



---

**Universidad de Valladolid**

**Escuela Universitaria  
de Fisioterapia**

**Campus de Soria**

**ESCUELA UNIVERSITARIA DE FISIOTERAPIA**

Grado en Fisioterapia

**TRABAJO FIN DE GRADO**

Nuevas perspectivas de la fisioterapia en cuanto a  
funcionalidad y plasticidad neuronal en el paciente  
con Accidente Cerebrovascular.

**Revisión Sistemática**

Presentado por Elena Hatapuc

Tutor/es: María Lledó Soriano Segarra

Soria, 2 de Septiembre de 2015

## **ABREVIATURAS**

10MWT: The 10 Meter Walk Test

ACV: Accidente Cerebrovascular

AHA-SOC: American Heart Association-Stroke Outcome Classification

ARAT: Action Research Arm Test

AVD: Actividades de la Vida Diaria

BBS Berg Balance Scale

BBT: The Box and Block Test

CIT: del inglés Constraint Induced Movement o terapia por restricción de movimiento

EEF: Estimulación Eléctrica Funcional

FAC: Functional Ambulation Category

FIM: Medida de Independencia Funcional

FM: Fugl-Meyer

ICT: Isquemia Cerebral Transitoria

INE: Instituto Nacional de Estadística

MAL: The Quality of Movement scale of the Motor Activity Log

MEG: magnetoencefalografía

MEP: Potenciales Motores Evocados

MRS: Escala de Rankin Modificada

NIHSS: National Institutes of Health Stroke Scale

OMS: Organización Mundial de la Salud

PET: Tomografía por Emisión de Positrones

PS: periodos de silencio

RM: Resonancia Magnética

RMf: Resonancia Magnética Funcional

rTMS: repetitive Transcranial Magnetic Stimulation

SIS: Stroke Impact Scale

SNC: Sistema Nervioso Central

tDCS: transcranial Direct Current Stimulation

TMS: Estimulación Magnética Transcraneal

TUG: Timed Up and Go Test

UMR: umbral motor de reposo

WMFT: Wolf Motor Function Test

# INDICE

1. RESUMEN .....	5
2. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO .....	6
2.1 Definición y clasificación del Accidente Cerebrovascular .....	6
2.2. Clínica y pronóstico del ACV.....	7
2.3. Incidencia del ACV.....	9
2.4. Rehabilitación de los pacientes con ACV.....	10
2.5. La plasticidad neuronal y su implicación en la recuperación post-ACV .....	13
3. MATERIALES Y MÉTODOS .....	17
3.1. Diseño y métodos .....	17
3.2 Estrategia de búsqueda .....	18
3.2.1 PubMed .....	18
3.2.2 PEDro .....	18
3.2.3 Science Direct.....	19
3.3 Calidad metodológica .....	19
3.4 Instrumentos de medida.....	21
3.4.1 Valoración de la funcionalidad (Anexo I) .....	21
3.4.2 Valoración de la neuroplasticidad .....	26
4. RESULTADOS.....	28
5. DISCUSIÓN .....	31
6. CONCLUSIONES.....	34
7. TABLAS Y FIGURAS .....	36
8. BIBLIOGRAFÍA .....	42
9. ANEXOS .....	45

## 1. RESUMEN

**Introducción:** existe la necesidad de desarrollar y estudiar las intervenciones de rehabilitación para los pacientes con ACV debido a su gran repercusión social, económica y personal. La sociedad científica, y especialmente la Fisioterapia, debe interesarse y continuar la apuesta por realizar investigaciones de calidad que avalen la evidencia de su trabajo en el campo de los adultos con ACV. La neuroplasticidad está vinculada a las enfermedades más importantes que afectan al sistema nervioso como son el Alzheimer, Parkinson, Esclerosis múltiple o Epilepsia. Los procesos neuroplásticos son responsables, en buena medida, de la recuperación de las funciones en los pacientes que sufren las consecuencias de trastornos cerebrovasculares. **Objetivo:** conocer el efecto de las técnicas propias de fisioterapia sobre la plasticidad neuronal y la funcionalidad en los pacientes con ACV. **Materiales y Métodos:** se han realizado diferentes búsquedas sobre el efecto de las técnicas de fisioterapia en la plasticidad neuronal y la funcionalidad en pacientes con ACV en las bases de datos electrónicas: PubMed, Physiotherapy Evidence Database (PEDro), Science Direct y Scholar Google. Las palabras clave empleadas fueron: “neuroplasticity”, “physical therapy”, “physiotherapy”, “stroke”, “rehabilitation”, “evidence”, “neural plasticity” que fueron combinadas con los operadores booleanos “AND” y “OR”. **Resultados:** se incluyeron en esta revisión 5 ensayos clínicos controlados y aleatorizados en inglés, que cumplieron con los criterios de inclusión y que además superaron las escalas de valoración de calidad de PEDro y Jadad. La población estudiada fueron pacientes con ACV tanto en periodo agudo como crónico de  $\geq 18$  años de edad a la que se le aplicaron técnicas propias de fisioterapia en el grupo CONTROL y otras intervenciones propias del ámbito de las neurociencias en el grupo EXPERIMENTAL. **Conclusiones:** la fisioterapia por sí sola no fue capaz de producir efectos sobre la neuroplasticidad pero sí fue capaz de inducir cambios significativos en la funcionalidad de los pacientes con ACV aún pasados los 6 meses tras el diagnóstico. La fisioterapia combinada con EMT, EEF o dispositivos robóticos sí fue capaz de relacionar el aumento de la neuroplasticidad con el aumento de la funcionalidad. Más estudios son necesarios para evidenciar estos hallazgos.

## 2. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO

### 2.1 Definición y clasificación del Accidente Cerebrovascular

El Accidente Cerebrovascular (ACV), también conocido como ictus, insulto cerebral, o ataque cerebral, es una enfermedad que se caracteriza por la disminución o interrupción del aporte sanguíneo al cerebro dando como consecuencia la muerte celular(1).

El cerebro tiene un metabolismo exclusivamente aeróbico. Tan pronto como sus procesos metabólicos dependientes de energía fallen, provocarán un desequilibrio iónico y de líquidos que desencadenarán el proceso apoptótico y/o la muerte necrótica celular. Las neuronas privadas de sus substratos metabólicos normales cesan su función a los pocos segundos y muestran signos de daño estructural pasados los pocos minutos(2).

Esta muerte celular va a dar lugar a unos déficits neurológicos focales cuya gravedad va a depender de la causa, el área afectada, la extensión y el tiempo que el cerebro permanezca sin el aporte sanguíneo. De esta manera se puede establecer cierta correlación entre clínica, zona comprometida y discapacidad residual. Sin embargo, al momento de correlacionar la condición clínica de la persona o la deficiencia estructural o fisiológica que se padezca con la capacidad funcional y, más aún, con las restricciones en la participación que pueda experimentar una persona tras un ACV, los resultados son variables y amplios (3).

Los criterios para la subclasificación de los diferentes tipos de ACV no han sido establecidos, y varían según las diferentes publicaciones. La clasificación más simple de la ACV es la siguiente (4):

**ACV Isquémico:** representan aproximadamente el 80-85% de los casos. Se producen como consecuencia de la interrupción u oclusión del aporte sanguíneo por parte de una arteria. En este grupo se encuentra la Isquemia Cerebral transitoria (ICT), el infarto cerebral por trombosis, el infarto cerebral por embolismo y la enfermedad lacunar.

**ACV Hemorrágico:** representa el 15% de los casos. Debidos a hemorragias, conocidos también como derrames cerebrales producidos por la rotura de una arteria y la extravasación de la sangre en el encéfalo. En este grupo se encuentra la hemorragia intracerebral (parenquimatosa) y la hemorragia subaracnoidea.

La clasificación rápida del ACV permite predecir su pronóstico, identificar y modificar los procesos fisiopatológicos con el objetivo de reducir la lesión en la fase aguda y el riesgo de recurrencia, planear las medidas de soporte inmediato para el paciente, solicitar los estudios paraclínicos adecuados y a largo plazo, su programa de rehabilitación.

## **2.2. Clínica y pronóstico del ACV**

El 90% de los pacientes que han padecido un ACV quedan con secuelas; el 30% es incapaz de realizar las AVD (actividades de la vida diaria) de forma independiente y precisa de cuidador y el 20% no es capaz de caminar de forma independiente(5).

Según la Clasificación Internacional de la Función, Discapacidad y Salud (CIF,OMS 2001) de la Organización Mundial de la Salud, la disfunción del cerebro puede originar diferentes discapacidades(5). Las disfunciones motoras, incluyendo la hemiparesis, la descoordinación y la espasticidad son las afectaciones más comunes tras sufrir un ictus.

La American Heart Association-Stroke Outcome Classification (AHA-SOC)(6) sistematiza los déficits neurológicos en seis dominios o áreas:

- Motora
- Sensitiva
- Comunicación
- Visual
- Cognitiva
- Emocional.

Se estima que los déficits graves de la función motora tienden a mantenerse de las 3 semanas a los 6 meses. El deterioro cognitivo tiene valor predictivo para el pronóstico,

además guarda relación con el resultado de la Medida de Independencia Funcional (FIM). A su vez, los defectos del campo visual, por su efecto adverso en el programa de rehabilitación, pueden considerarse un obstáculo para la misma.

Según el estudio comunitario “Copenhagen Stroke Study” muestra que el 95% de la recuperación se habrá logrado hacia el tercer mes, siendo en el primer mes y medio la recuperación más rápida (el 85%); entre el cuarto y sexto mes la pendiente de recuperación es leve, casi en meseta, y a partir del sexto mes apenas se objetiva una mejoría palpable, por lo que es este el momento en que se suele dar por estabilizado el cuadro. La recuperación esperable traza una curva dividida en cuatro etapas más o menos definidas (Figura 1)(6) .

La afectación de las áreas anteriormente mencionadas repercute en mayor o menor medida en la funcionalidad del paciente, entendida ésta como la capacidad del sujeto de cuidarse por sí mismo, su grado de deambulación y de actividad física, así como la capacidad para llevar a cabo las tareas familiares y laborales habituales (7).

Para la Clasificación Internacional del Funcionamiento, la Discapacidad y la Salud (OMS, 2001), la funcionalidad es por tanto un término genérico que comprende las funciones corporales, las estructuras corporales, las actividades y la participación. Muestra los aspectos positivos de la interacción de una persona y el contexto.

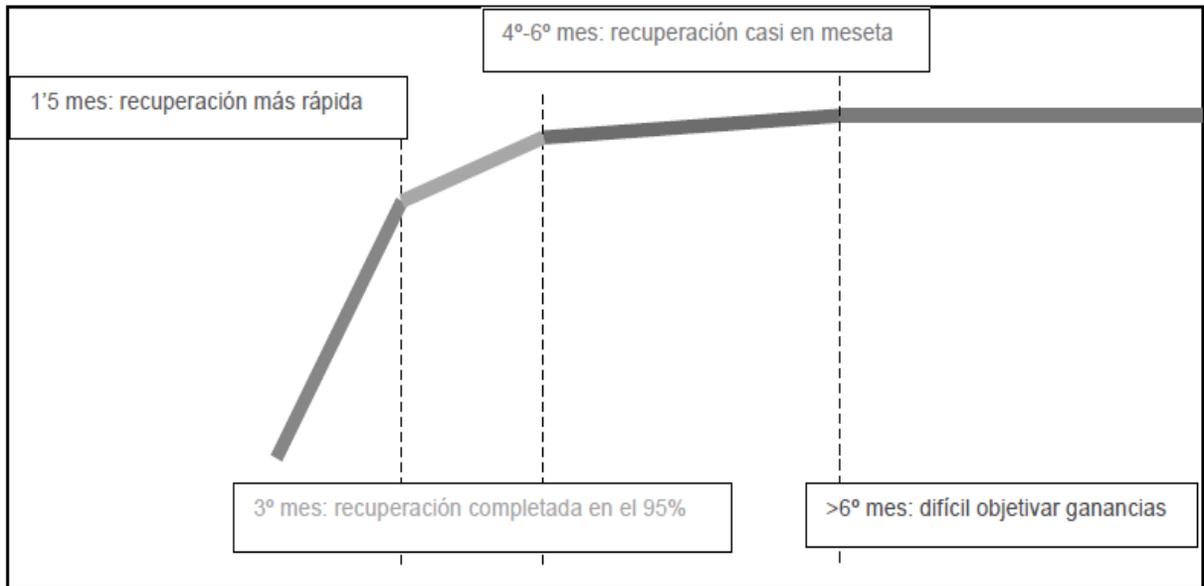
En cada caso particular la funcionalidad es distinta, por lo que dos personas con la misma condición podrían tener diferente nivel de funcionalidad.

Para cada déficit existen una serie de test y escalas específicas que permiten registrar de manera más o menos objetiva la situación del paciente en cada momento facilitando la observación de cambios evolutivos.

En Rehabilitación y en concreto en la fisioterapia, las escalas de valoración funcional constituyen una de las principales herramientas de diagnóstico. Son instrumentos que traducen la valoración clínica y permiten expresar los resultados de un modo objetivo y cuantificable (6).

También las AVD han sido el primer parámetro funcional de la rehabilitación médica ampliamente aceptado y reconocido. Smith (8) define evaluación funcional como «la

evaluación de las AVD tanto básicas como instrumentales, observando la habilidad del paciente durante el desempeño de las mismas.»



*Figura 1. Curva de recuperación esperada. Tomada del artículo “Rehabilitación del ACV: evaluación, pronóstico y tratamiento” por Ángel Arias Cuadrado. Medicina Física y Rehabilitación. Hospital Comarcal de Valdeorras, Galicia (2009).*

### **2.3. Incidencia del ACV**

Según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) los Accidentes Cerebrovasculares (ACV), representan la tercera causa de muerte en el mundo occidental y la primera causa de discapacidad física en las personas adultas (3). Anualmente 15 millones de personas en el mundo sufren un ictus; de éstas, 5 millones mueren y otros 5 millones sufren una discapacidad permanente, lo cual repercute de forma muy significativa en el ámbito familiar, social y laboral, suponiendo a su vez una notable carga económica (entre 3-4% del gasto sanitario en Europa) (9).

Según datos del Instituto Nacional de Estadística (INE), el ictus representa actualmente en España la segunda causa de muerte, después de la cardiopatía y la primera causa de muerte en la mujer (10). La incidencia global de ictus en España no se conoce con

precisión, y se estima que puede oscilar entre 120-350 casos por 100.000 habitantes/año (11).

España se encuentra entre los países que tienen menor mortalidad tanto de varones como de mujeres, en comparación con los países de la región norte de Europa como Países Bajos, Suiza, Irlanda, Islandia y los países nórdicos (11).

La detección y el control de los principales factores de riesgo y los importantes avances en el diagnóstico y tratamiento del ictus durante su fase aguda han disminuido las cifras de mortalidad en los últimos 20 años, sin embargo, el impacto de esta afección continuará incrementándose en los próximos años, ya que la OMS predice un incremento de un 27% en su incidencia entre 2000 y 2025 (10).

Las tres cuartas partes de los ictus afectan a personas mayores de 65 años, y debido a las previsiones de población en las que España sería en el año 2050 una de las poblaciones más envejecidas del mundo, se prevé un incremento de la incidencia y prevalencia de esta enfermedad en los próximos años (12) (9).

#### **2.4. Rehabilitación de los pacientes con ACV**

La rehabilitación es un proceso limitado en el tiempo y orientado por objetivos concretos a corto (días/semanas) y largo (meses) plazo donde el papel del fisioterapeuta entre otros profesionales de la salud, es fundamental. Su finalidad es evitar complicaciones y conseguir la máxima capacidad funcional para facilitar la independencia y reintegración en el entorno familiar, social y laboral. El proceso de recuperación se debe reevaluar de forma periódica y si es preciso, adaptarlo en función de la evolución(13).

La rehabilitación puede dividirse en tres periodos(6):

**Periodo agudo:** Comprende el curso inicial desde la instauración del ACV y su signo más determinante es la hipotonía. Sus objetivos son los siguientes:

- Evitar trastornos cutáneos y respiratorios mediante colchón anti escaras, cambios posturales frecuentes y ejercicios respiratorios.
- Prevenir actitudes viciosas (hipertonía postural, hombro doloroso, equinismo) con posturas protectoras u ortesis.

- Movilizaciones pasivas lentas de amplitud máxima seguidas de esquemas funcionales normales en ambos hemisferios.
- Aprendizaje de auto movilización y transferencias.
- Iniciar equilibrio de tronco y sedestación.
- Estimulación sensorial del hemisferio afecto.
- Terapia ocupacional para adquirir autonomía elemental en cama.

**Periodo subagudo:** Se identifica con la aparición de espasticidad e hiperreflexia, y normalmente va acompañado de recuperación motora en los casos favorables, por lo que marcara el inicio de la fase de trabajo activo por parte del paciente para la recuperación de fuerza y coordinación. Es la fase de rehabilitación propiamente dicha y más importante, al tratarse del momento en que el paciente puede intervenir de forma activa con propósito de recuperación del déficit y/o funcional. La duración habitual es de unos 3 meses, pero cada caso es diferente y vendrá definida por la exploración física y la observación de cambios, más que por un criterio temporal estricto.

- Corrección de deformidades ortopédicas ya instauradas con indicación de ortesis.
- Técnicas de regulación de la espasticidad.
- Cinesiterapia: continuar con las movilizaciones pasivas, progresando a movimientos activos-asistidos de lado parético y potenciación muscular.
- Reeducación propioceptiva y de la coordinación.
- Reeducación del equilibrio en bipedestación.
- La electro-estimulación según unos autores puede estar indicada, por ejemplo para prevenir el hombro congelado asociado al ACV, pero otros la desaconsejan.
- Estimulación sensorial del hemisferio afectado.
- Ejercicios para la parálisis facial.
- Terapia Ocupacional orientada a las AVD personales básicas y AVD instrumentales.

**Periodo de estado:** Es el tratamiento una vez se ha alcanzado la estabilidad del cuadro. La recuperación a partir de este momento será relativa, de manera que el esfuerzo

terapéutico ya no ira encaminado a la recuperación del déficit perdido sino a la adaptación a la situación funcional que resta y del entorno del paciente.

- Continuar la terapia previa, progresando en la potenciación muscular
- Técnicas de recuperación de la marcha (según la evolución, se puede iniciar en la fase anterior)
- Reevaluación de ortesis funcionales
- Valoración del uso de ayudas técnicas

Tras este periodo de estabilización del ACV, se planten 4 objetivos principales:

- Prevención y tratamiento de las complicaciones
- Mantener o recuperar las funciones orgánicas
- Recuperar las capacidades funcionales perdidas
- Adaptación a las funciones residuales

La rehabilitación ha demostrado ser útil en la mejoría del paciente, dado que mejora la autonomía funcional, aumentar la frecuencia de regreso al domicilio y reduce la hospitalización. Pero por otra parte, el punto débil de la rehabilitación del ACV y neurológica en general es que existen muchos métodos propuestos sin que ninguno haya demostrado ser superior a los demás. Ante una multiplicidad de técnicas se entiende que ninguna es del todo eficaz (6, 14).

Clásicamente han ido surgiendo escuelas proponiendo métodos de tratamiento específicos para patología neurológica basados en el trabajo del sistema neuromuscular merced a la estimulación de los propioceptores. Estas técnicas de reeducación propioceptiva o reprogramación sensorio motriz han gozado de mayor o menor aceptación según las épocas sin que exista una base científica que demuestre la preponderancia de unas frente a otras.

Tampoco la intensidad idónea de la terapia ha sido determinada, si bien se recomienda oscile entre 30-60 minutos de fisioterapia y 30-60 minutos de terapia ocupacional al día,

sin haber podido demostrarse mayor beneficio con programas más intensivos. Algunos de estas técnicas y métodos son:

- Método Bobath o del Neurodesarrollo
- Método de Kabat o de Facilitación Neuromuscular Propioceptiva
- Método de Perfetti o Ejercicio Terapéutico Cognoscitivo
- Método de Brunnstrom
- Método de Vojta
- Otros como Gonzalez-Mas, Picard, Rood, Knott y Voss, Ayres, ...

## **2.5. La plasticidad neuronal y su implicación en la recuperación post-ACV**

Las tendencias actuales parecen apoyarse en el fenómeno de plasticidad neuronal, como en la rehabilitación orientada a tareas. Uno de los avances más importantes de los últimos años ha sido el descubrimiento de que el cerebro del adulto posee una plasticidad mucho mayor de lo que anteriormente se creía (14)(31).

La neuroplasticidad está vinculada a las enfermedades más importantes que afectan al sistema nervioso como son el Alzheimer, Parkinson, Esclerosis múltiple o Epilepsia.

Los procesos neuroplásticos son responsables, en buena medida, de la recuperación de las funciones en los pacientes que sufren las consecuencias de trastornos cerebrovasculares (32).

Según la Real Academia Nacional de Medicina el concepto de “neuroplasticidad” o “plasticidad neural” hacer referencia a la capacidad de modificar los patrones (funcionamiento y número) de conexión y organización sináptica en los circuitos neuronales de modo temporal o permanente, que tiene lugar durante y después de la maduración y afecta a procesos como la memoria y el aprendizaje.

Con la introducción de la neuroplasticidad, a partir de la segunda mitad del siglo XX el mundo de la neurociencia comenzó a cambiar el concepto del cerebro como un órgano fisiológicamente fijo. A partir de las década de 1960 y 1970 los investigadores comenzaron a descubrir crecimiento y reorganización de neuronas en cerebros adultos

tras lesiones en el SNC (Sistema Nervioso Central), cambiando así el rumbo de las terapias rehabilitadoras.

Autores como Donald Hebb, Cohen , Pascual-Leone (15) o Paul Bach-y-Rita (16),entre otros, han demostrado a partir de experimentos tanto con animales como con humanos que el sistema nervioso posee una notable capacidad de modulación por estimulación sensitiva, sensorial, endocrina o motora.

El cerebro está altamente interconectado, por eso la plasticidad juega un papel importante en los diferentes niveles del complejo nervioso, desde las células y los microcircuitos hasta circuitos de grandes redes neuronales (17).

La plasticidad cerebral se considera, entonces, como la capacidad que tiene el tejido neuronal de reorganizar, asimilar y modificar los mecanismos biológicos, bioquímicos y fisiológicos, implicados en la comunicación intercelular, para adaptarse a los estímulos recibidos. Esta característica implica modificaciones del tejido neural correspondiente, que incluye, entre otros (18):

- Supersensibilidad de denervación: es un incremento de la respuesta neuronal por la disminución de aferencias, producido por un aumento de la sensibilidad o de receptores frente a un neurotransmisor.
- Desenmascaramiento: redes neuronales que habitualmente están inhibidas, después de una lesión cerebral sufren un proceso de activación mediado por antagonistas del ácido gamma aminobutírico (GABA).
- Potenciación a largo plazo: se produce una reorganización pre y postsináptica que conduce al fortalecimiento de las sinapsis ya existentes y a la creación de otras nuevas. Interviene el neurotransmisor glutamato, que se une a receptores postsinápticos y permite la entrada de ion calcio, el cual va a dar lugar a cambios intracelulares que consolidan el mantenimiento y la creación de nuevas sinapsis. Este fenómeno al igual que la Teoría de la Asamblea Celular desarrollada por Donald Hebb está relacionado con el aprendizaje y la memoria.
- Ramificación o sinaptogénesis reactiva: desarrollo de terminaciones dendríticas guiadas por proteínas como la laminina, integrina y cadherinas, que interconectan neuronas estableciendo nuevas sinapsis.

- Neurotransmisión por difusión sináptica: en pacientes con infarto cerebral después de la destrucción de vías dopaminérgicas existe un incremento en la regulación de receptores de membrana extrasinápticos.

Los estudios con neuroimagen funcional han permitido demostrar una reorganización intracerebral que se produce principalmente en las áreas motoras adyacentes a la lesión pero que también afecta a otras áreas motoras y al hemisferio sano (14).

Actualmente sabemos que las conexiones neuronales y las áreas de representación cortical están continuamente remodelándose por la experiencia. Esto quiere decir, que el cerebro de un paciente con ictus al igual que el de una persona sana experimenta constantemente cambios anatómicos y fisiológicos inducidos por el aprendizaje motor (19).

La utilización selectiva y repetitiva de partes del cuerpo en actividades relevantes a nivel funcional, aumenta su representación a nivel de la corteza motora. El fenómeno más evidente parece ser la expansión funcional del mapa motor de las extremidades afectadas, con corrimiento de la zona central de esta representación; dicho de otra forma, se produce el reclutamiento de otros grupos neuronales de cortezas vecinas, con proyecciones a motoneuronas inferiores vía haz corticoespinal, que eran menos activas antes de la lesión. Esta es una de las llamadas formas de plasticidad reconocidas en el humano, y se asocia en general con una evolución clínica favorable, y un mejor pronóstico en cuanto a la futura respuesta a la rehabilitación (20).

Las técnicas neurofisiológicas que han permitido describir estas características reorganizativas son: la magnetoencefalografía (MEG), de gran resolución temporoespacial al combinarla con neuroimagen por resonancia magnética (RM), la resonancia magnética funcional (RMf), la tomografía por emisión de positrones (PET) y de fotón único (SPECT) y, por último, la estimulación magnética transcraneal (TMS) (17, 21).

Mediante estas técnicas se han podido ir construyendo mapas de activación cortical durante la realización de diversas funciones motoras, cognitivas y de integración sensorial. Ello permite explorar su funcionamiento en individuos normales y las variaciones que tienen lugar como consecuencia de los mecanismos de plasticidad y adaptación ante diferentes patologías, observando las transferencias de funciones entre diferentes

áreas cerebrales o la expansión de los mapas somatotópicos de representación de un dominio motor en la corteza motora. (22) Los cambios en la excitabilidad de la corteza están asociados con el reaprendizaje motor y el incremento de la funcionalidad motora y también, se consideran como indicador de la plasticidad neuronal (23).

A partir de 1980 se empiezan a proponer nuevas formas de abordar la reeducación del ictus pero es en la última década cuando se desarrollan las novedades más importantes. Sin duda, la escuela que ha tenido una mayor repercusión es el Reaprendizaje motor orientado a tareas. A su alrededor han surgido una serie de técnicas específicas que comparten los principios básicos que pueden facilitar los procesos de recuperación (24).

Algunas de las terapias no invasivas basadas en nuevas evidencias que se llevan a cabo para la recuperación de la movilidad en pacientes con ACV son: (19)

- Ejercicio y fuerza muscular
- Entrenamiento de la marcha y el equilibrio
- Soporte del peso corporal en cinta rodante
- Artefactos robóticos para asistir la marcha
- Estimulación eléctrica funcional
- Terapia de movimiento inducido por restricción y práctica bimanual en la extremidad superior
- Artefactos mecánicos y ortopédicos para asistir movimientos de la extremidad superior
- Estimulación cerebral no invasiva
- Terapia con espejo y de realidad virtual

Ha sido en las últimas décadas cuando se le ha dado la importancia que se merece a la plasticidad neuronal a pesar de las diferentes investigaciones alrededor de este tema desde hace más de un siglo y la repercusión que puede tener en el ámbito de la rehabilitación y por consiguiente de la fisioterapia. Con los nuevos avances de la neurociencia y la introducción de este concepto se abre el abanico de posibilidades terapéuticas para los pacientes afectados por accidentes cerebrovasculares, y nos permite

comprender en mayor medida los procesos fisiológicos que desencadenan las terapias aplicadas.

Existe la necesidad de desarrollar y estudiar las intervenciones de rehabilitación para los pacientes con ACV debido a su gran repercusión social, económica y personal. La sociedad científica, y especialmente la Fisioterapia, debe interesarse y continuar la apuesta por realizar investigaciones de calidad que avalen la evidencia de su trabajo y en el campo de los adultos con ACV, deben promover y continuar utilizando las escalas de valoración de la funcionalidad como marco de estas investigaciones y, la investigación en neuroplasticidad del SNC puede ser su camino y gran avance.

El objetivo de esta revisión es, por tanto, conocer el efecto de las técnicas propias de fisioterapia sobre la plasticidad neuronal y la funcionalidad en los pacientes con ACV.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Diseño y métodos**

Se trata de una revisión sistemática sobre el efecto de la fisioterapia en la plasticidad neuronal y la funcionalidad en los pacientes con ACV, en la que se han incluido ensayos clínicos de valor científico, controlados y aleatorizados realizados en humanos. La búsqueda bibliográfica se llevó a cabo en las bases de datos electrónicas PubMed, PEDro y Science Direct con la siguiente terminología: “neuroplasticity”, “physical therapy”, “physiotherapy”, “stroke”, “rehabilitation”, “evidence”, “neural plasticity”. Siempre que la base de datos lo permitió se realizó una búsqueda combinada con los operadores booleanos “AND” y “OR” con estos mismos términos.

De los artículos obtenidos tras realizar la búsqueda con las palabras clave se aplicaron los siguientes criterios de inclusión-exclusión.

Criterios de inclusión:

-Estudios que hablen del tratamiento de pacientes adultos ( $\geq 18$ ) diagnosticados de ACV ya sea isquémico o hemorrágico sin importar la fase aguda o crónica.

-Artículos en inglés y en español.

-Estudios que tengan presente el concepto de neuroplasticidad y que además presenten un medio de valoración objetivo de este fenómeno.

-Estudios que hablen de la rehabilitación y que al menos tengan en uno de los grupos la intervención del fisioterapeuta o se apliquen técnicas propias del mismo.

#### Criterios de exclusión:

-Aquellos artículos que hablen de neuroplasticidad en el campo de la logopedia, psicología o la visión.

-Aquellos artículos que hablen de la neuroplasticidad inducida por fármacos.

-Aquellos artículos que no presenten un medio de evidencia de la neuroplasticidad o en su defecto, de la funcionalidad.

### **3.2 Estrategia de búsqueda**

#### **3.2.1 PubMed**

Búsqueda 1: “stroke” AND “rehabilitation” AND “neuroplasticity” AND “evidence”, utilizando como filtros “Randomized Controlled Trial”, “Humans” y “Free full text”.

Búsqueda 2: stroke AND rehabilitation OR manual therapy OR physiotherapy OR physical therapy AND neuroplasticity, utilizando como filtros “Randomized Controlled Trial”, “Humans”, “Free full text”. Se obtuvo como resultado 901 artículos de los cuales se seleccionaron finalmente 15 artículos.

#### **3.2.2 PEDro**

Se realiza una búsqueda simple con los términos “stroke” AND “neuroplasticity” AND “rehabilitation” donde aparecen 5 artículos de los cuales ninguno fue válido para la revisión.

### **3.2.3 Science Direct**

La búsqueda se llevó a cabo con los siguientes términos: “stroke”AND “rehabilitation” OR “manual therapy” OR “physiotherapy” OR “physical therapy” AND “neuroplasticity”. Con los filtros adicionales “Archives of Physical Medicine and Rehabilitation”, “Journals” y “Stroke”. Se obtuvieron 1492 artículos de los cuales ninguno fue válido para esta revisión.

Con la aplicación de la escala de puntuación de PEDro se excluyeron los artículos con una puntuación inferior a 5/10 y se excluyeron 8 artículos. Tras la aplicación de la escala de Jadad se excluyó 1 artículo. Finalmente, se seleccionaron 5 artículos para esta revisión sistemática.

### **3.3 Calidad metodológica**

Para valorar la calidad de los artículos seleccionados se ha utilizado la escala de PEDro. Esta escala consta de 11 criterios: el primero valora la validez externa, los criterios 2-9 la validez interna, y el 10 – 11 la validez estadística. La puntuación total de esta escala se obtiene mediante la suma de los criterios 2-11, pudiendo así obtener un máximo de 10 puntos. Para determinar la puntuación de cada estudio, se sumará un punto si uno de los criterios queda reflejado de forma clara en el artículo a valorar.

En la Tabla 1 se podrán observar las puntuaciones obtenidas en total por cada estudio en cada uno de los criterios valorados en la escala de PEDro. Los estudios con una puntuación inferior a 5/10 se calificaron como de baja calidad metodológica, por lo que fueron excluidos de la revisión.

También se utilizó la Escala de Jadad para dicha valoración, que se puede observar en la Tabla 2. Esta escala considera solo aquellos aspectos relacionados con los sesgos referidos a: la aleatorización, el enmascaramiento o doble ciego que impide que los pacientes y el propio investigador tengan acceso al objeto del tratamiento, y la descripción de las pérdidas de seguimiento.

Tras la aplicación de esta puntuación de Jadad se excluyeron 2 de los artículos.

**Tabla 1.** Aplicación de la escala de PEDro a los artículos seleccionados.

<b>Criterios de la escala de PEDro</b>	<b>(25)</b>	<b>(26)</b>	<b>(27)</b>	<b>(28)</b>	<b>(23)</b>
<b>1.Criterios de selección</b>	1	1	1	1	1
<b>2.Aleatorización asignación</b>	1	1	1	1	1
<b>3.Asignación oculta</b>	1	1	1	1	1
<b>4.Compara con datos basales</b>	1	1	1	1	1
<b>5. Ciego participantes</b>	1	1	0	1	0
<b>6.Ciego clínicos</b>	1	1	0	1	0
<b>7.Ciego de evaluadores</b>	0	0	0	1	1
<b>8.Adecuado seguimiento</b>	0	1	1	0	1
<b>9.Análisis de intención de tratar</b>	1	1	0	0	1
<b>10.Análisis entre grupos</b>	1	1	1	1	1
<b>11.Medidas puntuales y variabilidad</b>	0	0	1	1	0
<b>Puntuación de validez externa</b>	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1
<b>Puntuación de validez interna</b>	2/2	2/2	1/2	1/2	2/2
<b>Puntuación de validez estadística</b>	1/2	1/2	2/2	2/2	1/2
<b>TOTAL</b>	<b>7/10</b>	<b>8/10</b>	<b>6/10</b>	<b>8/10</b>	<b>7/10</b>

**Tabla 2.** Aplicación de la escala de Jadad a los artículo seleccionados

	(25)	(26)	(27)	(28)	(23)
<b>1. El estudio se describe como aleatorizado</b>	1	1	1	1	1
<b>2. Se describe el método utilizado para generar la secuencia de aleatorización</b>	1	1	1	1	1
<b>3. El estudio se describe como doble ciego</b>	1	1	0	1	0
<b>4. Se describe el método de enmascaramiento y es adecuado</b>	0	0	0	0	0
<b>5. Hay una descripción de las pérdidas de seguimiento y de abandonos</b>	1	1	1	1	1
<b>TOTAL</b>	<b>3/5</b>	<b>3/5</b>	<b>3/5</b>	<b>3/5</b>	<b>3/5</b>

### **3.4 Instrumentos de medida**

#### **3.4.1 Valoración de la funcionalidad (Anexo I)**

Para la valoración de la funcionalidad sensorio-motriz se han empleado las siguientes escalas y test (33):

-Wolf Motor Function Test (WMFT)

Este test fue diseñado para asistir la habilidad motora de los pacientes con déficits moderados o severos de la extremidad superior en la práctica clínica y experimental.

Parece ser útil para la clasificación del estado motriz de pacientes con ACV crónico y daño cerebral y para la cuantificación de la severidad del déficit motor de la extremidad superior. Inicialmente fue diseñado para evaluar los efectos de la terapia de movimiento inducido por restricción en individuos con hemiparesis.

El test de WMFT es el único que combina la medición del tiempo y la calidad de la función realizada en el mismo movimiento de una articulación específica y de una tarea funcional concreta. Evalúa la velocidad de la reproducción del movimiento, cuantifica la calidad del movimiento según la Escala de Habilidad Funcional (Functional Ability Scale) y mide la fuerza de agarre y la fuerza de la flexión del codo en dos tareas.

La WMFT consta de 17 ítems, de los cuales 15 son actividades cronometradas y 2 tareas de fuerza. La habilidad que tiene el sujeto para realizar cada una de las tareas, se puntúa en una escala ordinal (rango: 0-5) que abarca desde la imposibilidad para ejecutarlas (puntuación = 1) hasta la normalidad (puntuación = 5). Característicamente, todas las actividades de esta escala deben ser realizadas tan rápido como sea posible, de manera que si alguna tarea no se puede realizar se penaliza con un tiempo máximo de 120 s. La puntuación total del WMFT incluye una puntuación global de habilidad (WMFT-Habilidad), así como una puntuación final de tiempo resultante de la suma del tiempo necesario para realizar todas las tareas (WMFT-Tiempo).

-Fugl-Meyer (FM)

Es uno de los instrumentos de medida más utilizados para la medición de la disfunción física tras sufrir un ACV. Existe un apartado para la valoración de la extremidad superior, la inferior y la sensibilidad. Para la extremidad superior valora el tipo de movilidad del brazo hemiparético, valorando desde los reflejos y la aparición de sinergias, hasta cada uno de los movimientos aislados de la extremidad, incluyendo las pinzas. Esta escala también incluye 3 ítems para valorar la dismetría, la coordinación y la velocidad. La puntuación para cada apartado de la escala es de uno (si no realiza), 2 (si lo realiza en parte) y 3 (si lo realiza completamente), pudiendo alcanzar una puntuación máxima de 66 puntos.

- The Quality of Movement scale of the Motor Activity Log (MAL)

Es una entrevista que evalúa la cantidad de uso y calidad de movimiento de la mano y brazo en AVD fuera del laboratorio en individuos con secuela de ACV. Esta medida se basa en el reporte del paciente y no una evaluación directa de la ejecución motora. El test completo consta de 30 preguntas relacionadas con las funciones de la extremidad superior y la funcionalidad, pudiendo dar una puntuación con un rango de 0 a 5 donde para la escala de la cantidad, con una puntuación de: 0 -no se usa; 1: muy raramente; 2: raramente; 3: solo después del ACV; 4: 3/4 tras el ACV; 5: igual que antes del ACV. Para la escala de la calidad: 0: no se usa; 1: muy pobre; 2: pobre; 3: limitado; 4: casi normal; 5: normal.

#### - Action Research Arm Test (ARAT)

Este test está compuesto por 19 ítems de medida dividido en 4 sub-test (alcance, agarrar, pellizco y movimiento grosero del brazo).

El desempeño de cada ítem se puntúa en un rango de escala de 4 puntos donde: 3: realiza el test con normalidad; 2: completa el test pero tarda mucho y tiene grandes dificultades; 1: realiza el test de manera parcial; 0: no puede realizar ninguna parte del test.

#### -National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS)

La NIHSS es la escala más empleada para la valoración de funciones neurológicas básicas en la fase aguda del ictus isquémico, tanto al inicio como durante su evolución. Está constituida por 11 ítems que permiten explorar de forma rápida: funciones corticales, pares craneales superiores, función motora, sensibilidad, coordinación y lenguaje. Permite detectar fácilmente mejoría o empeoramiento neurológico (aumento de al menos 4 puntos respecto al estado basal). Según la puntuación obtenida podemos clasificar la gravedad neurológica en varios grupos: 0: sin déficit; 1: déficit mínimo; 2-5: leve; 6-15: moderado; 15-20: déficit importante; > 20 : grave. La puntuación global inicial tiene buen valor pronóstico, considerando que un NIHSS < 7 se corresponde con una excelente recuperación neurológica y cada incremento en un punto empeoraría la evolución).

#### -Escala de Rankin Modificada

Esta escala de discapacidad global con enfoque en la movilidad, permite conocer el nivel de independencia del paciente, previo al ACV y sus requerimientos para asistencia. Es la medida de desenlace más prevalente entre los ensayos clínicos del ACV y ha sido utilizada en muchos estudios; tiene un diseño ordinal y jerárquico. Está diseñada como una escala de único ítem. Generalmente se administra por entrevista guiada, en la cual se debe reunir toda la información concerniente al estado y desempeño, físico y mental del paciente. Adicionalmente es relevante la información sobre el estado del lenguaje para poder elegir el grado de severidad de la enfermedad en la escala. Posee una puntuación de 0 a 6 donde: el 0 corresponde a la ausencia de sintomatología y el 6 la muerte.

#### - Stroke Impact Scale (SIS)

Es un instrumento que entrega una evaluación exhaustiva de diferentes aspectos del funcionamiento diario en pacientes que han sufrido ACV. Está compuesto por 60 preguntas agrupadas en ocho dominios: problemas físicos, memoria y pensamiento, humor y emociones, comprensión y comunicación, AVD, extremidad superior más afectada, desplazamiento y vida social. Cada ítem se puntúa del 1 al 5, siendo 1 la máxima dificultad y 5 sin dificultad. El test genera un puntaje entre 0 y 100 donde 0 representa la falta de recuperación y 100 la recuperación total.

#### - The 10 Meter Walk Test (10MWT)

El individuo es instruido para caminar una distancia de 10 metros aproximadamente. Se mide el tiempo que tarda en recorrer esa distancia (se le deja espacio suficiente para que pueda variar la aceleración según prefiera) .Finalmente, la distancia recorrida se divide entre el tiempo que ha tardado el individuo para recorrerla. Existen variaciones de este test, teniendo en cuenta las ayudas técnicas para la marcha o las variantes en la velocidad.

#### - Timed Up and Go Test (TUG)

Es un test simple que se utiliza para evaluar la movilidad de las personas y requiere tanto equilibrio estático como dinámico.

Se valora el tiempo que emplea una persona para levantarse de una silla, caminar 3 metros, girar y caminar de vuelta hacia la silla y sentarse. Durante el test la persona debe llevar el calzado que utiliza habitualmente y aquellos aparatos que utilice como ayuda técnica para la marcha en el caso de que los tuviera. Este test se utiliza frecuentemente en personas de edad avanzada, ya que es fácil de aplicar y lo pueden realizar la mayoría de los adultos.

Los tiempos de 10 segundos y menos indican una marcha normal, 11-12 segundos entran dentro de una normalidad limitada para aquellos pacientes ancianos y con otras faltas de habilidad. Tiempos superiores a 20 segundos son indicio de que la persona necesita asistencia y un profundo examen e intervención. Un tiempo de 30 segundos, o más sugiere que la persona quizás es más propensa a las caídas. Variantes del test proponen que el tiempo de corte para una marcha normal está en 12 segundos o menos.

#### - Berg Balance Scale (BBS)

Esta escala fue desarrollada para medir el equilibrio entre de la gente de edad avanzada con alteraciones del equilibrio para las tareas funcionales. Es un instrumento válido utilizado para evaluar la efectividad de intervenciones y para valorar de manera cuantitativa de las funciones en la práctica clínica y en la investigación. Ha sido evaluada por diversos estudios, donde uno de ellos afirman que un incremento de 8 puntos puede suponer el incremento de la funcionalidad en 2 tareas, para pacientes de avanzada edad y aquellos que están en residencias para el cuidado. La escala posee 14 ítems para medir el equilibrio de personas adultas en un marco clínico. Consta de una escala de 5 puntos para cada ítem del 0 a 4 donde el "0" indica el nivel funcional más bajo y el "4" indica el máximo nivel. Una puntuación entre : 41-56 :bajo riesgo de caída; 21-40: riesgo medio de caída; 0-20:alto riesgo de caída.

#### -Functional Ambulation Category (FAC)

Este test categoriza los pacientes según sus habilidades motoras básicas necesarias para la deambulación funcional. No evalúa la resistencia. Clasifica a los pacientes en su nivel de independencia (supervisión o asistencia para la deambulación). Este test dispone de 6 categorías o niveles donde: 1: No funcional; 2: Dependiente nivel II que significa que requiere el contacto manual de una persona durante la deambulación para prevenir la caída, soportar el peso corporal y la coordinación y equilibrio; 3: dependiente nivel I que significa que requiere contacto manual de al menos una persona para prevenir el riesgo de caída, este contacto es continuo o intermitente para asistir el equilibrio o la coordinación; 4: Dependencia, necesita supervisión para guiar la tarea verbalmente pero no necesita contacto manual de otra persona; 5: Independencia solo en superficies planas, no en los desniveles. Necesita supervisión para escaleras y relieves; 6: Independencia en superficies planas y con desniveles.

#### -The Box and Block Test (BBT)

El propósito de este test es medir la destreza manual gruesa. Se sienta al individuo delante de una mesa de cara a una caja rectangular dividida en dos compartimentos de dimensiones iguales. Dentro de un compartimento se introducen cubos de madera de diferentes colores y del tamaño de 2,5 cm. Se indica al individuo que mueva tantos cubos como pueda de un compartimento a otro en el tiempo límite de 60 segundos. El examinador se coloca en frente del individuo para observar la realización de la tarea.

La puntuación va a medirse según el número de cubos movidos de un compartimento al otro durante el minuto de ensayo. La mano del paciente debe cruzar de un compartimento a otro para que se dé el punto sin importar si el cubo cae dentro o fuera de la caja. Los bloques que se introducen al mismo tiempo cuentan como un solo punto. El mayor número de cubos transferidos indican una mejor destreza de la motilidad gruesa.

### **3.4.2 Valoración de la neuroplasticidad**

Para la valoración de la actividad cerebral se ha utilizado:

- Estimulación Magnética Transcraneal (EMT) (29)

La EMT se utiliza creando corrientes eléctricas en regiones delimitadas del cerebro. Esta técnica está basada en las leyes de Faraday de la inducción electromagnética y cuenta con la aplicación de cambios rápidos de pulsos de campo magnético en el cerebro a través de una bobina de alambre de cobre conectada a un estimulador magnético. Estos campos magnéticos pulsados breves pasan sin dolor a través del cráneo y puede crear corrientes eléctricas de magnitud suficiente en regiones del cerebro para despolarizar las neuronas. Cuando se aplica sobre la corteza motora, esta despolarización da como resultado una serie de olas descendentes corticoespinales (directas e indirectas) que pueden sumarse en el nivel segmental espinal, despolarizar las motoneuronas alfa y dar lugar a la contracción de los músculos contralaterales. Esta contracción conocida como Potenciales Motores Evocados (MEP), pueden medirse utilizando Electromiografía (EMG) También permite estudiar los periodos de silencio (PS) del potencial de acción del músculo a estudiar, que da valores representativos en la actividad nerviosa de trascendencia clínica. Aplicado sobre regiones motoras no corticales, la EMT evoca un campo de potenciales que pueden medirse con un Electroencefalografía (EEG), y representa una medida de la reactividad cortical de la EMT.

- Resonancia Magnética Funcional (30).

Es una técnica o procedimiento de neuroimagen que utiliza la tecnología de la Resonancia Magnética y mide la actividad cerebral detectando los cambios asociados al flujo sanguíneo. Se basa en la idea de que el flujo sanguíneo y la activación neuronal están ligados. Cuando un área del cerebro está en uso, el flujo sanguíneo de esa región aumenta. Esta técnica cuantifica el contraste del nivel de oxígeno dependiente en la sangre (BOLD) y permite crear mapas de actividad neuronal.

Esta técnica se ha utilizado clínicamente para el mapeo de áreas funcionales, verificar asimetrías hemisféricas en el lenguaje y la memoria, verificar áreas comprometidas del cerebro, estudio de la recuperación del cerebro dañado tras un ictus, verificar el efecto de terapias con fármacos, detectar el desarrollo del Alzheimer y verificar la presencia de otros desórdenes como el Alzheimer y la depresión.

## 4. RESULTADOS

Tras la búsqueda bibliográfica en las diferentes bases de datos se obtuvieron 15 artículos, de los cuales 5 cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión. Estos artículos pudieron considerarse de calidad tras la aplicación de las escalas de valoración Jadad y PEDro. Es remarcable el hecho de que 4 de los artículos se dedicaron al estudio de la funcionalidad de la extremidad superior y solo uno a la extremidad inferior.

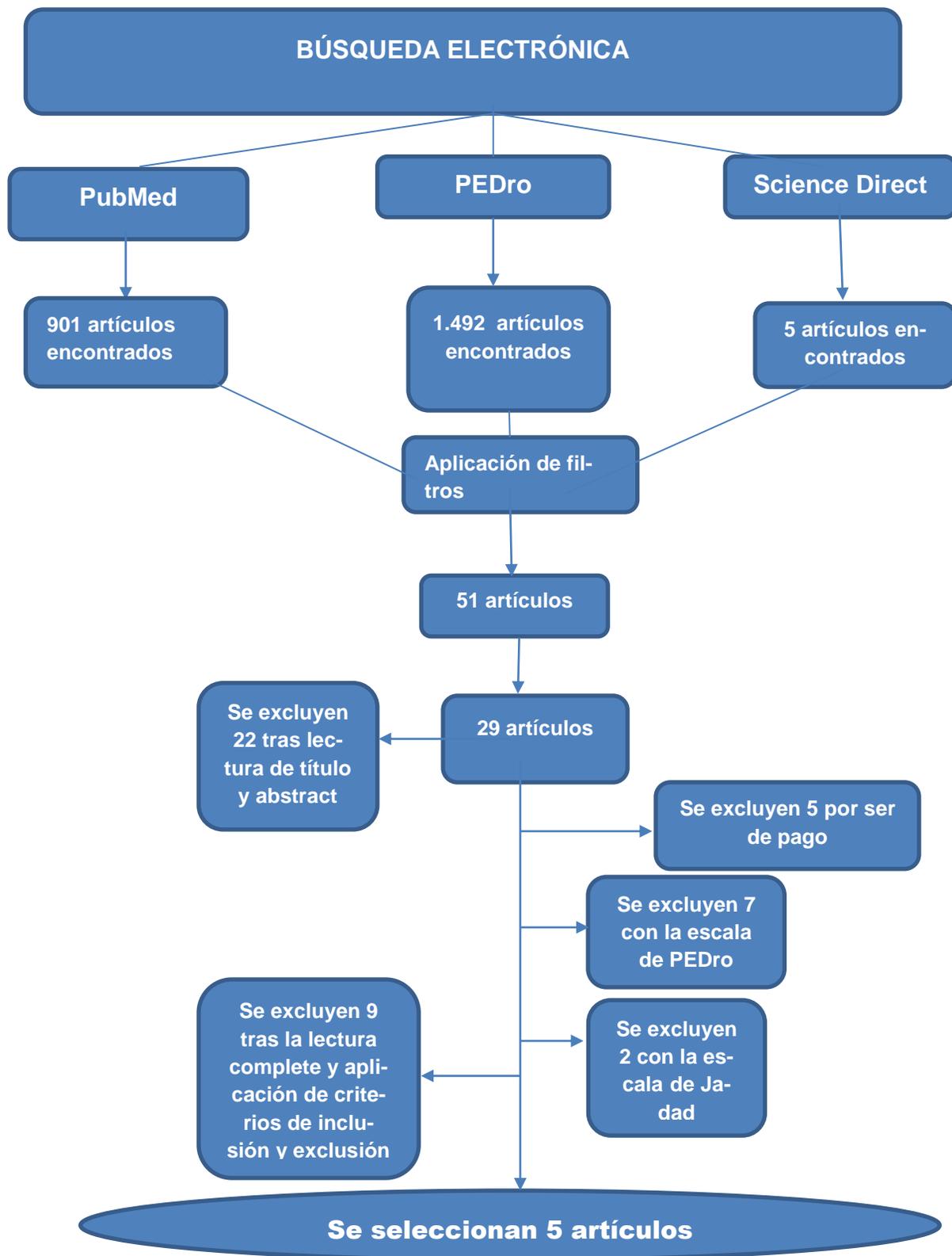
En la Figura 2 puede apreciarse el proceso de selección de los artículos.

Los resultados referidos a las características de los participantes, a su diagnóstico, a la intervención y a los datos representativos se recogen en la Tabla 3.

Los estudios seleccionados tienen en común la hipótesis de que la neuroplasticidad es responsable de la recuperación funcional y del aumento de la actividad cerebral del lado afecto del cerebro tras sufrir un ACV. Esta hipótesis trata de ser demostrada de manera objetiva con diferentes técnicas de imagen y test funcionales, mencionadas en el apartado anterior de esta revisión. Cuatro de los artículos expresan esta hipótesis de forma clara, los otros dos artículos solo pretenden observar el efecto de la intervención en los dos grupos teniendo en cuenta esta base teórica de la neuroplasticidad.

No se encontraron artículos que hablasen exclusivamente de la relación directa entre la fisioterapia y la neuroplasticidad. Todos estos artículos situaron la fisioterapia en el grupo control frente la intervención de otras terapias propias del área de las neurociencias.

De este modo, los artículos seleccionados compararon técnicas propias de fisioterapia (se especifican en la Tabla 1) con otras intervenciones\* para comprobar cuál de las dos repercutió en mayor medida en la recuperación funcional y en la creación de neuroplasticidad mediante el aumento de la actividad cortical del hemisferio afecto por un ACV.



**Figura 2** .Diagrama de flujo explicando el proceso de selección de los artículos.

Las otras intervenciones que se compararon con la fisioterapia fueron:

- **Estimulación Magnética Transcraneal (EMT) (29):** es una técnica neurofisiológica no invasiva, segura e indolora, que permite la inducción de una corriente en el tejido nervioso cerebral. Se basa en el principio de inducción electromagnética de Faraday. Una corriente eléctrica primaria que pasa a través de una bobina de estimulación situada sobre el cuero cabelludo y genera un campo magnético. Este campo magnético induce una corriente eléctrica secundaria en el tejido nervioso. La intensidad y la focalidad de esta corriente secundaria dependerán del voltaje de la corriente primaria, forma de la bobina de estimulación, intensidad del campo magnético generado, frecuencia y duración de los pulsos magnéticos producidos. La intensidad de la estimulación sobre el córtex motor se ajusta en función de la estimación del umbral motor de reposo (UMR), que es la intensidad mínima de estimulación capaz de desencadenar un potencial evocado motor (PEM) que podemos registrar mediante electromiografía de superficie. La EMT se puede aplicar de dos maneras según la frecuencia de estimulación: EMT repetitiva (en inglés: repetitive Transcranial Magnetic Stimulation rTMS) y EMT directa (en inglés: transcranial Direct Current Stimulation (tDCS)). El uso de estas herramientas está basado en los estudios neurofisiológicos que demuestran un desequilibrio en las interacciones interhemisféricas que puede interferir en el proceso de recuperación. El modelo del desequilibrio interhemisférico permite desarrollar dos hipótesis: 1) debemos aumentar la excitabilidad (mediante estimulación anódica) de las porciones intactas de la corteza motora del lado afectado y 2) debemos inhibir (mediante estimulación catódica) la excitabilidad de la corteza motora contralesional para evitar que inhiba la afectada.

La tDCS se dio de manera bilateral: estimulación anódica en el lado afecto y estimulación catódica en el lado sano.

La terapia mediante rTMS se dio junto a la terapia por restricción de movimiento del lado sano (en inglés CIT) (Figura 6).

En la Figura 3 puede observarse una representación de este aparato.

- **Dispositivo que aproxima las dos manos mecánicamente produciendo movimiento en espejo (Figura 4)**, bimanual, simétrico, rítmico y continuo. Los individuos pueden comenzar el movimiento de manera activa y aprovechar la inercia mecánica del aparato de manera que facilite el movimiento requiriendo menos fuerza por parte del individuo. Se concedían tareas desde 500 a 1500 ciclos de movimiento según las posibilidades de cada individuo.

- **LOKOMAT-RGO + tDCS anódica en el hemisferio afectado (Figura 5)**. El Lokomat es un exoesqueleto robótico que facilita la deambulación funcional bilateral y simétrica. Simula el patrón normal y respeta los tiempos del ciclo de la marcha. Es una forma intensiva de realizar tareas orientadas a un objetivo y una forma repetitiva de entrenamiento para la restauración de la marcha y permite la interacción mediante feed-back. Este aparato permite realizar aumento progresivo del peso del propio cuerpo del individuo durante la marcha simulada.

- **Estimulación Eléctrica Funcional (EEF) + Ejercicios para extremidad superior**: La EEF se aplica a la extremidad superior afectada mediante la colocación de 4 electrodos: en los músculos flexores de los dedos, extensores de los dedos extensor del pulgar y músculos tenares. Se generaba una activación trifásica de los músculos agonistas y antagonistas. El individuo debía iniciar el movimiento activamente abriendo y cerrando la mano.

## 5. DISCUSIÓN

Esta revisión recoge información sobre 5 estudios que tratan de demostrar que la neuroplasticidad está relacionada con la recuperación de la funcionalidad y que las intervenciones efectuadas tuvieron resultados positivos en la consecución de funcionalidad y aumento de la neuroplasticidad.

Las terapias innovadoras basadas en la Estimulación Magnética Transcraneal, la Estimulación Eléctrica Funcional o los exoesqueletos robóticos parecen ser una herra-

mienta segura para la rehabilitación de pacientes con ACV ya que no se describen efectos adversos notables. Sin embargo, todos los estudios concluyen que son necesarios más ensayos con mayores tamaños de muestra para evidenciar los beneficios. Todas estas terapias parecen reflejar mejores resultados que la fisioterapia aplicada por sí sola sin embargo, estas terapias no se han aplicado de manera aislada sino que afirman ser dependientes de otras terapias provenientes del ámbito de la fisioterapia o la terapia ocupacional. Cuatro de las terapias que se mostraron mejores que la fisioterapia por sí sola, no se administraron de manera aislada sino que se administraron simultáneamente a ejercicios de coordinación periférica para la extremidad superior, ejercicios enfocados a tareas, terapia por restricción del movimiento, estiramientos pasivos o Bobath.

Tanto el estudio de R. Lindenberg et al., (2010) y de Cathy M Stinear et al., (2013) sostienen que la recuperación funcional es más efectiva cuando existe una estimulación central combinada con una estimulación periférica mediante la fisioterapia o la terapia ocupacional. Además cobra especial relevancia la realización de ejercicios enfocados a tareas, que se alejen de lo simples movimientos pasivos y mecanizados de la extremidad afecta. Tanto las terapias de EMT como el dispositivo bimanual mecánico en espejo deberían aplicarse con una terapia complementaria ya que por sí solos, carecen de tareas específicas que estimulen el interés del paciente. Haciendo referencia a esta dependencia entre terapias, el estudio de Matthew P. Malcolm et al., (2007) también sostiene que la Estimulación Magnética Transcraneal repetitiva depende en gran medida de la terapia por restricción de movimiento para producir cambios funcionales.

El estudio de Ina M Tarkka et al., (2011) también afirma que la neuroplasticidad que pueda inducir la EEF es dependiente de un movimiento voluntario por parte del paciente, lo que se traduce en una dependencia de estímulos periféricos mediante ejercicios para la extremidad superior.

Estas terapias combinadas pueden mejorar la adquisición de la habilidad motora que se puede explicar mediante el fenómeno neuroplástico de potenciación a largo plazo o LTP (Long Term Potentiation). De esta manera mediante la fisioterapia se provoca la

excitabilidad del córtex de manera periférica mientras que la excitabilidad interna de éste se estimula con la EMT (21) (23). Este fenómeno neuroplástico puede ser el responsable de la manutención en el tiempo de los resultados positivos, ya que en 3 de los estudios se mantienen los efectos aún pasados los 6 meses (23,26).

La introducción de nuevos tratamientos en la rutina rehabilitadora de los pacientes con ACV demostraron mayor participación por su parte, como refleja el estudio piloto de Megan M. Danzl et al., (2013). Este estudio demuestra que es factible la aplicación de la terapia combinada de Lokomat con EMT y además sostiene que pudo obtenerse una mejora cualitativa referida a una mayor participación y motivación tanto en su casa como en el centro de rehabilitación e investigación (por ejemplo: habilidad para limpiar la cocina, completar las transferencias a la silla de ruedas, subida y bajada de escaleras o caminar). Estas mejoras en la vida diaria pudieron observarse en la puntuación de la escala SIS y puede ser el fundamento a favor para futuros estudios.

Los resultados de estos estudios son muy prometedores y proporcionan una base empírica para futuras investigaciones. Tanto es así que se ha visto que según la curva de recuperación esperada, pasados los 6 meses desde el ACV es difícil objetivar ganancias funcionales tras la rehabilitación (6); sin embargo, los estudios (25, 26, 28) revelan evidencias de que sí es posible observar esas ganancias pasados al menos un año o incluso 11, 6 años desde el diagnóstico, y que pueden observarse tanto en los test funcionales como en los mapas de activación cortical (25,26). Lo que puede suponer una nueva y esperanzadora perspectiva en el tratamiento de estos pacientes.

### **-Limitaciones del estudio**

Las limitaciones principales que pueden tener estos estudios se atribuyen al tamaño de la muestra y la falta de más ensayos clínicos de calidad para realizar comparaciones entre ellos. Solo 3 de los 5 artículos seleccionados especifican que son de doble ciego y ninguno de ellos describe el método de enmascaramiento.

La comparación entre los distintos trabajos es dificultosa ante la diversidad de las poblaciones estudiadas, pues no es posible establecer grupos de estudio con las mismas características debido a la heterogeneidad de la clínica del ACV.

Las herramientas de valoración tanto de la funcionalidad como de la neuroplasticidad no han sido en todos los estudios las mismas por lo que dificulta la comparación de los resultados y más en concreto, dificulta la valoración de la funcionalidad ya que esta última depende en gran parte de la clínica de cada paciente, que en este tipo de enfermedad puede ser muy variable.

El periodo clínico de los pacientes de cada estudio fue variable, ya que uno de los estudios incluyó pacientes con al menos 26 días tras el accidente y otros incluyeron pacientes con al menos 11 años desde el diagnóstico, lo que puede llevar a la interpretación de resultados poco fiables ya que la edad es un factor determinante en el proceso de aprendizaje motor y recuperación de habilidades perdidas. También el número de sesiones fue variable de un estudio a otro, siendo el más largo de 5 sesiones por semana durante 4 semanas.

La valoración de la neuroplasticidad se ha llevado a cabo solo en 4 de los estudios (21, 23, 28,30) donde uno de ellos no da resultados precisos por no hacer la valoración de toda la muestra. El estudio de esta variable no parece ser del todo claro ya que la activación cortical se valora desde diferentes parámetros.

Finalmente, no podemos asegurar que los términos utilizados para identificar las técnicas posibles hayan recogido todos los artículos de interés; sin embargo, la estrategia de búsqueda, la utilización de términos amplios y específicos han intentado recoger toda la información existente. Otros aspectos limitadores de la investigación son: la escasa cifra de estudios sobre el tema, y los posibles errores que se hayan producido en la traducción de los artículos del inglés al español, lo que puede dar problemas de interpretación. Otro aspecto, es la falta de experiencia de la evaluadora en el desarrollo de trabajos de estas características y en la aplicación de escalas como PEDro y Jadad en la valoración de calidad de los artículos.

## **6. CONCLUSIONES**

-La fisioterapia no fue capaz por sí sola de inducir efectos neuroplásticos o de reorganización cortical objetivables en el cerebro de pacientes con ACV. Aunque sí fue capaz

de producir cambios de mejora en los test funcionales aún pasados al menos 6 meses desde el diagnóstico.

-Aquellas terapias que no requirieron la atención o la motivación del paciente como los estiramientos pasivos, los ejercicios sin un objetivo fijo o el dispositivo mecánico bimanual fracasaron en la obtención de resultados positivos en la activación cortical y tuvieron escaso impacto en los test funcionales.

-La fisioterapia se presenta como una terapia complementaria a otras terapias de estimulación craneal no invasiva como la Estimulación Magnética Transcraneal o la Estimulación Eléctrica Funcional y éstas a su vez parecen ser dependientes de técnicas de fisioterapia o terapia ocupacional para dar lugar a cambios significativos tanto en los mapas de activación cortical como en los test funcionales. Estas terapias combinadas, se mostraron más efectivas y además pudieron relacionar la reorganización cortical del lado afecto del cerebro con el aumento de la funcionalidad y en algunos casos, los cambios inducidos se mantuvieron en el tiempo al menos 6 meses después de la intervención.

-La terapia por restricción de movimiento, las tareas enfocadas a un objetivo y el exoesqueleto robótico Lokomat propios del área de la fisioterapia son capaces de provocar cambios al aumentar la puntuación de los test funcionales sin embargo hacen falta más estudios para dar resultados más precisos y significativos.

-No creemos que sea posible extrapolar estos tratamientos a la población en general debido a la escasa muestra estudiada, pero lo que si podemos afirmar es que las técnicas combinadas son capaces de producir cambios tanto a nivel central como periférico que deben estudiarse con más precisión en un número mayor de muestra y con una mayor uniformidad en la valoración cuantitativa de los resultados.

## 7. TABLAS Y FIGURAS

### TABLAS:

Tabla 3. **Tabla de resultados de la búsqueda bibliográfica.**

Autor , país y año	Población	Diagnóstico	Intervención de fisioterapia	Resultados frente a <u>otras intervenciones*</u>
(25) R. Lindenberg et al., EE.UU., 2010	<b>20 personas</b> 15 Hom- bres 5 Mujeres Edad entre 34,6-76,5 años	Ictus crónico con al menos entre 5,3 meses-6,7años desde el diagnósti- co. Lesión en Arteria Cerebral Media -Movilidad parcial de la extremidad: 15° de flexión y dorsiflexión para la muñeca afectada. Y grado de fuerza según Medical Research Council de ≤3/5. -No tomaban me- dicación que afecte al SNC.	-Tareas funcionales y de coordinación motora. -Actividades enfocadas a objeti- vos (alcance, agarre y manipulación de objetos) para la ex- tremidad superior afectada. -5 sesiones consec- utivas durante una semana	No hubo efectos adversos <u>-Funcionalidad</u> <b>UE-FM:</b> hubo una mejora del 3,2% para aquellos que reci- bieron fisioterapia mientras que el otro grupo obtuvo, un 9%. <b>WMFT:</b> mejora del 6% mientras que el otro grupo mejoró un 19% (p<0,05). <u>-Actividad cerebral</u> <b>RMf:</b> No se vieron cambios en la activación cortical ni relación con los test funcionales en el grupo que recibió fisioterapia mientras que en el otro grupo que recibió t DCS bilateral sí; se vio mayor activación cortical en el área motora y premotora del lado contra e ipsilateral al mover activamente codo y muñeca y además se vio relación con los test funcionales.
(26) Matthew P. Malcolm et al.	<b>19 perso- nas finalizaron el estudio</b>	Ictus crónico con al menos 1 año desde el diagnóstico. Por afectación de	-Protocolo modifica- do de CIT para ex- tremidad superior : -Uso de artefacto	No hubo efectos adversos <u>-Funcionalidad:</u> PRIMEROS RESULTADOS: <b>WMFT:</b> diferencia de 20 puntos entre los grupos al inicio.

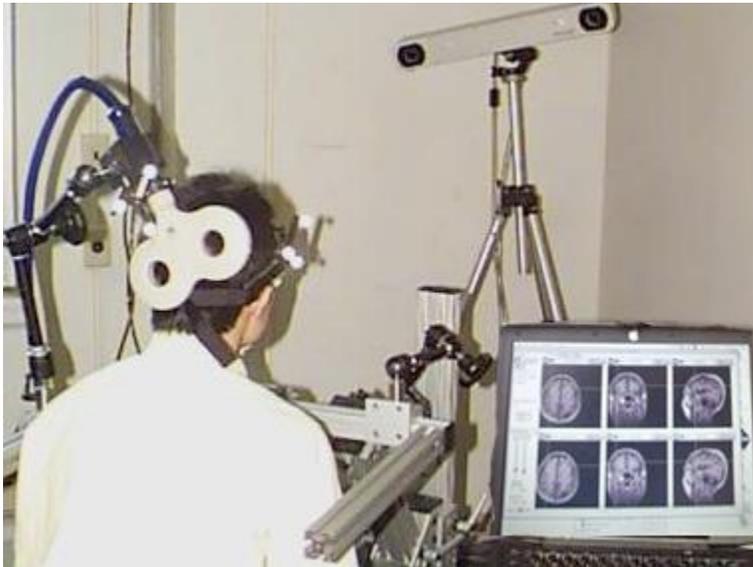
EE.UU.,2007	<p><b>18</b>(1 hombre abandonó el estudio por problemas recurrentes de salud) 11 Hom- bres 8 Mujeres Con media de 67 años</p>	<p>Arteria Cerebral Media (11), por infarto lacunar (7) y por hemorragia cerebral (1) . -No medicación que pudiera afectar el SNC</p>	<p>restrictivo durante el 90% de las horas despierto -Realización de tareas motoras para las AVD en laboratorio y 5 horas de estos ejercicios en casa. -Un terapeuta guiaba la realización de tareas motoras finas y gruesas. -2 semanas de intervención</p>	<p>El otro grupo mejoró 0,85 segundos más que el que recibió fisioterapia en las 2 primeras semanas y 0,21 segundos a los 6 meses. <b>MAL (cantidad):</b> No hubo diferencia entre grupos al inicio. El grupo que recibió solo fisioterapia mejoró 1,3 puntos a las dos semanas y 1,1 puntos a los 6 meses en comparación con el otro grupo que mejoró solo 0,7 puntos a las 2 semanas y 0,1 a los 6 meses. (p&lt;0,05)</p> <p><b>SEGUNDOS RESULTADOS</b> <b>MAL (calidad):</b> No hubo diferencias entre grupos tras la intervención, el otro grupo en comparación mejoró 0,31 puntos a las 2 semanas y 0,02 puntos a los 6 meses, pero estos valores no fueron significativos. <b>BBT:</b> el grupo en comparación mejoró 3,6 puntos más que el que recibió solo fisioterapia a las 2 semanas y 6,9 puntos a los 6 meses. <u>Actividad cerebral:</u> <b>EMT y EMG:</b> Se colocaron electrodos en los primeros músculos interóseos dorsales de la mano afecta y se midieron los temblores de potenciales motores evocados, definiendo estos como la intensidad de estímulo mínima para obtener PME mayores de 20mV con al menos de 3 a 6 estimulaciones consecutivas. A menor temblor, mejor respuesta y viceversa. Se observó que en el grupo que recibió fisioterapia no sufrió variaciones en estos temblores a las 2 semanas de intervención, mantuvo el valor de 53,1 Hz , mientras que el otro grupo redujo estos temblores de manera significativa de 53,6 a 50,3 Hz a las 2 semanas.</p>
(27) Cathy M Stinear et al. Nueva Zelanda, 2013	<p><b>57</b> pacientes, finalizaron el estudio 48. No se especifica sexo Edad entre 68-71 años</p>	<p>Ictus isquémico mono hemisférico en fase aguda: de al menos 26 días. -Excluidos aquellos con espasticidad severa o pérdida somato sensorial completa.</p>	<p>-Estimulación eléctrica de la extremidad superior afecta mediante TENS durante 15 min + 30 min de fisioterapia (no se especifican las técnicas empleadas). - Todos los días du-</p>	<p><u>Funcionalidad:</u> La meseta que representa la recuperación funcional en la gráfica con los resultados fue alcanzada antes por el grupo que utilizó el aparato mecánico en espejo. El otro grupo obtuvo unos resultados 3 veces mejores en comparación con la fisioterapia tras las 12 semanas de intervención (p&lt;0,05). <b>Escala Modificada de Rankin:</b> a las 12 semanas no había diferencias significativas en la media de los grupos</p>

			rante 4 semanas	: de 0-4 puntos para el grupo en comparación y de 0-5 puntos para el de fisioterapia <b>SIS:</b> grupo con fisioterapia: 65,4 puntos; grupo en comparación: 63,5 puntos dando mejores resultados el grupo que recibió fisioterapia. <u>Actividad cerebral:</u> <b>EMT + EMG:</b> Se midió la respuesta al estímulo de los músculos extensores radiales de la extremidad superior afectada mediante <b>PME</b> . En las gráficas con la recopilación de datos se observó que la pendiente que representa la excitabilidad del lado de la lesión aumentó y el lado contralateral disminuyó para el otro grupo pero no se vieron estos cambios para el grupo que recibió fisioterapia.
(28) Megan M. Danzl et al. EE.UU.,2013	<b>10</b> pacientes , 8 completaron el estudio 4 Hombres 4 Mujeres Edad entre 44-80 años	Ictus diagnosticado al menos 12 meses antes de la intervención (entre 1,1 - 11,6 años). Por ictus hemorrágico (2) e isquémico (8). -No espasticidad severa -No medicación que afecte al SNC.	- Lokomat-RGO + simulación de tDCS. -3 sesiones a la semana durante 4 semanas	No hubo efectos adversos <u>Funcionalidad:</u> <b>Resultados cuantitativos</b> <b>10MWT, FAC, TUG, SIS</b> obtuvieron mejores resultados para la otra terapia que para la fisioterapia menos la <b>BBS</b> que era favorable para esta última. Los 4 primeros test tuvieron una diferencia estadística significativa menos el <b>TUG</b> ( $p<0,05$ ) <b>Resultados cualitativos</b> - Mayor esperanza para la recuperación - Deseo de innovación - Soporte de equipo de rehabilitación - Mayor participación por parte del paciente - Mejor uso de Lokomat para aquellos que ya sabían utilizarlo
(23) Ina M Tarkka et al. Finlandia, 2011	<b>20</b> pacientes 13 Hombres 7 Mujeres Con media de edad de 63 años	Ictus crónico recurrente. Causa isquémica (10) y hemorrágica (10) -Con déficit funcional severo de la extremidad afecta	-Ejercicios activos con focalización de la atención y estiramientos pasivos por parte del fisioterapeuta. -2 sesiones/día de 30 minutos cada una 5 días/semana durante 2 semanas	<u>Funcionalidad:</u> <b>WMFT:</b> el grupo que recibió fisioterapia mejoró el test en un 9% mientras que el que recibió EEf +ejercicios mejoró un 13% ( $p<0,05$ ). <u>Actividad cerebral:</u> <b>EMT y EMG:</b> se han medido los PME latentes de 4 grupos musculares de la extremidad superior parética (abductor corto del pulgar, abductor del meñique, flexores del carpo y extensores del carpo) y los PS de ambas extremidades.

			consecutivas	<p><b>PME</b> latentes: solo se midieron los PME en el lado parético de 9/20 pacientes tras la intervención, y se observó que estos PME latentes se acortaron (lo que supone una mejora) en todos los músculos en aquellas personas que recibieron la otra terapia (EEF) pero no se acortaron estos periodos en las personas que recibieron fisioterapia. Estos resultados se mantuvieron pasados los 6 meses después de la intervención.</p> <p><b>PS:</b> se observó que estos periodos eran más cortos para los músculos del lado parético (lesión del hemisferio contralateral) y más largos para los músculos del lado no parético y no hubo cambios de estos valores tras la intervención.</p>
--	--	--	--------------	--

**FIGURAS:**

**Figura 3. Estimulación Magnética Transcraneal.**



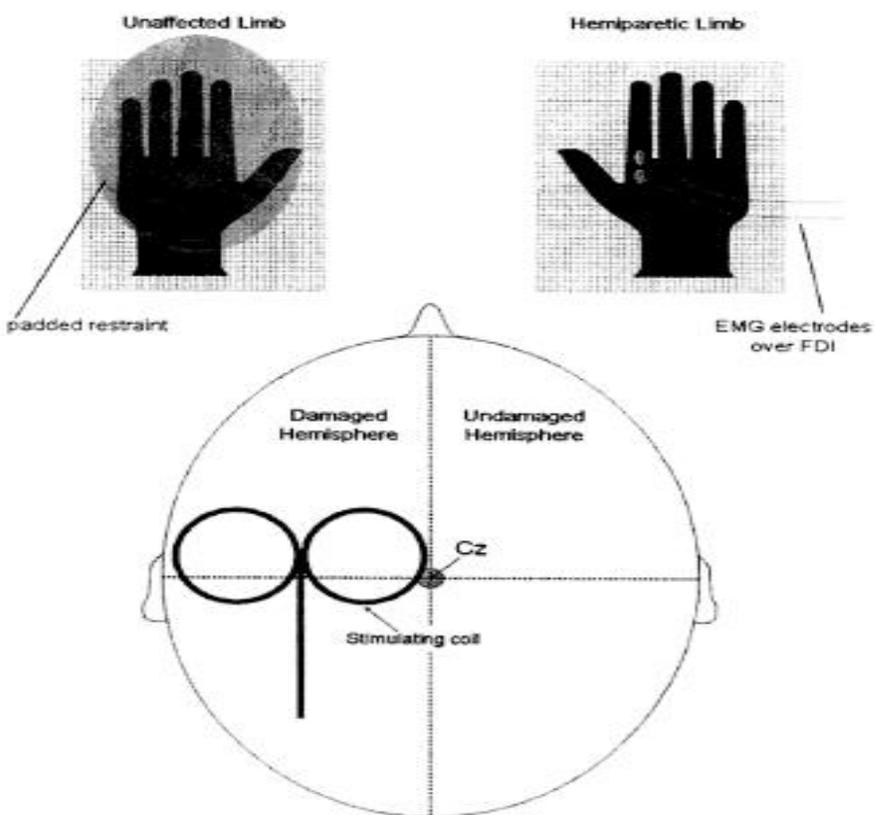
**Figura 4. Dispositivo mecánico bimanual en espejo para extremidad superior.**



Figura 5. LOKOMAT-RGO + tDCS anódica en el hemisferio afectado.



Figura 6. Terapia por restricción de movimiento del lado sano + EMT repetitiva.



## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez-Sabín J, Alonso de Leciñana M, Gallego J, Gil Peralta A, Casado I, Castillo J, et al. Plan de atención sanitaria al ictus. *Neurología*. 2006;21(10):717-26.
2. Abraham Arana Chacón, Carlos Santiago Uribe Uribe, Alfredo Muñoz Berrío, Fabio Alonso Salinas Durán. *Accidente cerebrovascular ISS, Ascofame*; 1997.
3. Suárez-Escudero JC, Restrepo S, Ramírez EP, Bedoya CL, Jiménez I. Descripción clínica, social, laboral y de la percepción funcional individual en pacientes con ataque cerebrovascular. *Acta Neurol Colomb*. 2011;27(2).
4. Díez-Tejedor E, Del Bruto O, Álvarez Sabín J, Muñoz M, Abiusi G. Clasificación de las enfermedades cerebrovasculares. *Sociedad Iberoamericana de Enfermedades Cerebrovasculares. Rev Neurol*. 2001;33(5):455-64.
5. Durà Mata MJ, Molleda Marzo M, García Almazán C, Mallol Badellino J, Calderon Padilla V. Factores pronósticos en el ictus. De la fase aguda a los tres años. *Rehabilitación*. 2011;45(1):18-23.
6. Cuadrado ÁA. Rehabilitación del ACV: evaluación, pronóstico y tratamiento. *Galicia Clínica*. 2009;70(3):25-40.
7. Carod-Artal F. Escalas específicas para la evaluación de la calidad de vida en el ictus. *Rev Neurol*. 2004;39(11):1052-62.
8. Murillo DS. GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD A PERSONAS CON DISCAPACIDAD PARTICIPANTES EN FORMACIÓN PROFESIONAL DEL INA.
9. Masjuan J, Arenillas J, López-Fernández J, Calleja S. Unidades de ictus: el mejor tratamiento para los pacientes con ictus. *Medicina Intensiva*. 2009;33(8):407-.
10. Álvarez Sabín J. Mortalidad hospitalaria por ictus. *Revista Española de Cardiología*. 2008;61(10):1007-9.
11. Díaz-Guzmán J, Egido-Herrero J, Gabriel-Sánchez R, Barberá G, Fuentes B, Fernández-Pérez C, et al. Incidencia de ictus en España. Bases metodológicas del estudio Iberictus. *Rev Neurol*. 2008;47(12):617-23.
12. Aguilar F. Plasticidad Cerebral, parte 2. *Arch invest méd*. 2003;41(2):133-42.

13. Duarte E, Alonso B, Fernández M, Fernández J, Flórez M, García-Montes I, et al. Rehabilitación del ictus: modelo asistencial. Recomendaciones de la Sociedad Española de Rehabilitación y Medicina Física, 2009. *Rehabilitación*. 2010;44(1):60-8.
14. García MF. Intervenciones para mejorar la función motora en el paciente con ictus. *Rehabilitación (Madr)*. 2000;34(6):423-36.
15. Nudo RJ, Friel KM. Cortical plasticity after stroke: implications for rehabilitation. *Revue neurologique*. 1999;155(9):713-7. Epub 1999/10/21.
16. Bach-y-Rita P. Late postacute neurologic rehabilitation: Neuroscience, engineering, and clinical programs. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2003;84(8):1100-8.
17. Pascual-Leone A, Freitas C, Oberman L, Horvath JC, Halko M, Eldaief M, et al. Characterizing brain cortical plasticity and network dynamics across the age-span in health and disease with TMS-EEG and TMS-fMRI. *Brain topography*. 2011;24(3-4):302-15.
18. Bayón M, Martínez J. Plasticidad cerebral inducida por algunas terapias aplicadas en el paciente con ictus. *Rehabilitación*. 2008;42(2):86-91.
19. Dobkin BH, Dorsch A. New evidence for therapies in stroke rehabilitation. *Current atherosclerosis reports*. 2013;15(6):1-9.
20. Doussoulin-Sanhueza MA. Como se fundamenta la neurorrehabilitación desde el punto de vista de la neuroplasticidad. *Arch Neurocién (Mex)*. 2011;16(4):216-22.
21. Hernández-Muela S, Mulas F, Mattos L. Plasticidad neuronal funcional. *Rev Neurol*. 2004;38(1):58-68.
22. Boyd LA, Vidoni ED, Daly JJ. Answering the call: the influence of neuroimaging and electrophysiological evidence on rehabilitation. *Physical therapy*. 2007;87(6):684-703.
23. Tarkka IM, Pitkanen K, Popovic DB, Vanninen R, Kononen M. Functional electrical therapy for hemiparesis alleviates disability and enhances neuroplasticity. *The Tohoku journal of experimental medicine*. 2011;225(1):71-6. Epub 2011/09/01.
24. Pinedo S, Erazo P, Pérez I. Ictus y rehabilitación. Calidad metodológica de las guías de práctica clínica. *Rehabilitación*. 2009;43(2):58-64.

25. Lindenberg R, Renga V, Zhu LL, Nair D, Schlaug G. Bihemispheric brain stimulation facilitates motor recovery in chronic stroke patients. *Neurology*. 2010;75(24):2176-84. Epub 2010/11/12.
26. Malcolm MP, Triggs WJ, Light KE, Gonzalez Rothi LJ, Wu S, Reid K, et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation as an adjunct to constraint-induced therapy: an exploratory randomized controlled trial. *American journal of physical medicine & rehabilitation / Association of Academic Physiatrists*. 2007;86(9):707-15. Epub 2007/08/22.
27. Stinear CM, Petoe MA, Anwar S, Barber PA, Byblow WD. Bilateral priming accelerates recovery of upper limb function after stroke: a randomized controlled trial. *Stroke; a journal of cerebral circulation*. 2014;45(1):205-10. Epub 2013/11/02.
28. Danzl MM, Chelette KC, Lee K, Lykins D, Sawaki L. Brain stimulation paired with novel locomotor training with robotic gait orthosis in chronic stroke: a feasibility study. *NeuroRehabilitation*. 2013;33(1):67-76. Epub 2013/08/21.
29. Bayón M. Estimulación magnética transcraneal en la rehabilitación del ictus. *Rehabilitación*. 2011;45(3):261-7.
30. Stagg CJ, Johansen-Berg H. Studying the effects of transcranial direct-current stimulation in stroke recovery using magnetic resonance imaging. *Frontiers in human neuroscience*. 2013;7.
31. Carr JH, Shepherd RB. The changing face of neurological rehabilitation. *Rev. bras. fisioter*. [Internet]. 2006 [cited 2015 Aug 14]; 10( 2 ): 147-156. Disponible en: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S141335552006000200003&lng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141335552006000200003&lng=en). <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552006000200003>.
32. Bergado-Rosado JA, Almaguer-Melián W. Mecanismos celulares de la neuroplasticidad. *Rev Neurol* 2000; 31 (11):1074-1095
33. Rehabilitation Institute of Chicago, Center for Rehabilitation Outcomes Research, Northwestern University Feinberg School of Medicine Department of Medical Social Sciences Informatics group. Rehabilitation Measures Database. Chicago: Jason Raad, 2010 [8/28/2014] 2:46 PM. Disponible en: <http://www.rehabmeasures.org/default.aspx>

## 9. ANEXOS

ANEXO I: Test para la valoración de la funcionalidad.

### 1. Wolf Motor Function Test (WMFT)

---

**WOLF MOTOR FUNCTION TEST  
DATA COLLECTION FORM**

Subject's Name: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

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

Arm tested (check one): More-affected \_\_\_\_\_      Less-affected \_\_\_\_\_

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

## 2. Fugl-Meyer (FM)

FUGL-MEYER ASSESSMENT OF PHYSICAL PERFORMANCE				
Motor Function Upper Extremity				
TEST	ITEM	SCORE		SCORING CRITERIA
		Pre	Post	
I. Reflexes	Biceps			0-No reflex activity can be elicited
	Triceps			2-Reflex activity can be elicited
II. Flexor Synergy	Elevation			0-Cannot be performed at all
	Shoulder retraction			1-Performed partly
	Abduction (at least 90°)			2-Performed faultlessly
	External rotation			
	Elbow flexion			
	Forearm supination			
III. Extensor Synergy	Shoulder add./int. rot.			0-Cannot be performed at all
	Elbow extension			1-Performed partly
	Forearm pronation			2-Performed faultlessly
IV. Movement combining synergies	Hand to lumbar spine			0-No specific action performed 1-Hand must pass anterior superior iliac spine 2-Performed faultlessly
	Shoulder flexion to 90°, elbow at 0°			0-Arm is immediately abducted, or elbow flexes at start of motion 1-Abduction or elbow flexion occurs in later phase of motion 2-Performed faultlessly
	Pronation/supination of forearm with elbow at 90° & shoulder at 0°			0-Correct position of shoulder and elbow cannot be attained, and/or pronation or supination cannot be performed at all 1-Active pronation or supination can be performed even within a limited range of motion, and at the same time the shoulder and elbow are correctly positioned 2-Complete pronation and supination with correct positions at elbow and shoulder
V. Movement out of synergy	Shoulder abduction to 90°, elbow at 0°, and forearm pronated			0-Initial elbow flexion occurs, or any deviation from pronated forearm occurs 1-Motion can be performed partly, or, if during motion, elbow is flexed, or forearm cannot be kept in pronation 2-Performed faultlessly
	Shoulder flexion 90-180°, elbow at 0°, and forearm in mid-position			0-Initial flexion of elbow or shoulder abduction occurs 1-Elbow flexion or shoulder abduction occurs during shoulder flexion 2- Performed faultlessly
	Pronation/supination of forearm, elbow at 0° and shoulder between 30-90° of flexion			0-Supination and pronation cannot be performed at all, or elbow and shoulder positions cannot be attained 1-Elbow and shoulder properly positioned and pronation and supination performed in a limited range 2-Performed faultlessly
VI. Normal reflex activity	Biceps and/or finger flexors and triceps (This item is only included if the patient achieves a maximum score on all previous items, otherwise score 0)			0-At least 2 of the 3 phasic reflexes are markedly hyperactive 1-One reflex is markedly hyperactive, or at least 2 reflexes are lively 2-No more than one reflex is lively and none are hyperactive

TEST	ITEM	SCORE	SCORING CRITERIA
VII. Wrist	Stability, elbow at 90 <sup>0</sup> , shoulder at 0 <sup>0</sup>		0-Patient cannot dorsiflex wrist to required 15 <sup>0</sup> 1-Dorsiflexion is accomplished, but no resistance is taken 2-Position can be maintained with some (slight) resistance
	Flexion/extension, elbow at 90 <sup>0</sup> , shoulder at 0 <sup>0</sup>		0-Volitional movement does not occur 1-Patient cannot actively move the wrist joint throughout the total ROM 2-Faultless, smooth movement
	Stability, elbow at 0 <sup>0</sup> , shoulder at 30 <sup>0</sup>		0-Patient cannot dorsiflex wrist to required 15 <sup>0</sup> 1-Dorsiflexion is accomplished, but no resistance is taken 2-Position can be maintained with some (slight) resistance
	Flexion/extension, elbow at 0 <sup>0</sup> , shoulder at 30 <sup>0</sup>		0-Volitional movement does not occur 1-Patient cannot actively move the wrist joint throughout the total ROM 2-Faultless, smooth movement
	Circumduction		0-Cannot be performed 1-Jerky motion or incomplete circumduction 2-Complete motion with smoothness
VIII. Hand	Finger mass flexion		0-No flexion occurs 1-Some flexion, but not full motion 2-Complete active flexion (compared with unaffected hand)
	Finger mass extension		0-No extension occurs 1-Patient can release an active mass flexion grasp 2-Full active extension
	Grasp I - MCP joints extended and proximal & distal IP joints are flexed; grasp is tested against resistance		0-Required position cannot be acquired 1-Grasp is weak 2-Grasp can be maintained against relatively great resistance
	Grasp II - Patient is instructed to adduct thumb, with a scrap of paper interposed		0-Function cannot be performed 1-Scrap of paper interposed between the thumb and index finger can be kept in place, but not against a slight tug 2-Paper is held firmly against a tug
	Grasp III - Patient opposes thumb pad against the pad of index finger, with a pencil interposed		0-Function cannot be performed 1-Pencil interposed between the thumb and index finger can be kept in place, but not against a slight tug 2-Pencil is held firmly against a tug
	Grasp IV - The patient should grasp a can by opposing the volar surfaces of the 1st and 2nd digits.		0-Function cannot be performed 1-A can interposed between the thumb and index finger can be kept in place, but not against a slight tug 2-Can is held firmly against a tug
	grasps a tennis ball with a spherical grip or is instructed to place his/her fingers in a position with abduction position of the thumb and abduction flexion of the 2nd, 3rd, 4th & 5th fingers		1-A tennis ball can be kept in place with a spherical grasp but not against a slight tug 2-Tennis ball is held firmly against a tug
IX. Coordination/ Speed- Finger from knee to nose (5 repetitions in rapid succession)	Tremor		0-Marked tremor 1-Slight tremor 2-No tremor
	Dysmetria		0-Pronounced or unsystematic dysmetria 1-Slight or systematic dysmetria 2-No dysmetria
	Speed		0-Activity is more than 6 seconds longer than unaffected hand 1-(2-5.9) seconds longer than unaffected hand 2-Less than 2 seconds difference
Upper Extremity Total			Maximum = 66

### 3. The Quality of Movement scale of the Motor Activity Log (MAL)

Nombre: _____
Mano dominante: _____
Lado débil: _____

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

#### 4. Action Research Arm Test (ARAT)

**ACTION Patient Name:** \_\_\_\_\_

**RESEARCH Rater Name:** \_\_\_\_\_

**ARM TEST Date:** \_\_\_\_\_

##### Instructions

There are four subtests: Grasp, Grip, Pinch, Gross Movement. Items in each are ordered so that:

- if the subject passes the first, no more need to be administered and he scores top marks for that subtest;
- if the subject fails the first *and* fails the second, he scores zero, and again no more tests need to be performed in that subtest;
- otherwise he needs to complete all tasks within the subtest

##### Activity Score

###### Grasp

1. Block, wood, 10 cm cube (If score = 3, total = 18 and to Grip) \_\_\_\_\_

Pick up a 10 cm block

2. Block, wood, 2.5 cm cube (If score = 0, total = 0 and go to Grip) \_\_\_\_\_

Pick up 2.5 cm block

3. Block, wood, 5 cm cube \_\_\_\_\_

4. Block, wood, 7.5 cm cube \_\_\_\_\_

5. Ball (Cricket), 7.5 cm diameter \_\_\_\_\_

6. Stone 10 x 2.5 x 1 cm \_\_\_\_\_

Coefficient of reproducibility = 0.98

Coefficient of scalability = 0.94

###### Grip

1. Pour water from glass to glass (If score = 3, total = 12, and go to Pinch) \_\_\_\_\_

2. Tube 2.25 cm (If score = 0, total = 0 and go to Pinch) \_\_\_\_\_

3. Tube 1 x 16 cm \_\_\_\_\_

4. Washer (3.5 cm diameter) over bolt \_\_\_\_\_

Coefficient of reproducibility = 0.99

Coefficient of scalability = 0.98

###### Pinch

1. Ball bearing, 6 mm, 3<sup>rd</sup> finger and thumb (If score = 3, total = 18 and go to Grossmt) \_\_\_\_\_

2. Marble, 1.5 cm, index finger and thumb (If score = 0, total = 0 and go to Grossmt) \_\_\_\_\_

3. Ball bearing 2<sup>nd</sup> finger and thumb \_\_\_\_\_

5. Marble 3<sup>rd</sup> finger and thumb \_\_\_\_\_

6. Marble 2<sup>nd</sup> finger and thumb \_\_\_\_\_

Coefficient of reproducibility = 0.99

Coefficient of scalability = 0.98

###### Grossmt (Gross Movement)

1. Place hand behind head (If score = 3, total = 9 and finish) \_\_\_\_\_

2. (If score = 0, total = 0 and finish) \_\_\_\_\_

3. Place hand on top of head \_\_\_\_\_

4. Hand to mouth \_\_\_\_\_

Coefficient of reproducibility = 0.98

Coefficient of scalability = 0.97

## 5. National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS)

**Escala NIHSS: National institute of Health Stroke Scale. Fechas/hora:**

<b>1a. Nivel de conciencia</b>	Alerta	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Somnolencia	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Obnubilación	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Coma	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>1b. Nivel de conciencia Preguntas verbales</b> ¿En qué mes vivimos? ¿Qué edad tiene?	Ambas respuestas son correctas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Una respuesta correcta	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Ninguna respuesta correcta	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>1c. Nivel de conciencia. Órdenes motoras</b> 1. Cierre los ojos, después ábralos. 2. Cierre la mano, después ábrala.	Ambas respuestas son correctas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Una respuesta correcta	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Ninguna respuesta correcta	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>2. Mirada conjugada</b> (voluntariamente o reflejos óculocefálicos, no permitidos óculo-vestibulares) Si lesión de un nervio periférico: 1 punto.	Normal	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Paresia parcial de la mirada	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Paresia total o desviación forzada	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>3. Campos visuales</b> (confrontación) Si ceguera bilateral de cualquier causa: 3 puntos. Si extinción visual: 1 punto	Normal	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hemianopsia parcial	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Hemianopsia completa	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Ceguera bilateral	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>4. Paresia facial</b>	Normal.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Paresia leve (asimetría al sonreír.)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Parálisis total de músc. facial inferior	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Parálisis total de músc facial superior e inferior.	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>5. Paresia de extremidades superiores (ES)</b> Se explora 1° la ES no parética Debe levantar el brazo extendido a 45° (decúbito) ó a 90° (sentado). No se evalúa la fuerza distal Se puntúa cada lado por separado. El 9 no se contabiliza en el cómputo global.	Mantiene la posición 10".	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Claudica en menos de 10" sin llegar a tocar la cama.	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Claudica y toca la cama en menos de 10".	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Hay movimiento pero no vence gravedad.	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Parálisis completa..	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Extremidad amputada o inmovilizada	9	9	9	9	9	9	9	9	9
<b>6. Paresia de extremidades inferiores (EI)</b> Se explora 1° la EI no patética. Debe levantar la pierna extendida y mantener a 30°. Se puntúa cada lado por separado. El 9 no se contabiliza en el cómputo global.	Mantiene la posición 5".	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Claudica en menos de 5" sin llegar a tocar la cama.	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Claudica y toca la cama en menos de 5".	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Hay movimiento pero no vence gravedad.	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Parálisis completa.	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Extremidad amputada o inmovilizada.	9	9	9	9	9	9	9	9	9
<b>7. Ataxia de las extremidades.</b> Dedo-nariz y talón-rodilla. Si déficit motor que impida medir disimetría: 0 pt.	Normal.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ataxia en una extremidad.	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Ataxia en dos extremidades.	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>8. Sensibilidad.</b> Si obnubilado evaluar la retirada al estímulo doloroso. Si déficit bilateral o coma: 2 puntos.	Normal	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Leve o moderada hipoestesia.	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Anestesia.	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>9. Lenguaje.</b> Si coma: 3 puntos. Si intubación o anartria: explorar por escritura.	Normal.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Afasia leve o moderada.	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Afasia grave, no posible entenderse.	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Afasia global o en coma	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>10. Disartria.</b> Si afasia: 3 puntos	Normal.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Leve, se le puede entender.	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Grave, ininteligible o anartria.	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Intubado. No puntúa.	9	9	9	9	9	9	9	9	9
<b>11. Extinción-Negligencia-Inatención.</b> Si coma: 2 puntos.	Normal.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inatención/extinción en una modalidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Inatención/extinción en más de una modalidad.	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>TOTAL</b>										

## 6. Escala de Rankin Modificada

**MODIFIED  
RANKIN  
SCALE (MRS)**

**Patient Name:** \_\_\_\_\_  
**Rater Name:** \_\_\_\_\_  
**Date:** \_\_\_\_\_

### **Score Description**

0 No symptoms at all

1 No significant disability despite symptoms; able to carry out all usual duties and activities

2 Slight disability; unable to carry out all previous activities, but able to look after own affairs

without assistance

3 Moderate disability; requiring some help, but able to walk without assistance

4 Moderately severe disability; unable to walk without assistance and unable to attend to own bodily

needs without assistance

5 Severe disability; bedridden, incontinent and requiring constant nursing care and attention

6 Dead

**TOTAL (0–6):** \_\_\_\_\_

## 7. Stroke Impact Scale (SIS)

### Stroke Impact Scale

These questions are about the physical problems which may have occurred as a result of your stroke.

1. In the past week, how would you rate the strength of your....	A lot of strength	Quite a bit of strength	Some strength	A little strength	No strength at all
a. Arm that was <u>most affected</u> by your stroke?	5	4	3	2	1
b. Grip of your hand that was <u>most affected</u> by your stroke?	5	4	3	2	1
c. Leg that was <u>most affected</u> by your stroke?	5	4	3	2	1
d. Foot/ankle that was <u>most affected</u> by your stroke?	5	4	3	2	1

These questions are about your memory and thinking.

2. In the past week, how difficult was it for you to...	Not difficult at all	A little difficult	Somewhat difficult	Very difficult	Extremely difficult
a. Remember things that people just told you?	5	4	3	2	1
b. Remember things that happened the day before?	5	4	3	2	1
c. Remember to do things (e.g. keep scheduled appointments or take medication)?	5	4	3	2	1
d. Remember the day of the week?	5	4	3	2	1
e. Concentrate?	5	4	3	2	1
f. Think quickly?	5	4	3	2	1
g. Solve everyday problems?	5	4	3	2	1

**These questions are about how you feel, about changes in your mood and about your ability to control your emotions since your stroke.**

<b>3. In the past week, how often did you...</b>	<b>None of the time</b>	<b>A little of the time</b>	<b>Some of the time</b>	<b>Most of the time</b>	<b>All of the time</b>
a. Feel sad?	5	4	3	2	1
b. Feel that there is nobody you are close to?	5	4	3	2	1
c. Feel that you are a burden to others?	5	4	3	2	1
d. Feel that you have nothing to look forward to?	5	4	3	2	1
e. Blame yourself for mistakes that you made?	5	4	3	2	1
f. Enjoy things as much as ever?	5	4	3	2	1
g. Feel quite nervous?	5	4	3	2	1
h. Feel that life is worth living?	5	4	3	2	1
i. Smile and laugh at least once a day?	5	4	3	2	1

**The following questions are about your ability to communicate with other people, as well as your ability to understand what you read and what you hear in a conversation.**

<b>4. In the past week, how difficult was it to...</b>	<b>Not difficult at all</b>	<b>A little difficult</b>	<b>Somewhat difficult</b>	<b>Very difficult</b>	<b>Extremely difficult</b>
a. Say the name of someone who was in front of you?	5	4	3	2	1
b. Understand what was being said to you in a conversation?	5	4	3	2	1
c. Reply to questions?	5	4	3	2	1
d. Correctly name objects?	5	4	3	2	1
e. Participate in a conversation with a group of people?	5	4	3	2	1
f. Have a conversation on the telephone?	5	4	3	2	1
g. Call another person on the telephone, including selecting the correct phone number and dialing?	5	4	3	2	1

The following questions ask about activities you might do during a typical day.

<b>5. In the past 2 weeks, how difficult was it to...</b>	<b>Not difficult at all</b>	<b>A little difficult</b>	<b>Somewhat difficult</b>	<b>Very difficult</b>	<b>Could not do at all</b>
a. Cut your food with a knife and fork?	5	4	3	2	1
b. Dress the top part of your body?	5	4	3	2	1
c. Bathe yourself?	5	4	3	2	1
d. Clip your toenails?	5	4	3	2	1
e. Get to the toilet on time?	5	4	3	2	1
f. Control your bladder (not have an accident)?	5	4	3	2	1
g. Control your bowels (not have an accident)?	5	4	3	2	1
h. Do light household tasks/chores (e.g. dust, make a bed, take out garbage, do the dishes)?	5	4	3	2	1
i. Go shopping?	5	4	3	2	1
j. Do heavy household chores (e.g. vacuum, laundry or yard work)?	5	4	3	2	1

The following questions are about your ability to be mobile, at home and in the community.

<b>6. In the past 2 weeks, how difficult was it to...</b>	<b>Not difficult at all</b>	<b>A little difficult</b>	<b>Somewhat difficult</b>	<b>Very difficult</b>	<b>Could not do at all</b>
a. Stay sitting without losing your balance?	5	4	3	2	1
b. Stay standing without losing your balance?	5	4	3	2	1
c. Walk without losing your balance?	5	4	3	2	1
d. Move from a bed to a chair?	5	4	3	2	1
e. Walk one block?	5	4	3	2	1
f. Walk fast?	5	4	3	2	1
g. Climb one flight of stairs?	5	4	3	2	1
h. Climb several flights of stairs?	5	4	3	2	1
i. Get in and out of a car?	5	4	3	2	1

The following questions are about your ability to use your hand that was **MOST AFFECTED** by your stroke.

7. In the past 2 weeks, how difficult was it to use your hand that was most affected by your stroke to...	Not difficult at all	A little difficult	Somewhat difficult	Very difficult	Could not do at all
a. Carry heavy objects (e.g. bag of groceries)?	5	4	3	2	1
b. Turn a doorknob?	5	4	3	2	1
c. Open a can or jar?	5	4	3	2	1
d. Tie a shoe lace?	5	4	3	2	1
e. Pick up a dime?	5	4	3	2	1

The following questions are about how stroke has affected your ability to participate in the activities that you usually do, things that are meaningful to you and help you to find purpose in life.

8. During the past 4 weeks, how much of the time have you been limited in...	None of the time	A little of the time	Some of the time	Most of the time	All of the time
a. Your work (paid, voluntary or other)	5	4	3	2	1
b. Your social activities?	5	4	3	2	1
c. Quiet recreation (crafts, reading)?	5	4	3	2	1
d. Active recreation (sports, outings, travel)?	5	4	3	2	1
e. Your role as a family member and/or friend?	5	4	3	2	1
f. Your participation in spiritual or religious activities?	5	4	3	2	1
g. Your ability to control your life as you wish?	5	4	3	2	1
h. Your ability to help others?	5	4	3	2	1

9. Stroke Recovery

**On a scale of 0 to 100, with 100 representing full recovery and 0 representing no recovery, how much have you recovered from your stroke?**

\_\_\_\_\_ 100 Full Recovery

—  
\_\_\_\_\_ 90

—  
\_\_\_\_\_ 80

—  
\_\_\_\_\_ 70

—  
\_\_\_\_\_ 60

—  
\_\_\_\_\_ 50

—  
\_\_\_\_\_ 40

—  
\_\_\_\_\_ 30

—  
\_\_\_\_\_ 20

—  
\_\_\_\_\_ 10

\_\_\_\_\_ 0 No Recovery

## 8. The 10 Meter Walk Test (10MWT)

### 10 Meter Walk Testing Form

Name: \_\_\_\_\_

Assistive Device and/or Bracing Used: \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_

Seconds to ambulate 10 meters (only the middle 6 meters are timed)

Self-Selected Velocity: Trial 1 \_\_\_\_\_ sec.      Fast Velocity: Trial 1 \_\_\_\_\_ sec.

Self-Selected Velocity: Trial 2 \_\_\_\_\_ sec.      Fast Velocity: Trial 2 \_\_\_\_\_ sec.

Self-Selected Velocity: Trial 3 \_\_\_\_\_ sec.      Fast Velocity: Trial 3 \_\_\_\_\_ sec.

Self-Selected Velocity: Average time \_\_\_\_\_ sec.      Fast Velocity: Average time \_\_\_\_\_ sec.

Actual velocity: Divide 6 by the average seconds

Average Self-Selected Velocity: \_\_\_\_\_ m/s

Average Fast-Velocity: \_\_\_\_\_ m/s

Date: \_\_\_\_\_

Seconds to ambulate 10 meters (only the middle 6 meters are timed)

Self-Selected Velocity: Trial 1 \_\_\_\_\_ sec.      Fast Velocity: Trial 1 \_\_\_\_\_ sec.

Self-Selected Velocity: Trial 2 \_\_\_\_\_ sec.      Fast Velocity: Trial 2 \_\_\_\_\_ sec.

Self-Selected Velocity: Trial 3 \_\_\_\_\_ sec.      Fast Velocity: Trial 3 \_\_\_\_\_ sec.

Self-Selected Velocity: Average time \_\_\_\_\_ sec.      Fast Velocity: Average time \_\_\_\_\_ sec.

Actual velocity: Divide 6 by the average seconds

Average Self-Selected Velocity: \_\_\_\_\_ m/s

Average Fast-Velocity: \_\_\_\_\_ m/s

## 9. Timed Up and Go Test (TUG)

### Timed Up and Go (TUG) Test

Name: \_\_\_\_\_ MR: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

1. Equipment: arm chair, tape measure, tape, stop watch.
2. Begin the test with the subject sitting correctly (hips all of the way to the back of the seat) in a chair with arm rests. The chair should be stable and positioned such that it will not move when the subject moves from sit to stand. The subject is allowed to use the arm rests during the sit – stand and stand – sit movements.
3. Place a piece of tape or other marker on the floor 3 meters away from the chair so that it is easily seen by the subject.
4. Instructions: “On the word GO you will stand up, walk to the line on the floor, turn around and walk back to the chair and sit down. Walk at your regular pace.
5. Start timing on the word “GO” and stop timing when the subject is seated again correctly in the chair with their back resting on the back of the chair.
6. The subject wears their regular footwear, may use any gait aid that they normally use during ambulation, but may not be assisted by another person. There is no time limit. They may stop and rest (but not sit down) if they need to.
7. Normal healthy elderly usually complete the task in ten seconds or less. Very frail or weak elderly with poor mobility may take 2 minutes or more.
8. The subject should be given a practice trial that is not timed before testing.
9. Results correlate with gait speed, balance, functional level, the ability to go out, and can follow change over time.

#### Normative Reference Values by Age

Age Group	Time in Seconds (95% Confidence Interval)	
60 – 69 years	8.1	(7.1 – 9.0)
70 – 79 years	9.2	(8.2 – 10.2)
80 – 99 years	11.3	(10.0 – 12.7)

#### Cut-off Values Predictive of Falls by

Group	Time in Seconds
Community Dwelling Frail Older Adults	> 14 associated with high fall risk
Post-op hip fracture patients at time of discharge <sup>3</sup>	> 24 predictive of falls within 6 months after hip fracture
Frail older adults	≥ 30 predictive of requiring assistive device for ambulation and being dependent in ADLs

Date	Time	Date	Time	Date	Time	Date	Time

## 10. Berg Balance Scale

Name: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

Location: \_\_\_\_\_ Rater: \_\_\_\_\_

ITEM DESCRIPTION	SCORE (0-4)
Sitting to standing	_____
Standing unsupported	_____
<b>Sitting unsupported</b>	_____
Standing to sitting	_____
Transfers	_____
Standing with eyes closed	_____
Standing with feet together	_____
Reaching forward with outstretched arm	_____
Retrieving object from floor	_____
Turning to look behind	_____
Turning 360 degrees	_____
Placing alternate foot on stool	_____
Standing with one foot in front	_____
Standing on one foot	_____

Total \_\_\_\_\_

### GENERAL INSTRUCTIONS

Please document each task and/or give instructions as written. When scoring, please record the lowest response category that applies for each item.

In most items, the subject is asked to maintain a given position for a specific time. Progressively more points are deducted if:

- the time or distance requirements are not met
- the subject's performance warrants supervision
- the subject touches an external support or receives assistance from the examiner

Subject should understand that they must maintain their balance while attempting the tasks. The choices of which leg to stand on or how far to reach are left to the subject. Poor judgment will adversely influence the performance and the scoring.

Equipment required for testing is a stopwatch or watch with a second hand, and a ruler or other indicator of 2, 5, and 10 inches. Chairs used during testing should be a reasonable height. Either a step or a stool of average step height may be used for item # 12.

# Berg Balance Scale

## SITTING TO STANDING

INSTRUCTIONS: Please stand up. Try not to use your hand for support.

- 4 able to stand without using hands and stabilize independently
- 3 able to stand independently using hands
- 2 able to stand using hands after several tries
- 1 needs minimal aid to stand or stabilize
- 0 needs moderate or maximal assist to stand

## STANDING UNSUPPORTED

INSTRUCTIONS: Please stand for two minutes without holding on.

- 4 able to stand safely for 2 minutes
- 3 able to stand 2 minutes with supervision
- 2 able to stand 30 seconds unsupported
- 1 needs several tries to stand 30 seconds unsupported
- 0 unable to stand 30 seconds unsupported

If a subject is able to stand 2 minutes unsupported, score full points for sitting unsupported. Proceed to item #4.

## SITTING WITH BACK UNSUPPORTED BUT FEET SUPPORTED ON FLOOR OR ON A STOOL

INSTRUCTIONS: Please sit with arms folded for 2 minutes.

- 4 able to sit safely and securely for 2 minutes
- 3 able to sit 2 minutes under supervision
- 2 able to sit 30 seconds
- 1 able to sit 10 seconds
- 0 unable to sit without support 10 seconds

## STANDING TO SITTING

INSTRUCTIONS: Please sit down.

- 4 sits safely with minimal use of hands
- 3 controls descent by using hands
- 2 uses back of legs against chair to control descent
- 1 sits independently but has uncontrolled descent
- 0 needs assist to sit

## TRANSFERS

INSTRUCTIONS: Arrange chair(s) for pivot transfer. Ask subject to transfer one way toward a seat with armrests and one way toward a seat without armrests. You may use two chairs (one with and one without armrests) or a bed and a chair.

- 4 able to transfer safely with minor use of hands
- 3 able to transfer safely definite need of hands
- 2 able to transfer with verbal cuing and/or supervision
- 1 needs one person to assist
- 0 needs two people to assist or supervise to be safe

## STANDING UNSUPPORTED WITH EYES CLOSED

INSTRUCTIONS: Please close your eyes and stand still for 10 seconds.

- 4 able to stand 10 seconds safely
- 3 able to stand 10 seconds with supervision
- 2 able to stand 3 seconds
- 1 unable to keep eyes closed 3 seconds but stays safely
- 0 needs help to keep from falling

## STANDING UNSUPPORTED WITH FEET TOGETHER

INSTRUCTIONS: Place your feet together and stand without holding on.

- 4 able to place feet together independently and stand 1 minute safely
- 3 able to place feet together independently and stand 1 minute with supervision
- 2 able to place feet together independently but unable to hold for 30 seconds
- 1 needs help to attain position but able to stand 15 seconds feet together
- 0 needs help to attain position and unable to hold for 15 seconds

## Berg Balance Scale continued...

### REACHING FORWARD WITH OUTSTRETCHED ARM WHILE STANDING

INSTRUCTIONS: Lift arm to 90 degrees. Stretch out your fingers and reach forward as far as you can. (Examiner places a ruler at the end of fingertips when arm is at 90 degrees. Fingers should not touch the ruler while reaching forward. The recorded measure is the distance forward that the fingers reach while the subject is in the most forward lean position. When possible, ask subject to use both arms when reaching to avoid rotation of the trunk.)

- 4 can reach forward confidently 25 cm (10 inches)
- 3 can reach forward 12 cm (5 inches)
- 2 can reach forward 5 cm (2 inches)
- 1 reaches forward but needs supervision
- 0 loses balance while trying/requires external support

### PICK UP OBJECT FROM THE FLOOR FROM A STANDING POSITION

INSTRUCTIONS: Pick up the shoe/slipper, which is in front of your feet.

- 4 able to pick up slipper safely and easily
- 3 able to pick up slipper but needs supervision
- 2 unable to pick up but reaches 2-5 cm(1-2 inches) from slipper and keeps balance independently
- 1 unable to pick up and needs supervision while trying
- 0 unable to try/needs assist to keep from losing balance or falling

### TURNING TO LOOK BEHIND OVER LEFT AND RIGHT SHOULDERS WHILE STANDING

INSTRUCTIONS: Turn to look directly behind you over toward the left shoulder. Repeat to the right. (Examiner may pick an object to look at directly behind the subject to encourage a better twist turn.)

- 4 looks behind from both sides and weight shifts well
- 3 looks behind one side only other side shows less weight shift
- 2 turns sideways only but maintains balance
- 1 needs supervision when turning
- 0 needs assist to keep from losing balance or falling

### TURN 360 DEGREES

INSTRUCTIONS: Turn completely around in a full circle. Pause. Then turn a full circle in the other direction.

- 4 able to turn 360 degrees safely in 4 seconds or less
- 3 able to turn 360 degrees safely one side only 4 seconds or less
- 2 able to turn 360 degrees safely but slowly
- 1 needs close supervision or verbal cuing
- 0 needs assistance while turning

### PLACE ALTERNATE FOOT ON STEP OR STOOL WHILE STANDING UNSUPPORTED

INSTRUCTIONS: Place each foot alternately on the step/stool. Continue until each foot has touched the step/stool four times.

- 4 able to stand independently and safely and complete 8 steps in 20 seconds
- 3 able to stand independently and complete 8 steps in > 20 seconds
- 2 able to complete 4 steps without aid with supervision
- 1 able to complete > 2 steps needs minimal assist
- 0 needs assistance to keep from falling/unable to try

### STANDING UNSUPPORTED ONE FOOT IN FRONT

INSTRUCTIONS: (DEMONSTRATE TO SUBJECT) Place one foot directly in front of the other. If you feel that you cannot place your foot directly in front, try to step far enough ahead that the heel of your forward foot is ahead of the toes of the other foot. (To score 3 points, the length of the step should exceed the length of the other foot and the width of the stance should approximate the subject's normal stride width.)

- 4 able to place foot tandem independently and hold 30 seconds
- 3 able to place foot ahead independently and hold 30 seconds
- 2 able to take small step independently and hold 30 seconds
- 1 needs help to step but can hold 15 seconds
- 0 loses balance while stepping or standing

### STANDING ON ONE LEG

INSTRUCTIONS: Stand on one leg as long as you can without holding on.

- 4 able to lift leg independently and hold > 10 seconds
- 3 able to lift leg independently and hold 5-10 seconds
- 2 able to lift leg independently and hold ≥ 3 seconds
- 1 tries to lift leg unable to hold 3 seconds but remains standing independently.
- 0 unable to try of needs assist to prevent fall

TOTAL SCORE (Maximum = 56)

## 11. Functional Ambulation Category (FAC)

### Functional Ambulation Classification

#### General Information:

- Categorizes patients according to basic motor skills necessary for functional ambulation
- Does not assess endurance

#### Instructions:

- Use the definitions below to classify the patient to a category
- Patients should be rated at their most independent level (supervision or physical assistance required to ambulate)
  - As an example, the patient is able to ambulate independently with a walker on level surfaces but requires can ambulate with crutches with supervision, the patient should receive the rating of "5" (ambulator— independent, level surfaces only).
- Only rate patients on the ability to ambulate.
- The ability to rise from sitting to standing should not be included

#### Definitions:

- Ambulation: Individual is able to walk at least 10 feet outside the parallel bars with supervision or physical assistance from only one person. Mechanical assistance from any device or ambulation aid (except parallel bars) may be used.
  - Level surface: Tile, rugs, pavement
  - Non-level surface: Grass, gravel, dirt, snow, ice
  - Stairs: Up and down at least seven steps with rail
  - Incline: Up and down 5-ft (1.52-m) incline of 30 degrees or greater
- Supervision: the patient is able to ambulate without manual contact from another person but requires stand-by guarding of one person for safety. This may be the result of poor judgment, questionable cardiac status, or verbal cues required to complete the task.
- Physical assistance level –I: manual contact is required from one person during ambulation to prevent falling. Manual contact may be continuous or intermittent light touch to assist balance or coordination.
- Physical assistance Level –II: manual contact of one person is required during ambulation to prevent falling. Manual contact may be continuous and necessary to support body weight and/or to maintain balance or assist coordination.

- Independent: ambulation is independent and without supervision or physical assistance from another person. The patient may utilize assistive devices (except parallel bars), orthoses, and prostheses.

**Categories (Holden et al, 1994):**

FAC Level	Ambulation Description	Definition
1	Nonfunctional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unable to ambulate</li> <li>• Ambulates only in parallel bars</li> <li>• Requires supervision or physical assistance from &gt; 1 person</li> </ul>
2	Dependent, Level II	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requires manual contact of one person during ambulation on level surfaces</li> <li>• Manual contact is continuous and necessary to support body weight and/or to maintain balance or assist coordination</li> </ul>
3	Dependent, Level I	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requires manual contact of one person during ambulation on level surfaces</li> <li>• Manual contact is continuous or intermittent light touch to assist balance or coordination</li> </ul>
4	Dependent, Supervision	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ambulation occurs on level surfaces without manual contact of another person</li> <li>• Requires stand-by guarding of one person because of poor judgment, questionable cardiac status, or the need for verbal cuing to complete the task</li> </ul>
5	Independent, Level Surfaces Only	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ambulate is independent on level surfaces</li> <li>• Requires supervision/physical assistance to negotiate stairs, inclines, or unlevel surfaces.</li> </ul>
6	Independent, Level and Non-Level Surfaces	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ambulation is independent on unlevel and level surfaces, stairs, and inclines.</li> </ul>

