

PAPEL DE LAS NEURONAS ESPEJO EN LA RECUPERACIÓN FUNCIONAL DEL ICTUS

TRABAJO FIN DE GRADO EN FISIOTERAPIA

AUTORA: ANNE UNZUETA LAZCANOTEGUI

DIRECTORA: ANA MARÍA INSAUSTI SERRANO

Universidad pública de Navarra. Campus de Tudela.

Curso académico: 2016/2017

Fecha de la defensa: 16/06/2017

ÍNDICE

ÍNDICE DE ABREVIATURAS	1
RESUMEN	3
ABSTRACT	5
INTRODUCCIÓN	9
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	25
MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
RESULTADOS	35
DISCUSIÓN.....	41
CONCLUSIONES	47
PROPUESTA PERSONAL.....	51
AGRADECIMIENTOS.....	57
ANEXOS	61
BIBLIOGRAFÍA.....	69

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ACV: Accidente cerebrovascular

AIT: Ataque isquémico transitorio

ASM: Escala de Ashworth Modificada

AVD: Actividades de la vida diaria

BBT: Box and Block test

CAHM: Confidence in Arm and Hand Movement Scale

ECA: Estudio controlado aleatorio

EMT: Estimulación magnética transcraneal

FAT: Frenchay Arm test

FM: Escala de Fugl-Meyer

FTHUE: Functional Test of the Hemiparetic Upper Extremity

GC: Grupo control

GE: Grupo experimental

IB: Índice de Barthel

MAL: Motor Activity Log

MFAP Modified Functional Ambulation Profile

MIF: Medida de Independencia Funcional Motora

MMII: Miembros inferiores

MMSS: Miembros superiores

MMT: Mini Mental Test

NE: Neuronas espejo

RMf: Resonancia magnética funcional

SNC: Sistema nervioso central

SNE: Sistema de neuronas espejo

TEP: Tomografía por emisión de positrones

TO: Terapia Ocupacional

TOA: Terapia de observación de la acción

TUG: Timed Up and Go

WMFT: Wolf Motor Function Test

RESUMEN

Título: “Papel de las neuronas espejo en la recuperación funcional del ictus”.

Introducción: La recuperación motora tras el ictus ocurre como consecuencia de la plasticidad neuronal. Existen diversas técnicas de rehabilitación que tienen como objetivo facilitar dicha plasticidad neuronal en un intento de compensar las deficiencias motoras relacionadas con el ACV. La terapia de observación de la acción (TOA) es una de las técnicas que se utilizan en la rehabilitación funcional de las personas con ictus. Con un enfoque multisensorial, esta terapia ha demostrado tener un papel importante en la recuperación motora de las personas con ictus mediante la activación del sistema de neuronas espejo.

Objetivo: Analizar la evidencia científica sobre la efectividad de la terapia de observación de la acción, basada en la activación de las neuronas espejo, en el tratamiento funcional de los pacientes con ictus y proponer un proyecto de investigación que tenga como finalidad estudiar la eficacia de la terapia de observación de la acción aplicada en la sala de rehabilitación por medio del fisioterapeuta, sin recurrir a las imágenes de vídeo.

Metodología: Se trata de una revisión sistemática, realizada a partir de estudios controlados y aleatorizados, revisiones sistemáticas y meta-análisis. La búsqueda se llevó a cabo en las siguientes bases de datos científicas: PubMed, ScienceDirect, PEDro, Cochrane Library, Web Of Knowledge y Scopus. La calidad metodológica fue valorada mediante la escala PEDro.

Resultados: Los estudios analizados evalúan la eficacia de la terapia de observación de la acción en la recuperación funcional de las personas con ictus subagudo y crónico observándose mejoras significativas en cuanto a la recuperación motora de miembros superiores e inferiores tanto en la fase subaguda de la patología como en la fase crónica.

Conclusiones: La terapia de observación de la acción es efectiva como tratamiento para la recuperación de la función motora de miembros superiores e inferiores en los pacientes con hemiplejía o hemiparesia como consecuencia del ictus.

Palabras clave: sistema de neuronas espejo, terapia de observación de la acción, ictus, rehabilitación.

ABSTRACT

Title: “The role of mirror neurons in functional recovery after stroke”.

Introduction: Motor recovery after stroke occurs as a consequence of neural plasticity. Various rehabilitation techniques aim to promote neural plasticity in order to restore motor impairments caused by stroke. Action observation therapy is one of the therapeutic methods that can be used as a tool for promoting functional recovery after stroke. With a multisensorial approach and through the engagement of the mirror neuron system, this therapy plays an important role in motor recovery of stroke patients.

Objective: To analyse scientific evidence regarding the effectiveness of action observation therapy, which is based on the activation of the mirror neuron system, in functional recovery of stroke patients, as well as to suggest an investigation project to study the effectiveness of action observation therapy applied without utilising video footage.

Methodology: The present systematic review includes clinical trials, meta-análisis and previously published systematic reviews. Research was carried out using the following scientific databases: PubMed, ScienceDirect, PEDro, Cochrane Library, Web of Knowledge and Scopus. Methodological quality was measured using the PEDro scale.

Results: The studies analysed in this review evaluate the effectiveness of action observation therapy in functional recovery of patients with stroke, showing significant improvements on upper and lower limb motor recovery, when applied both during the subacute or chronic stages of the disease.

Conclusions: Action observation therapy is an effective therapeutic method to achieve motor recovery of upper and lower limbs in patients with hemiplegia following stroke.

Key words: mirror neuron system, action observation therapy, stroke, rehabilitation.

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Neuronas espejo

Podemos definir las neuronas espejo como una serie de neuronas que se activan tanto cuando un individuo ejecuta una acción como cuando observa a otro individuo realizar esa misma acción. La observación de una acción activa las mismas áreas motoras corticales que se encargan de ejecutar la acción observada. El substrato neuronal que se relaciona con este fenómeno es el sistema de neuronas espejo.

Descubrimiento de las neuronas espejo

A inicios de la década de los 90 un grupo de neurofisiólogos italianos de la universidad de Parma, dirigidos por el Dr. Giacomo Rizzolatti, encontró un tipo especial de neuronas visuomotoras en la corteza cerebral de primates de la especie *Macaca nemestrina*, que se activaban tanto mientras realizaban la ejecución de acciones, como durante la observación de otro individuo ejecutando acciones similares. Las neuronas con esta doble función parecían “reflejar” la escena observada y fueron por ello denominadas “neuronas espejo” (NE). Estas neuronas fueron inicialmente localizadas en el área F5 de la corteza premotora de los primates y posteriormente también en la corteza parietal inferior. Al conjunto de regiones cerebrales en las que se encuentran albergadas esta clase de neuronas se le llamó “sistema de neuronas espejo” (SNE) (1,2).

El descubrimiento de las neuronas espejo ocurrió por casualidad durante el registro de la actividad neuronal en el área F5 de la corteza premotora del primate, la cual se encarga de planear y ejecutar las acciones. Rizzolatti y su equipo buscaban la forma en que el cerebro de los mamíferos planifica los movimientos y estaban para ello midiendo la actividad de ciertas neuronas del cerebro del primate, mientras éste sostenía diferentes objetos: frutas, juguetes, etc. Observaron que estas neuronas se activaban también cuando uno de los investigadores cogía un alimento, sin necesidad de que el primate realizase movimiento alguno. Descubrieron que estas neuronas se activaban con la observación de los movimientos que tenían una finalidad, mientras que movimientos sin intención no provocaban respuesta. Más adelante, encontraron la misma actividad en la corteza parietal inferior (3).

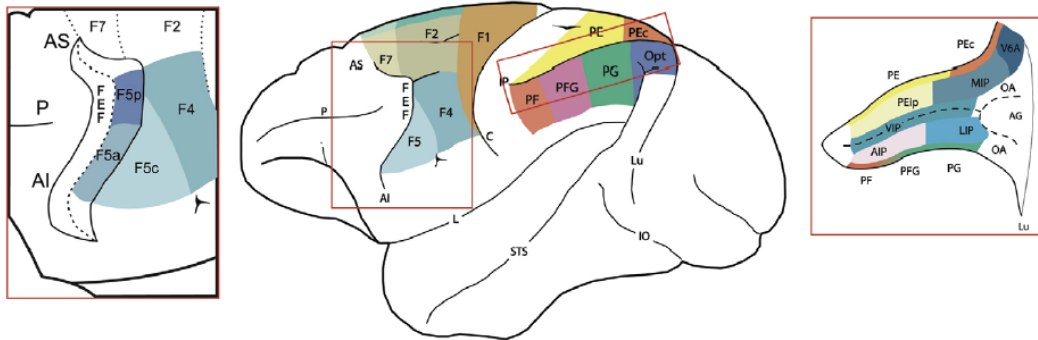


Figura 1. Localización del SNE en el mono. La parte central de la figura muestra la parcelación de la corteza frontal (áreas indicadas con la letra F) y del lóbulo parietal (áreas indicadas con la letra P). El rectángulo a la izquierda es una ampliación de la región frontal y muestra la subdivisión del área F5. El rectángulo a la derecha muestra las áreas enterradas dentro del surco intraparietal (4).

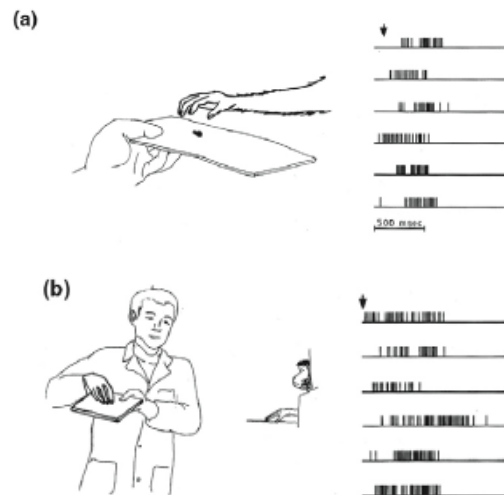


Figura 2. Activación del SNE en el mono. Las NE se activan cuando el mono agarra un objeto (a) y cuando observa al examinador agarrarlo (b) (4).

El descubrimiento de estas neuronas que se activaban durante la observación pasiva y la ejecución activa de movimientos con finalidad, fue una prueba decisiva a favor de las teorías que sugerían la existencia de una conexión funcional entre el sistema visual y el motor (5). Cuando el mono observaba una acción motora que perteneciese o se asemejara a su propio repertorio de movimientos, esta acción era automáticamente identificada. La acción identificada no necesitaba ser ejecutada para que fuera representada en el sistema motor. Como consecuencia de este descubrimiento se planteó la posibilidad de que la percepción de la acción y la producción de acción no fuesen dos procesos cognitivos separados, sino que estuvieran estrechamente unidos. Según esta hipótesis, los primates entenderían las acciones cuando relacionasen su representación visual con sus correspondientes representaciones motoras internas. Este mecanismo de

observación-ejecución podría por lo tanto tener un papel importante en la comprensión de acciones motoras y en su aprendizaje (5,6).

El descubrimiento de las neuronas espejo tuvo un fuerte impacto en las teorías relacionadas con la organización cerebral, el reconocimiento de las acciones, la comprensión del lenguaje y la empatía (1,3).

Neuronas espejo en los humanos

Estudios posteriores llevados a cabo con técnicas neurofisiológicas no invasivas han revelado la existencia de neuronas espejo en humanos, en áreas homologas a las de los primates (3,7). Las primeras evidencias se publicaron en un estudio realizado con estimulación magnética transcraneal (EMT) en el cual, una serie de sujetos, observaron a un experimentador agarrar algunos objetos. Ésto provocó un aumento del potencial evocado para los músculos de la mano que llevaban a cabo la acción observada, el cual, fue medido mediante electromiografía (8). Desde entonces, numerosas investigaciones han demostrado que, observar una acción que implica la activación de ciertos músculos, produce un aumento del potencial evocado para esos mismos músculos proporcionando así evidencia de que también en los seres humanos, el hecho de observar las acciones realizadas por otros individuos modula las neuronas involucradas en la ejecución de acciones similares (9,10).

La resonancia magnética funcional (RMf) ha permitido localizar e identificar las áreas y circuitos que sustentan el SNE en los seres humanos. Este sistema está compuesto por cuatro regiones principales: la circunvolución frontal inferior, la corteza premotora, el lóbulo parietal y la corteza temporal superior. Las neuronas de esta última región pueden activarse al escuchar sonidos producidos por acciones comunes, como puede ser rasgar una hoja de papel, de la misma manera que cuando la persona realiza esa acción (11). El SNE límbico, por otro lado, está constituido por la región de la ínsula y por la circunvolución cingular anterior. Este sistema es el responsable del reconocimiento del comportamiento afectivo y emocional (3,7).

La principal hipótesis sobre los mecanismos de acción del SNE defiende la idea de que, estas neuronas, producen la imitación interna de las acciones percibidas. Según esta hipótesis, observar una acción induce la recreación interna de esa misma acción o de acciones similares. Mediante la recreación interna podemos activar representaciones de acciones que previamente hemos almacenado en nuestra memoria motriz, lo cual puede ayudarnos a entender el contenido de las acciones observadas además de ayudarnos en el aprendizaje de acciones motoras. Por lo tanto, es probable que las neuronas espejo participen en el aprendizaje de las capacidades motrices e incluso en la formación de la memoria motriz, en la adquisición y comprensión del lenguaje y en las interacciones sociales (11).

Funciones de las neuronas espejo

En el primer estudio publicado sobre las NE a comienzos de los años 90, Rizzolatti sugería la posibilidad de que estas neuronas pudiesen estar involucradas en el reconocimiento de las acciones y los gestos, así como en la comprensión del lenguaje. Cuatro años después, otro artículo publicado por Rizzolatti y su equipo, incluía la imitación como otra posible función de las neuronas espejo (7).

Desde el descubrimiento del sistema de neuronas espejo, se han llevado a cabo numerosos estudios con el fin de investigar las propiedades y las funciones de estas neuronas. Estas son las funciones que hoy en día se atribuyen a las neuronas espejo:

- **Comprensión de las acciones.** Esta fue la primera función que se relacionó con el sistema de neuronas espejo. La comprensión de las acciones realizadas por los demás implica algo más que su mera observación. El observador no sólo tiene que reconocer que el agente observado está llevando a cabo una acción, sino que, además, tiene que diferenciar esta acción de otras acciones similares, entender su intención o finalidad y usar esta información para formular una respuesta apropiada. Esta última fase (la planificación motora) es llevada a cabo por la corteza premotora y las responsables de que ocurran los procesos previos, (el reconocimiento de la acción y la comprensión de la intención del sujeto observado), son las neuronas espejo (1,7). Según esta hipótesis, para reconocer una acción es necesaria la activación del sistema motor, lo cual ocurre a través de las neuronas espejo. Una percepción visual, en sí misma, sólo nos ofrece una descripción de los aspectos visibles de los movimientos que un sujeto está realizando. Sin embargo, no nos ofrece información sobre los componentes intrínsecos de la acción observada, sobre su significado, y su relación con otras acciones similares. Para conocer estos detalles y comprender la acción observada es necesaria la activación de los circuitos parieto-premotores incluidos en el sistema de neuronas espejo (1).
- **Imitación.** El SNE está involucrado en la repetición de las acciones ejecutadas por otros y en el aprendizaje por imitación (1). Estudios realizados mediante tomografía por emisión de positrones (TEP) han demostrado que, cuando los sujetos son instruidos para observar las acciones con la intención de imitarlas (y no solo recordarlas), ocurre una activación selectiva de las NE de la corteza premotora. En estos estudios se compara la actividad neuronal en dos situaciones: cuando se pide a los sujetos que sólo observen la acción y cuando se les pide que observen la acción para posteriormente ejecutarla. Los resultados indican que la activación del SNE es mayor en el segundo caso (7,12).

- **Lenguaje.** Estudios de estimulación neuromagnética y de neuroimagen sugieren que el SNE tiene un importante papel en la comprensión del habla. Estudios realizados mediante estimulación magnética transcraneal y resonancia magnética funcional muestran que la escucha y la observación de la expresión oral produce un aumento del potencial evocado de los labios y la lengua del observador, con una activación específica de las áreas de producción del habla. Esto indicaría la existencia de un mecanismo común para la producción y la comprensión del lenguaje. En su más básico nivel, el SNE es un sistema multisensorial que convierte estímulos observados (tanto visuales como auditivos) en representaciones sensoriomotoras (1,7).
- **Empatía.** El primer estudio que testó el papel del SNE en la comprensión del estado mental utilizó la resonancia magnética funcional mientras los participantes observaban y realizaban expresiones faciales relacionadas con diversas emociones. Observaron que regiones de la corteza premotora que albergan NE tuvieron mayor actividad durante la observación y la ejecución de las expresiones faciales en comparación con los momentos de descanso, lo cual indicaría una posible participación de las NE en el reconocimiento de las emociones (13). Varios estudios realizados posteriormente demostraron que la empatía hacia ciertas emociones activaba regiones de la corteza cerebral de manera similar a cuando estas emociones son experimentadas. Por ejemplo, tanto la repulsión al inhalar olores desagradables, como el observar a otros realizando expresiones faciales de repulsión activaba las mismas regiones de la ínsula y la corteza cingular anterior. Estas regiones cerebrales se activaban también al sentir un estímulo físicamente doloroso y al conocer que una persona amada estaba sintiendo el mismo estímulo doloroso. Estas áreas cerebrales fueron relacionadas con la empatía, así, cuanto más capaz fuese una persona de utilizar esta red de neuronas corticales, más capaz sería de empatizar con otros (1,7).
- **Auto-representación.** Según esta teoría, la conciencia que tenemos de nosotros mismos puede ser resultado del SNE, el cual nos ayudaría a crear una imagen interna de nosotros mismos en función de la manera en la que somos vistos por los demás. La habilidad que tenemos de reflexionar o practicar la introversión podría ser el resultado de la capacidad de las neuronas espejo de “leer” la mente de los demás. Crearíamos así una imagen interna de nosotros mismos según la forma en que creemos que somos vistos por los demás (7).

El sistema de neuronas espejo como objetivo de las intervenciones terapéuticas

Existen diversas intervenciones terapéuticas que se han desarrollado basándose en los resultados de los estudios publicados en torno las propiedades de las neuronas espejo. El objetivo es obtener mejores resultados en la práctica clínica, desarrollando y aplicando tratamientos que tengan en cuenta los conocimientos de la organización del movimiento, el solapamiento entre áreas corticales, la plasticidad neuronal y el papel de las neuronas espejo.

La capacidad del SNE de participar en los procesos de imitación y aprendizaje de acciones motoras a través de la observación puede utilizarse en la rehabilitación de disfunciones motoras adquiridas. Los mecanismos por los cuales el SNE puede ayudar a restablecer capacidades motrices disminuidas o perdidas son las siguientes:

- el SNE puede activarse mediante acciones presentadas a través del sistema visual, auditivo y sensorial;
- el SNE tiene una influencia directa en la activación de vías corticoespinales y,
- el SNE puede activar movimientos funcionales previamente aprendidos.

Un modelo de terapia basado en la activación de las NE tiene como objetivo restaurar las estructuras neuronales cuya afectación ha producido una funcionalidad motora disminuida o activar vías suplementarias que puedan ejecutar las funciones perdidas (11).

La terapia espejo, la práctica mental y la terapia de observación de la acción, son terapias no-invasivas basadas en las propiedades del SNE que representan una forma de influir sobre el sistema motor sin la necesidad de ejecutar ningún movimiento con la parte corporal afectada. Estas intervenciones implican acciones perceptivas y cognitivas que no requieren de la actividad motora por parte del paciente, pero sí generan una actividad cerebral similar a la que se produciría al realizar el movimiento (14). Representan, por lo tanto, un mecanismo de aprendizaje motor significativo para la recuperación de los déficits causados por diversos trastornos entre los que se encuentran la hemiparesia y la afasia producidas por el accidente cerebro-vascular (ACV), el dolor del miembro fantasma en el amputado, la rehabilitación tras cirugías ortopédicas de cadera y rodilla y la recuperación de la función de la mano tras cirugías restaurativas (11,14–16).

- La terapia espejo. En esta terapia, el paciente se sienta en frente de un espejo colocado en el plano medio-sagital con una angulación específica, de manera que tan sólo ve reflejado su miembro no afecto. La tarea consiste en realizar acciones de forma bilateral, mientras que el paciente observa su miembro sano reflejado en el espejo. En esta situación se crea una ilusión óptica que produce la sensación de que el miembro afecto se está moviendo de una forma normal, como si no existiera alteración. El hecho de observar los movimientos realizados por el miembro sano reflejados en el espejo conduce a la activación del SNE,

produciéndose a su vez la activación de las estructuras neuronales encargadas de realizar el movimiento observado en a la extremidad afectada

En sus inicios, esta terapia fue desarrollada para el tratamiento del miembro fantasma en el amputado, ya que permite contrarrestar las alteraciones neuronales desadaptativas que se producen tras la amputación mediante la corrección de las representaciones internas erróneas. Este concepto también se ha aplicado de forma eficaz en el tratamiento de la hemiparesia como consecuencia del accidente cerebro vascular (7,11,16,17).



Figura 3. Demostración de la terapia espejo (16).

- La práctica mental. La práctica mental o la imagería motora es la representación interna de una determinada acción motora, la cual es repetida varias veces para aprender, afianzar o mejorar su ejecución. La práctica mental implica una intencionalidad consciente de la ejecución de un movimiento, pero sin llegar a realizarlo de forma física, estableciendo así una conexión entre el sistema motor y las percepciones cognitivas. Existen dos modalidades de práctica mental: la externa o visual, en la que el individuo se imagina a sí mismo desde la perspectiva de un observador externo, y la interna o cinestésica, en la que el individuo imagina las sensaciones del movimiento en su propio cuerpo (17).

Esta terapia fue inicialmente estudiada en el campo de la psicología deportiva. Se comprobó que la práctica mental producía mejoras en la ejecución de gestos deportivos que habían sido practicados mentalmente (16). Recientemente se ha demostrado su efectividad como forma de tratamiento para pacientes con patologías neurológicas. La práctica mental no sólo ofrece la oportunidad de incrementar el número de repeticiones del ejercicio que se está realizando de una

forma segura, autónoma y sin provocar fatiga, sino que también, permite el entrenamiento mental de acciones motoras complejas (caminar, escribir, etc.) cuando su práctica física es imposible o es muy complicada (18).

En los últimos años, gracias a las nuevas técnicas de imagen, se ha podido demostrar que durante la práctica mental de un movimiento se producen activaciones en la corteza cerebral similares a las que se producen durante la ejecución del mismo. Las áreas que se activan son la corteza premotora, la corteza motora suplementaria, la corteza parietal superior o somatosensorial y la corteza parietal inferior. La activación de estas áreas neuronales indica que el SNE está activo y participa en el aprendizaje motor mediante la práctica mental. La mayor parte de los estudios publicados hasta el momento sobre esta terapia valoran su eficacia en el reaprendizaje de tareas motrices con el miembro superior. Sin embargo, también se ha estudiado, aunque en menor medida, su eficacia en la reeducación de la marcha. Los resultados de estos estudios confirman que esta técnica de tratamiento es efectiva siempre y cuando se combine con la terapia física convencional. En este momento se requieren más estudios para concretar las características de un protocolo de tratamiento ideal (16,19).

- La terapia de observación de la acción (TOA). Numerosos estudios han demostrado que la observación una acción llevada a cabo por otra persona activa en el observador las mismas estructuras neuronales responsables de la ejecución de esa misma acción, gracias a la activación de las neuronas espejo. La terapia de observación de la acción se basa en este fenómeno neurofisiológico para facilitar el aprendizaje o perfeccionar la ejecución de una acción motora. Se trata de una técnica que ha demostrado ser eficaz para facilitar el aprendizaje motor, por lo que se ha utilizado como parte del tratamiento para la recuperación funcional de miembros superiores e inferiores y la afasia en pacientes con ictus, en la rehabilitación de niños con parálisis cerebral, de pacientes con Parkinson y de pacientes intervenidos de prótesis total de cadera o de rodilla (15).

La observación de una acción, con la intención de imitar los movimientos observados, puede aumentar la excitabilidad de áreas motoras del cerebro gracias a la activación de las neuronas espejo, y puede estimular la recuperación del control motor mediante la facilitación de la reorganización sináptica de las redes neuronales dañadas (11,20).

Durante la sesión de rehabilitación por medio de la terapia de observación de la acción, se le pide al paciente que observe un movimiento funcional (se trata normalmente de una acción de la vida diaria como por ejemplo beber café, comer una manzana, cepillarse el cabello, leer un periódico, limpiar una mesa, abrir una

caja etc.) que se le presenta en formato de vídeo a través de una pantalla de ordenador, para posteriormente ejecutar ese mismo movimiento. El movimiento que se está practicando debe de tener una funcionalidad o un objetivo para que ocurra la activación de las NE.

El procedimiento que se suele llevar a cabo es el siguiente: el paciente observa la ejecución de una acción común llevada a cabo por una persona sana que se le presenta en formato de vídeo. Las acciones se observan desde la perspectiva de la primera persona, creando así la ilusión de que es el propio observador quien las ejecuta. La fase de observación dura tres minutos aproximadamente. Durante este tiempo un fisioterapeuta acompaña al paciente y comenta las imágenes para que el observador mantenga su atención centrada en ellas y no pierda la motivación. Posteriormente se le pide al paciente que imite el movimiento previamente observado, utilizando para ello su miembro afecto (o ambos en caso de que la acción sea bimanual). Se le ofrecen los objetos que hayan aparecido en el vídeo, para que la ejecución de la acción se acerque en la medida de lo posible a una situación cotidiana real. El fisioterapeuta da instrucciones verbales para que la ejecución de la acción sea la adecuada y puede también ayudar a realizar los movimientos en caso de que la capacidad motriz del paciente esté muy limitada. La fase de ejecución dura aproximadamente dos minutos.

El tratamiento completo suele tener una duración de cuatro semanas, con cinco sesiones de terapia semanales, e incorpora 20 acciones que se ejecutan normalmente en la vida diaria. Como norma general, tan sólo se practica una acción en cada sesión de rehabilitación, y ésta, suele durar 15 minutos aproximadamente. Se comienza por la acción más sencilla y se va progresando con movimientos cada vez más complejos. La acción se divide en dos o tres actos motores para facilitar su ejecución. Por ejemplo, la acción de tomarse un café puede descomponerse en los siguientes actos motores: echar el café en una taza, añadir azúcar, mezclar el azúcar con la cucharilla y por último tomarse el café.

Una ventaja de este tratamiento es que puede adaptarse a las necesidades específicas de cada paciente, pudiendo focalizar sobre las acciones en las que tengan mayores limitaciones. Además, se trata de un tratamiento que puede llevarse a cabo en el domicilio del paciente y repetirse las veces que sea necesario con la ayuda de los familiares o cuidadores (11,15,17).



Figura 4. Terapia de observación de la acción (21).

La neuroplasticidad y las neuronas espejo en la rehabilitación

El fenómeno de la neuroplasticidad, estudiado por muchos autores, se puede definir como un proceso de remodelación que permite optimizar el funcionamiento de las redes neuronales. Se trata de la habilidad de las células sistema nervioso central (SNC) de modificar su estructura y su función en respuesta a una variedad de estímulos externos (14). En el ámbito de la rehabilitación, la neuroplasticidad representa el mecanismo que permite comprender los efectos de las actuaciones terapéuticas para la recuperación de las alteraciones en el sistema motor. Las representaciones de las áreas corticales se modifican en función de las informaciones aferentes, de las experiencias y los aprendizajes (3).

Las propiedades plásticas o reparativas del cerebro dependen de los mecanismos intrínsecos de las células y de la actividad de moléculas reguladoras extrínsecas, todo ello regulado por procesos que dependen de las actividades que realiza la persona y sus interacciones con el mundo exterior (14). Un programa de rehabilitación que incluya la experiencia práctica y la repetición, puede conseguir que las neuronas existentes modifiquen su conectividad sináptica, facilitando la creación de nuevas redes neuronales alrededor del lugar de la lesión y propiciando que otras áreas cerebrales tomen la función de las regiones que han sido dañadas (20).

Las terapias basadas en la activación de las NE no buscan compensar los déficits motores, sino que focalizan la atención en conseguir remediar esos déficits para conseguir restablecer las funciones perdidas. Se busca, por lo tanto, la reorganización neuronal, bien de forma directa, restaurando las redes neuronales originales, o de forma indirecta, de manera que circuitos neuronales adyacentes o relacionados desempeñen la función perdida (20). Estas formas de terapia son intervenciones que pueden facilitar esa reorganización neuronal.

La evidencia científica respalda que los sistemas cerebrales, lejos de ser entidades separadas e independientes, son sistemas interrelacionados y con una gran influencia mutua. Una misma región cerebral participa en muchas funciones. El SNE constituye un

ejemplo de esta interdependencia cortical, demostrando la existencia de una íntima relación entre las neuronas motoras y las sensoriales (pudiendo incluso ser la misma neurona), entre regiones cerebrales motoras (en el lóbulo frontal) y somatosensoriales (en el lóbulo parietal) y entre regiones cerebrales multimodales (3,14,20).

Un programa de rehabilitación que incluya un amplio abanico de intervenciones terapéuticas efectivas será posiblemente más eficaz, ya que diferentes estímulos podrán estimular diferentes procesos adaptativos del cerebro y así facilitar la plasticidad neuronal.

El accidente cerebrovascular

La Organización Mundial de la Salud define el accidente cerebrovascular (ACV) o ictus como una serie de “signos clínicos de desarrollo rápido de una perturbación focal de la función cerebral de origen presumiblemente vascular y de más de 24 horas de duración”. En esta definición se excluyen aquellos casos en los que la recuperación se produce dentro de las 24 horas, los cuales son denominados ataques isquémicos transitorios (AIT) (22).

El ictus es una entidad compleja y heterogénea que incluye, tanto la enfermedad cerebrovascular isquémica, resultado de una obstrucción del flujo sanguíneo en el cerebro, como la hemorrágica, consecuencia de una hemorragia intracerebral. Constituye en la actualidad, una importante causa de discapacidad y muerte en los países desarrollados, con un elevado coste personal, familiar y social (14,23). Entre las personas que sufren esta lesión, alrededor de un tercio muere como consecuencia directa del ACV, un tercio sobrevive con discapacidad severa y únicamente el tercio restante consigue una buena recuperación con independencia funcional (22).

En esta lesión, las neuronas son privadas de sus sustratos metabólicos, cesan su actividad en segundos y muestran signos de daño estructural tras sólo dos minutos. Al fallar los procesos energéticos, las neuronas son incapaces de mantener sus gradientes iónicos, provocando un desequilibrio entre iones y agua que desencadena la apoptosis y necrosis celular y conduce finalmente a la aparición de signos y síntomas neurológicos específicos (14).

Se han identificado múltiples factores de riesgo asociados a esta afectación, algunos de ellos modificables y otros no, relacionados con la predisposición genética individual. Según su relevancia, podemos clasificar los factores de riesgo en factores de riesgo mayores, predisponentes y condicionales. Los factores de riesgo mayores son: la hipertensión arterial, el tabaquismo, la dislipemia, la diabetes y la edad avanzada. Entre los factores de riesgo predisponentes se encuentran la obesidad, el sedentarismo, la historia familiar de accidente cardiovascular prematuro, las características étnicas, y los

factores psicosociales. Por último, los factores de riesgo condicionales incluyen la hipertrigliceridemia y los factores protrombóticos (24).

El accidente cerebrovascular representa hoy en día en España la segunda causa de muerte en la población general y la primera en mujeres. Además, es la primera causa de limitación funcional de origen neurológico en los adultos, dadas las secuelas sensitivas, motoras y cognitivas que deja en la mayoría de los pacientes que sobreviven, y se trata de la segunda causa de demencia (25). A pesar de los importantes avances que se han realizado en las dos últimas décadas en la prevención, el diagnóstico y el tratamiento del ictus, la Organización Mundial de la Salud prevé un incremento del 27% en su incidencia para el 2025 (26).

A los seis meses de haber sufrido un ictus, alrededor del 50% de los pacientes presentan algún grado de hemiparesia, un 30% sufre depresión, y un 26% presenta una dependencia parcial o completa para las actividades de la vida diaria (AVD) (27). La repercusión que tienen estos déficits sobre el paciente es enorme, afectando muy negativamente en aspectos como la independencia, la participación social y las actividades vocacionales y de ocio. Durante las últimas décadas, el mayor conocimiento de la enfermedad y la eficacia en el tratamiento del ictus agudo (con la aplicación del código ictus) han propiciado un incremento en la supervivencia de esta patología, y existe, como consecuencia, una mayor necesidad de tratamiento para hacer frente a sus manifestaciones principales (20).

El manejo de la enfermedad y el tratamiento más indicado dependerán del tipo y la gravedad de la lesión. La limitación funcional, causada por el ictus, puede llegar a ser irreversible y puede comprometer funciones físicas, cognitivas, perceptivas, visuales y emocionales (17). Las limitaciones motoras, incluyendo la hemiparesia, la incoordinación y la espasticidad, son los déficits más comunes. Sin embargo, lo más frecuente es que exista recuperación funcional tras el ictus, aunque su alcance es altamente variable. Algunos pacientes con una hemiparesia inicial severa pueden finalmente alcanzar una recuperación completa, mientras que otros manifiestan poca o ninguna mejora y permanecen permanentemente discapacitados (14). La máxima recuperación se produce durante las primeras 8 semanas, pero alrededor del 10% tendrá una mejora en la marcha después de este periodo y cerca del 30% se desempeñará mejor en las actividades de la vida diaria después de los 6 meses. La posibilidad de recuperación después de los 6 meses es menor y más lenta (22). La recuperación varía en función de muchos factores como, por ejemplo, la edad del paciente, la localización y extensión de la lesión y variaciones individuales en cuanto a las conexiones anatómicas y funcionales (14).

La recuperación después del ictus se basa en la plasticidad neuronal y tiene como objetivo garantizar que los supervivientes del accidente cerebrovascular alcanzan el máximo nivel físico, funcional y psicosocial posible, dentro de los límites de su discapacidad. Los programas de rehabilitación suelen comenzar con una rehabilitación intensiva en la unidad del ictus a los pocos días después del evento. La evidencia demuestra que un

programa amplio e intensivo puede ser más efectivo que otros abordajes menos intensos. La rehabilitación suele incluir diversas formas de terapia, incluyendo técnicas de facilitación neuronal, entrenamiento orientado a tareas, terapia física, terapia ocupacional, y logopedia. En los últimos años, nuevos abordajes terapéuticos capaces de estimular la plasticidad neuronal como la terapia espejo, la práctica mental y la observación de la acción han demostrado su eficacia como técnicas complementarias de la fisioterapia convencional para la rehabilitación funcional de los pacientes con ictus (14,15,17).

Justificación del trabajo

El accidente cerebrovascular es un grave problema de salud pública internacional, con grandes repercusiones personales, sociales y económicas, por lo que su prevención y manejo se convierten en aspectos que afectan e implican a toda la sociedad.

Para ayudar a los pacientes que han sufrido un ACV a que puedan participar plenamente en su vida diaria, la rehabilitación debería tener como objetivo maximizar su capacidad para realizar las AVD y su independencia. Mediante procesos de enseñanza y aprendizaje, la rehabilitación facilita y moldea la recuperación que ocurriría de forma espontánea. La rehabilitación de los pacientes con ictus es un proceso heterogéneo y está determinado por una combinación de procedimientos que incluyen la restauración funcional del tejido nervioso dañado, reaprendizaje de las habilidades perdidas mediante la reorganización de los circuitos neuronales, adaptación y la compensación de los déficits. La compensación refleja el uso de estrategias conductuales alternativas para resolver tareas específicas. La mayor parte de la recuperación de los déficits neurológicos específicos ocurre durante los primeros 3-6 meses tras el ictus, pero es ampliamente aceptado el hecho de que las mejoras pueden continuar ocurriendo años después (14).

La aplicación de terapias basadas en las funciones del SNE en pacientes que han sufrido un ACV ha demostrado tener buenos resultados, principalmente cuando se utilizan en combinación con otras formas de terapia. Diversos estudios afirman que el SNE interactúa con la visión, la propiocepción y el sistema motor, y que el reclutamiento de las NE promueve la reorganización cortical y la recuperación tras el ictus (17).

La terapia de observación de la acción es un tratamiento novedoso, sencillo y asequible que puede ser una herramienta eficaz como parte del tratamiento para la recuperación funcional de las personas que han sufrido un ACV.

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

Hipótesis:

- La terapia de observación de la acción, basada en la activación del sistema de neuronas espejo, es útil en la rehabilitación de déficits motores tras el ictus por su influencia en el procesamiento de la percepción y en la ejecución de la acción.

Objetivo principal:

- Analizar la eficacia de la terapia de observación de la acción, basada en la activación de las neuronas espejo, en la recuperación funcional de las personas con ictus.

Objetivos secundarios:

- Comprender el papel de las neuronas espejo y el mecanismo de acción de las terapias para la recuperación de los déficits motores tras el ictus que se basan en la activación de este sistema neuronal.
- Valorar los beneficios de la terapia de observación de la acción en la rehabilitación de tanto miembros superiores como inferiores en las personas con hemiplejía o hemiparesia como consecuencia de un ACV.
- Estudiar la eficacia de la terapia de observación de la acción en el aprendizaje de nuevas competencias motoras o el reaprendizaje de las capacidades motoras perdidas tras el ictus.
- Analizar la capacidad de la terapia de observación de la acción para inducir la plasticidad del sistema nervioso central.
- Ampliar el conocimiento personal sobre el sistema de neuronas espejo y las distintas terapias basadas en la activación de este sistema (terapia de observación de la acción, práctica mental o imagería motora y terapia espejo).

MATERIALES Y MÉTODOS

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño

Se trata de una revisión sistemática para conocer si la terapia de observación de la acción es efectiva en la recuperación funcional de las personas con hemiparesia en miembros superiores o inferiores como consecuencia de un ACV en la que se incluyen estudios controlados aleatorios (ECA), ensayos clínicos cruzados y revisiones sistemáticas.

Estrategia de búsqueda

Se realizó una búsqueda bibliográfica para recopilar los documentos que reunían información sobre las neuronas espejo y los distintos abordajes terapéuticos que tienen como base neurofisiológica su activación (la terapia espejo, la práctica mental y la observación de la acción). Se realizó una búsqueda más exhaustiva en torno al uso de la terapia de observación de la acción en pacientes con ictus subagudo o crónico, ya que este trabajo tiene como objetivo estudiar su eficacia como tratamiento para la recuperación funcional tras el ictus.

La búsqueda se llevó a cabo en las siguientes bases de datos científicas: PubMed, ScienceDirect, PEDro, Cochrane Library, Web Of Knowledge y Scopus. Los términos de búsqueda utilizados fueron: “mirror neuron system”, “action observation therapy”, “stroke” y “rehabilitation”.

Tras realizar la búsqueda en las seis bases de datos científicas mencionadas se obtuvo un total de 104 artículos, de los cuales 18 estaban duplicados. Mediante una primera lectura del título y el resumen de los 86 artículos restantes se seleccionaron 24 artículos. El resto fueron descartados por no tratar el tema de estudio o no cumplir los criterios de selección establecidos. 6 artículos fueron eliminados por la imposibilidad de acceder al texto completo. Finalmente, se seleccionaron 18 artículos para ser incluidos en la revisión sistemática.

Criterios de selección

La búsqueda se limitó a estudios publicados desde 2007 y hasta la fecha de hoy, para poder recoger la información más actualizada sobre el tema. En cuanto al idioma, la búsqueda se centró en artículos publicados en inglés y español. Aunque, cabe decir que entre todos los artículos seleccionados tan solo uno estaba publicado en español y el resto estaban en inglés.

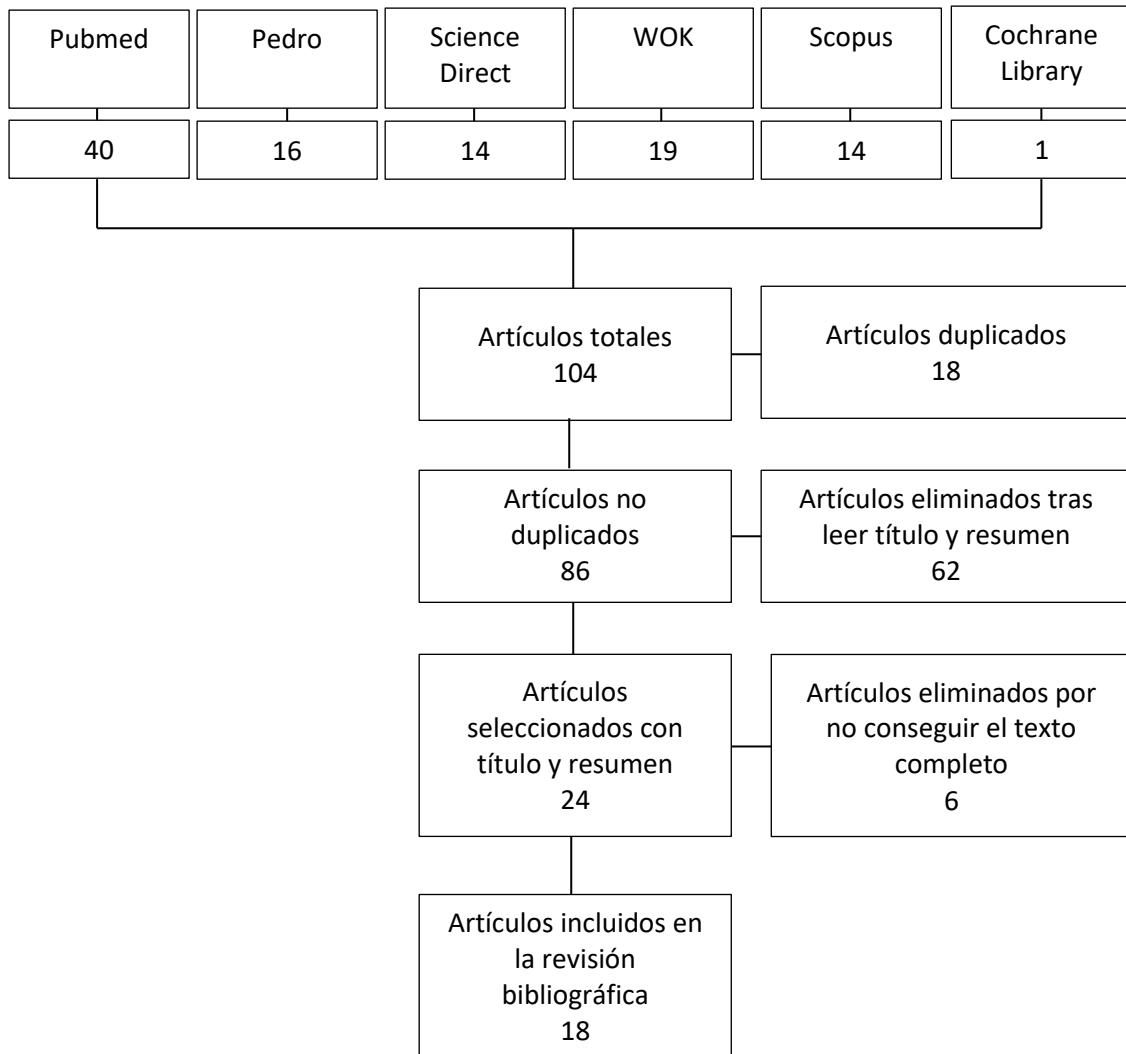
Los criterios de inclusión para para la presente revisión fueron: estudios en los que se analiza la eficacia de la terapia de observación de la acción para la recuperación funcional de miembros superiores y/o inferiores en pacientes con ictus subagudo o crónico; los participantes son incluidos en los estudios como mínimo 30 días después de haber sufrido el ACV, en el caso de los pacientes con ictus subagudo, y como mínimo 6 meses después,

en el caso de pacientes con ictus crónico; los participantes han sufrido su primer ACV cuando son incluidos en los estudios; los estudios se realizan con personas de ambos sexos; publicados entre los años 2007 y 2017 en inglés o español.

Los criterios de exclusión fueron: estudios que analizan la eficacia de la terapia de observación de la acción en patologías diferentes al ictus o en personas sanas.

La estrategia de búsqueda se resume en la siguiente tabla:

Tabla 1. Diagrama de flujo.



Evaluación de la calidad metodológica

La calidad metodológica se valoró a través de la escala PEDro, aunque no se excluyeron aquellos artículos cuya puntuación PEDro score era menor de 5 sobre 10. El propósito de la escala PEDro es ayudar a identificar si los estudios tienen suficiente validez interna (criterios 2-9) y suficiente información estadística para hacer que sus resultados sean interpretables (criterios 10-11). Un criterio adicional (criterio 1) se relaciona con la validez

externa del ensayo, pero este criterio no se utilizará para el cálculo de la puntuación de la escala PEDro. La puntuación total de esta escala se obtiene, por lo tanto, mediante la suma de los criterios 2-11, pudiendo así obtener un máximo de 10 puntos.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la Escala PEDro:

Tabla 2. Escala Pedro.

Estudios	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Criterio 1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1
Criterio 2	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
Criterio 3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Criterio 4	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Criterio 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Criterio 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Criterio 7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Criterio 8	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
Criterio 9	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1
Criterio 10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Criterio 11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Puntuación	6	7	6	6	5	5	3	6	6	7	5	4	5	5	7	5	6	6

Extracción de datos

Se seleccionaron 18 artículos para realizar la revisión sistemática. En la tabla presentada a continuación se pueden observar los datos generales de cada estudio.

Tabla 3. Datos generales de los artículos seleccionados.

Autor	Año	TOA	Objetivo			
			Ictus subagudo	Ictus crónico	MMSS	Marcha
Franceschini	2012					
Sale	2014					
Harmsen	2014					
Zhu	2015					
Franceschini	2010					
Sugg	2015					
Kim	2015					
Ertelt	2007					
Kim	2015					
Lee	2013					
Celnik	2008					
Liepert	2014					
Garrison	2013					
Marangon	2014					
Kim	2013					
Kim	2012					
Parc	2015					
Lee	2017					

RESULTADOS

RESULTADOS

La descripción detallada de cada artículo se recoge en la sección de anexos (selección de los participantes, características de la intervención, mediciones realizadas y resultados obtenidos). A continuación, se muestran los resultados de cada artículo de forma general.

Tabla 4. Análisis de los resultados de los artículos seleccionados.

OBJETO DE ESTUDIO	AUTORES	DURACIÓN DE LA INTERVENCIÓN			MEDICIONES	RESULTADOS GRUPO TOA
		Semanas	Sesiones/ semana	Minutos/ sesión		
TOA PARA MMSS EN PACIENTES CON ICTUS SUBAGUDO	Franceschini M. et al., 2012.	4	5	30	BBT	Mejora significativa. Se mantiene tras 5 meses.
					FM, ASM, FAT, MIF	GE y GC mejoran, pero no hay diferencias significativas entre los grupos.
	Sale P. et al., 2014	4	5	30	FM, BBT	Mejora significativa.
TOA PARA MMSS EN PACIENTES CON ICTUS CRÓNICO	Harmsen WJ. et al., 2014.	Duración de la prueba.			Tiempo (sg.)	Mejora significativa.
	Zhu MH et al., 2015.	8	6	30	FM, IB, ASM	Mejora significativa.
	Franceschini M et al., 2010.	4	5	40	FM, IB, ASM, FAT, MIF	Mejora significativa. Se mantiene tras 2 meses.

TOA PARA MMSS EN PACIENTES CON ICTUS CRÓNICO	Sugg K. et al., 2015.	4	3	60-90	FM, FTHUE, CAHM, MAL	Mejora significativa.
	Kim E. et al., 2015.	6	5	30	WMF	Mejora significativa.
	Ertelt D. et al., 2007.	4	5	90	WMF, FAT	Mejora significativa. Se mantiene tras 8 semanas.
	Kim E. et al., 2015.	6	5	30	Velocidad, trayectoria	Mejora significativa.
	Lee D. et al., 2013.	3	5	10	Número de veces que realizan el gesto	Mejora significativa. Se mantiene tras 1 semana.
	Celnik P. et al., 2008.	3	1		EMT, EMG	Mejora significativa.
	Liepert J. et al., 2014.	Duración de la prueba.			EMT, EMG	Mejora significativa. No diferencias significativas entre pacientes con signos sensitivos y motores.
	Garrison K.A. et al., 2013.	Duración de la prueba.			RMF	Mayor activación cortical ipsilesional de las áreas intactas.
	Marangon M. et al., 2014.	Duración de la prueba.			EMT, EMG	Mayor activación de la corteza motora contralesional .
	Kim J.H. et al., 2013.	4	5	30	EEG	Mejora significativa.

TOA PARA MMII EN PACIENTES CON ICTUS CRÓNICO	Kim J. et al., 2012.	Duración de la prueba.			Longitud del paso, tiempo de apoyo, tiempo de oscilación, velocidad de la marcha y cadencia.	Mejora significativa.
	Parc E.C. et al., 2015.	8	5	30	Equilibrio y marcha	Mejora significativa, excepto en el área de balanceo del centro de gravedad.
	Lee H.J., 2017.	6	3	30	Equilibrio y marcha	Mejora significativa.

DISCUSIÓN

DISCUSIÓN

Las limitaciones motoras, tanto en miembros superiores como en inferiores, son muy comunes tras el ictus y suponen un problema importante para las personas que lo han sufrido. Las disfunciones motoras producidas por el accidente cerebrovascular incluyen dificultades para el movimiento y coordinación de brazos, manos, dedos y piernas y pueden ser la causa de que tareas cotidianas y actividades de la vida diaria (comer, vestirse, asearse, caminar, etc.) se vuelvan difíciles de llevar a cabo.

La mejora de la funcionalidad de extremidades superiores e inferiores es un elemento clave en la rehabilitación de las personas con ictus, siendo el objetivo final la mejora de la calidad de vida de estos pacientes. Existen muchas intervenciones que tienen este propósito como, por ejemplo, la práctica repetitiva de tareas, la terapia restrictiva, la realidad virtual, el trabajo de estabilización y equilibrio, la terapia sensorial, la terapia espejo, la práctica mental y la terapia de observación de la acción.

La terapia de observación de la acción, basada en el principio neurofisiológico del sistema de neuronas espejo, ofrece un abordaje terapéutico novedoso para la rehabilitación de las personas con ictus. Se trata de un proceso a través del cual el observador puede entender lo que otras personas están haciendo mediante la simulación interna de las acciones observadas y de las consecuencias que podrían derivarse de estas acciones (45). La observación de acciones con finalidad, activa las representaciones internas de la misma acción en el paciente, a través del sistema de neuronas espejo. La subsecuente repetición de la acción observada refuerza la representación cortical de la acción, lo cual contribuye al aprendizaje motor y a la mejora de la funcionalidad (31). Los resultados de los estudios analizados en la presente revisión son relevantes para la comunidad de neurólogos y fisioterapeutas, ya que ponen de manifiesto que se trata de una técnica de tratamiento efectiva que puede ser utilizada como un recurso complementario a la rehabilitación fisioterápica habitual.

Entre los estudios seleccionados, encontramos varios que han demostrado que la observación de la acción produce un aumento de la excitabilidad de las áreas motoras corticales, permitiendo estimular la recuperación del control motor (37–41). Estos estudios utilizan la estimulación magnética transcraneal, la resonancia magnética funcional y la electromiografía para cuantificar la activación cortical. Aunque todos ellos concluyen que la TOA aumenta la excitabilidad cortical, existen discrepancias en cuanto a la localización cerebral donde se produce el mayor nivel de activación. Garrison K.A. et al. (2013) estudian el efecto de la TOA en pacientes diestros con ictus en el hemisferio izquierdo y afirman que la activación es mayor en las áreas no dañadas del hemisferio ipsilesional, cuando los participantes observan imágenes realizadas con la mano derecha (parética). Estos autores llegan a la conclusión de que la activación cortical, tanto en sujetos sanos como en personas que han sufrido un ACV, es mayor al observar imágenes que correspondan a la mano con menor destreza (mano no dominante en las personas

sanas y mano parética en personas con ictus). Marangon M. et al. (2014) llevan a cabo un estudio similar con pacientes diestros que han sufrido un ictus en el hemisferio derecho o izquierdo. Los resultados de este estudio indican que la activación cortical producida por la TOA en los pacientes con lesión en el hemisferio izquierdo es mayor en el hemisferio contralesional, lo cual contradice las conclusiones del anterior estudio.

Otro resultado interesante deriva del trabajo de estos últimos autores. En este estudio, además de cuantificar la activación cortical que se produce con la TOA, los investigadores trataron de determinar qué características del objeto observado son determinantes a la hora de diseñar la rehabilitación. En otras palabras, analizan de qué manera difiere la activación cortical en función de las características del objeto observado. La conclusión a la que llegan es la siguiente: cuando los participantes observan el agarre de un objeto grande, mediante una toma amplia, ocurre una mayor facilitación del abductor del dedo meñique. Por el contrario, cuando observan el agarre de un objeto pequeño, mediante una toma en pinza, hay una mayor facilitación del primer interóseo dorsal. Este conocimiento puede resultar muy útil a la hora de planificar el tratamiento de cada paciente, ya que nos permite realizar un abordaje personalizado basado en las deficiencias que presente cada paciente.

Siguiendo con los estudios que analizan la activación cortical, Liepert J. et al. (2014) investigan también las diferencias en la activación de la corteza cerebral que se pueden observar en los pacientes que presentan síntomas predominantemente motores y en los que tienen sintomatología mayoritariamente sensitiva cuando son tratados con la TOA. Estos autores afirman que no hay diferencias significativas entre estos dos grupos, concluyendo que la TOA puede ser adecuada para todo tipo de pacientes con ictus, independientemente de la sintomatología que presenten.

Por último, varios estudios coinciden en que la activación cortical es más intensa, cuando la acción observada coincide con la que se practica a continuación, en términos de dirección del movimiento, articulaciones implicadas, extremidad que realiza la acción, etc. (37, 38). Diversos estudios inciden además en la importancia que tiene la práctica de la acción observada en este tratamiento, ya que los resultados son mejores que cuando únicamente se observa la acción (36, 37, 41, 44).

Un aspecto que queda por concretar es la duración que tienen que tener la fase de observación y la fase de ejecución de la acción, ya que es otro parámetro que difiere en estos estudios. Algunos conducen la terapia con 3 minutos de observación y 2 minutos de práctica de la acción observada, mientras que otros llegan a los 20 minutos de observación y 20 de ejecución. A su vez, hay estudios que no concretan la duración de estas fases del tratamiento.

Otro aspecto importante que debemos considerar en torno a la TOA es el tipo de paciente para el cual esta terapia resulta más beneficiosa. Por ejemplo, podríamos pensar

que su efectividad podría verse alterada en función de la cronicidad de la patología que presente el paciente. Sin embargo, basándonos en los resultados de los estudios analizados, sabemos que esta forma de terapia es beneficiosa para los pacientes que se encuentran tanto en la fase subaguda de la patología (28, 29), como en la fase crónica (21, 30–39). La observación de la acción produce la activación cortical incluso cuando la persona no efectúa movimiento activo alguno, por lo que puede resultar muy útil en una fase temprana tras el evento cerebrovascular, cuando otros abordajes terapéuticos resultan más complicados de aplicar.

Por otro lado, los estudios analizados demuestran que la terapia de observación de la acción conduce a una recuperación de la función motora tanto en las extremidades superiores (21, 28–37) como en las inferiores (42–44). Cada estudio utiliza diversas formas de medida para la evaluación de los resultados. Los estudios que analizan la eficacia de la terapia en la extremidad superior recurren con frecuencia a la escala de Ashworth modificada para el miembro superior para realizar la valoración de la espasticidad, al test Fulg-Meyer y al test Box and Block para medir la funcionalidad de la extremidad superior. Los resultados de estas valoraciones son más favorables en los grupos experimentales, tratados con la terapia de observación de la acción (21, 28, 29, 31, 32). Los estudios que analizan la eficacia de la terapia en las extremidades inferiores evalúan parámetros de la marcha y el equilibrio, como son la longitud del paso, velocidad, cadencia, oscilaciones del centro de gravedad, etc. Los resultados son también más favorables en los pacientes que reciben la terapia de observación de la acción (42–44).

A la hora de definir un protocolo de rehabilitación basado en la TOA en base a los resultados de los estudios seleccionados, podemos ver que no existe consenso en cuanto al número de semanas, el número de sesiones semanales y la duración que debe tener cada sesión para conseguir la mayor efectividad con esta terapia y unos resultados óptimos. Los estudios analizados se basan en tratamientos de 4-8 semanas de duración, con 3-6 sesiones semanales de 20-60 minutos de duración. También se han incluido estudios en los cuales la duración del tratamiento se limita tan solo a la duración de la prueba. En cualquier caso, los resultados de estos estudios son siempre más favorables para el grupo que recibe la terapia de observación de la acción. Se precisarían más estudios para determinar cuál es el intervalo de intervención más apropiada para este abordaje terapéutico aplicado a las personas con ictus.

Otro resultado positivo que obtenemos de los estudios es la verificación de la efectividad de la TOA a medio-largo plazo. Son varios los estudios que realizan un seguimiento a los participantes a los 4-5 meses tras haber recibido el tratamiento. Los resultados indican que la recuperación en los pacientes tratados con la terapia de observación de la acción se mantiene meses después de haber recibido el tratamiento (28, 29, 31, 34).

La posibilidad de formular un tratamiento específico para cada paciente, dirigido a la rehabilitación de las limitaciones motoras específicas que presenta, es otra de las

ventajas de la terapia mediante la observación de la acción. El hecho de utilizar imágenes de vídeo durante la fase de observación permite adecuar estas imágenes a las necesidades del paciente, ya que podemos elegir o incluso grabar las acciones que más nos interesa trabajar. Es además una forma de tratamiento asequible, lo cual resulta imprescindible para desarrollar programas de rehabilitación que sean eficientes en cuanto al coste económico.

Otro atributo de esta terapia es la posibilidad de realizarse domiciliariamente. Los pacientes pueden ser entrenados para que sean capaces de efectuar este tratamiento de manera independiente, lo cual favorece la toma de conciencia y responsabilidad en lo que al cuidado de su salud refiere, así como a que sean partícipes en las decisiones que se toman en torno a su salud. Además, esto facilita que haya una continuidad del tratamiento a largo plazo, reduciendo así la posibilidad de que aparezcan síndromes por desuso y favoreciendo la recuperación motora. Todo ello lleva a una mejora de la eficiencia del tratamiento (21, 31). Como resultado, la aplicación de esta estrategia de rehabilitación podría contribuir a la mejora del pronóstico y la calidad de vida de los pacientes con ictus.

En cuanto a las limitaciones de los trabajos seleccionados, cabe mencionar que las muestras utilizadas en la mayoría de los estudios son relativamente reducidas, lo cual puede dificultar la generalización de los resultados.

Por otro lado, aunque todos los artículos incluidos en la revisión estudian la eficacia de la terapia de observación de la acción en pacientes con ictus, se han seleccionado estudios que tienen objetivos diferentes y utilizan, por lo tanto, patologías diferentes. Por ejemplo, se han analizado estudios que evalúan la efectividad de la terapia en pacientes con ictus subagudo y crónico, con afectación isquémica y hemorrágica y en miembros superiores e inferiores. Además, se han incluido artículos que tienen como objetivo evaluar la eficacia de la terapia de observación de la acción en términos de facilitación de la activación cortical, en términos de mejora de test funcionales para miembros superiores y en términos de mejora de los parámetros de la marcha. Todo esto implica que los instrumentos de medición sean distintos en función del propósito de cada ensayo y, por lo tanto, que realizar una comparación entre ellos sea más complicado.

A pesar de las limitaciones mencionadas, la presente revisión incluye 18 trabajos que muestran una tendencia positiva en cuanto a la efectividad de esta terapia como parte del tratamiento para la recuperación funcional tras el ictus. La simplicidad de esta forma de terapia, la ausencia de efectos adversos y los resultados favorables que se han descrito en torno a ella la convierten en un recurso efectivo para el tratamiento de las deficiencias motoras producidas por el ictus, en combinación con otras técnicas de fisioterapia.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

1. La terapia de observación de la acción produce un **aumento de la excitabilidad de las áreas motoras corticales**, como consecuencia de la activación del sistema de neuronas espejo, permitiendo así estimular la recuperación del control motor de las personas que han sufrido un ictus.
2. La terapia de observación de la acción ha demostrado ser eficaz tanto en la recuperación funcional de los pacientes con **ictus subagudo** (con 30 días de evolución), como en la de los pacientes con **ictus crónico** (con más de seis meses de evolución).
3. La terapia de observación de la acción es beneficiosa para la recuperación motora de **miembros superiores e inferiores**. Esto se traduce en una mejora en la ejecución de las actividades de la vida diaria, una mayor destreza en la manipulación y una mejora en la marcha.
4. La terapia de observación de la acción es más efectiva cuando se acompaña de la **práctica de la acción observada**, es decir, cuando se incluyen las fases de observación y de ejecución de la acción observada, y no sólo la fase de observación.
5. La terapia de observación de la acción puede ser utilizada como un **recurso complementario** a la rehabilitación fisioterápica habitual y puede utilizarse junto con otros abordajes terapéuticos, como los ejercicios de control de tronco, estiramientos musculares, movilizaciones articulares, ejercicios de destreza, equilibrio en bipedestación, marcha, reeducación sensorial, etc.
6. Es una terapia que **puede aplicarse en el domicilio** del paciente y puede llegar a realizarse de manera autónoma una vez aprendida su correcta ejecución.
7. Se trata de un recurso terapéutico **simple y asequible**, bien tolerado por los pacientes y exenta de efectos adversos.
8. La terapia de observación de la acción es **efectiva a medio-largo plazo** puesto que sus efectos se mantienen meses después de haber recibido el tratamiento.
9. La terapia de observación de la acción es efectiva como tratamiento de las personas que presentan **déficits motores como consecuencia de un ACV**, ya que contribuye al aprendizaje motor, facilita la recuperación funcional y mejora la autonomía de los pacientes.

PROPUESTA PERSONAL

PROPUESTA PERSONAL

A la vista de los favorables resultados de la presente revisión, propongo un proyecto de investigación que tenga como objetivo analizar la eficacia de dos variantes de la terapia de observación de la acción tradicional, las cuales no precisan de la observación de imágenes grabadas en vídeo para su ejecución. La realización de un estudio comparativo sobre la efectividad de la terapia de observación de la acción llevada a cabo con vídeo y sin vídeo puede ser útil para valorar si se modifica la eficacia del tratamiento y determinar si pueden utilizarse las variantes con el fin de facilitar la ejecución de esta terapia en la práctica fisioterápica diaria.

Hipótesis: La terapia de observación de la acción llevada a cabo sin utilizar imágenes de vídeo (observando al fisioterapeuta realizar la acción) es igual de efectiva que la terapia que se basa en la observación de grabaciones de vídeo para su ejecución.

Objetivo: Determinar si alguna de las variaciones propuestas de la forma tradicional de la terapia de observación de la acción resulta igual o más efectiva que las otras.

Diseño del estudio: Se realizará un ensayo clínico controlado y aleatorizado en el que se reclutarán 60 pacientes que hayan sufrido un accidente cerebrovascular con al menos seis meses de evolución. Los pacientes que cumplan con los criterios de selección deberán aceptar y firmar el consentimiento informado para poder participar en el estudio. Se realizará la petición al comité de ética del permiso correspondiente.

Selección de la población del estudio:

- Criterios de inclusión:
 1. Personas que han sufrido el primer ictus isquémico o hemorrágico en el territorio de la arteria cerebral media;
 2. lesión unilateral en el hemisferio derecho o izquierdo;
 3. evolución de seis meses como mínimo;
 4. con paresia moderada en la extremidad superior;
 5. edad comprendida entre los 45-75 años;
 6. con agudeza visual y auditiva normales;
 7. sin otros trastornos neurológicos;
 8. sin condiciones médicas graves.

- Criterios de exclusión:
 1. Espasticidad severa de la extremidad superior;
 2. déficit visual o auditivo severo;
 3. afasia severa;
 4. limitación cognitiva (MMT <24 en pacientes con educación secundaria y <17 en analfabetos);

5. demencia;
6. depresión;
7. enfermedad psiquiátrica.

Los sujetos seleccionados para el ensayo clínico deberán acudir a una reunión informativa previa al comienzo del tratamiento experimental, en la cual se les explicará con detalle en qué consiste el ensayo clínico, cuáles son sus implicaciones y qué posibles riesgos conlleva. Deberán también leer y firmar un documento de consentimiento informado en el caso de que una vez concluida la reunión informativa accediesen a participar en el estudio.

Una vez que los pacientes hayan sido incluidos en el estudio, serán distribuidos en tres grupos aleatoriamente para asegurar la homogeneidad de la muestra estudiada y la validez del estudio. La asignación será oculta.

Se registrarán los valores iniciales de las variables seleccionadas para la medición del efecto del tratamiento:

- Función de la extremidad superior: Box and Block Test (BBT), Escala de Fugl-Meyer para miembro superior (FM).
- Espasticidad: Escala de Ashworth Modificada (ASM).

Estas variables se medirán en tres ocasiones: antes de iniciar la intervención, al final del tratamiento y dos meses después. Todas las mediciones de las variables dependientes serán efectuadas por un evaluador ciego, que no conocerá el tratamiento al cual están siendo sometidos los pacientes. Habrá un único evaluador, para impedir haya variaciones en la forma de realizar las mediciones.

Los pacientes serán repartidos aleatoriamente tres cuatro grupos de 20 personas. La aleatorización se llevará a cabo mediante un programa informático. La asignación será oculta y se realizará con sobres opacos. Cada grupo recibirá un tratamiento determinado:

- Grupo 1: será tratado con TOA tradicional (n=20).
- Grupo 2: será tratado con TOA sin vídeo (n=20).
- Grupo 3: será tratado con TOA sin vídeo y con estimulación propioceptiva (n=20).

El grupo de estudio 1 será tratado con TOA tradicional: observación de un vídeo que muestra la ejecución de una acción con propósito desde la perspectiva de la primera persona y práctica del gesto observado.

El grupo de estudio 2 recibirá TOA sin vídeo: el fisioterapeuta se sienta al lado del paciente y realiza la acción con propósito. Después el paciente practica el gesto observado.

El grupo de estudio 3 recibirá TOA sin vídeo y con estimulación propioceptiva: el fisioterapeuta se sienta al lado del paciente con su extremidad superior cinchada a la extremidad parética de éste y realiza la acción con finalidad. Después, el paciente practica el gesto observado.

Los tres grupos recibirán un tratamiento que incluirá la práctica de 15 tareas de la vida diaria, llevadas a cabo con la extremidad superior y relacionadas con pequeños objetos comunes del hogar. Se incluirán tareas simples, pero a su vez relevantes de la actividad cotidiana como, por ejemplo, beber de un vaso, cepillarse el pelo, abrir una caja o comer una manzana. Todas ellas serán tareas orientadas hacia la consecución de un objetivo y podrán ser unimanuales o bimanuales. Sólo se practicará una de las tareas por cada sesión de rehabilitación, comenzando con la acción más sencilla y progresando en dificultad hasta llegar a la tarea más compleja.

El protocolo de tratamiento en los tres grupos constará de una fase de observación y otra de ejecución o práctica de la acción observada. La fase de observación podrá realizarse bien por medio de imágenes de vídeo, o bien con la ayuda del fisioterapeuta, quien será el responsable de ejecutar la acción, según el grupo del que se trate. En ambos casos, la acción se mostrará desde la perspectiva de la primera persona, para crear la ilusión de que es el propio paciente quien está efectuando la tarea. Cuando no se utilicen grabaciones de vídeo esto se conseguirá mediante la posición que adopten el paciente y el fisioterapeuta: ambos estarán sentados uno al lado del otro y en frente de una mesa. El fisioterapeuta se colocará en el lado de la extremidad parética del paciente. Es indiferente si el miembro superior que se está observando es de hombre o de mujer, pero siempre pertenecerá a una persona sin afectación motora que realice el gesto de forma adecuada.

La fase de observación tendrá una duración de 5 minutos. El fisioterapeuta pedirá al paciente que observe la acción con atención, puesto que se le pedirá que la repita a continuación. Para asegurar que el paciente mantiene la atención durante toda la fase, el fisioterapeuta irá realizando una descripción verbal de la maniobra que están observando. Esto se aplicará tanto si se observan grabaciones como si es el fisioterapeuta quien realiza la demostración.

La fase de ejecución durará 15 minutos. En esta fase el paciente deberá practicar la tarea previamente observada. La activación del sistema de neuronas espejo que se produce mediante la observación de la acción debería ser reforzada gracias a la consecutiva ejecución de la acción. Lo que buscamos mediante esta combinación es facilitar la plasticidad neuronal del sistema motor y conseguir así una mejor recuperación de la capacidad motriz.

Para facilitar su ejecución, la tarea a practicar se dividirá en 3 actos motores. Por ejemplo, en el caso de beber de una taza, los actos motores serán:

1. Alcanzar y agarrar el mango de la taza con la mano afectada y volver a la posición inicial.
2. Alcanzar y agarrar el mango de la taza con la mano afectada, elevarla ligeramente y colocarla de nuevo en la mesa.
3. Alcanzar y agarrar el mango de la taza con la mano afectada, acercar la taza a la boca y colocarla de nuevo en la mesa.

El paciente realizará la acción tantas veces como pueda, siempre y cuando la ejecución sea correcta. El fisioterapeuta podrá ayudarle a efectuar el movimiento si el paciente muestra dificultades para hacerlo de manera independiente. En el caso del grupo 3, en el cual el paciente recibe también estimulación propioceptiva, el gesto se realizará con la extremidad superior afectada cinchada a la del terapeuta, para poder llevar a cabo la acción de forma simultánea.

En los tres grupos, el paciente recibirá instrucciones verbales durante toda la fase de ejecución. Por ejemplo, siguiendo con el caso anterior, el fisioterapeuta podría decir: “coloca la mano afectada encima de la mesa”, “lentamente ve acercando la mano a la taza, extiende los dedos e intenta agarrar el mango”, “sostén firmemente la taza por el mango y elévala sólo unos centímetros sobre la mesa”, “puedes utilizar la mano sana para ayudarte si lo necesitas”... El fisioterapeuta deberá anotar si el paciente ha sido capaz de realizar la acción por sí solo o ha precisado de ayuda.

Cada grupo recibirá el tratamiento correspondiente tres días a la semana durante 5 semanas. Cada intervención tendrá una duración aproximada de 20 minutos (5 minutos de observación y 15 minutos de práctica).

Riesgos asociados a la participación en el ensayo clínico: No se han descrito riesgos asociados a la videoterapia o a los procedimientos seguidos en los otros dos grupos ni a los materiales utilizados para llevarlos a cabo. Este tratamiento puede además adecuarse a las características de cada paciente, por lo que los riesgos se reducen al máximo.

Aprobación del comité de ética: Para llevar a cabo este estudio será imprescindible recibir la aprobación por parte del comité de ética. A su vez, los participantes recibirán información verbal y escrita a cerca del estudio y deberán leer y firmar el consentimiento informado para poder participar en él.

Resultados: Se basarán en la diferencia obtenida en las mediciones de BBT, FM y ASM antes de la intervención y tras las 5 semanas de tratamiento.

Discusión: Esta novedosa forma de terapia ofrece una extensión a los procedimientos terapéuticos utilizados hasta ahora para la recuperación motora tras el ictus y enfatiza en la importancia de la percepción de la acción en la rehabilitación neurológica. Los resultados de este estudio podrían ser implementados en la práctica fisioterápica, como tratamiento complementario e individualizado.

AGRADECIMIENTOS

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quisiera dar las gracias a Ana María Insausti por el tiempo invertido en este proyecto, por su interés, ayuda, consejo y disponibilidad. En segundo lugar, quisiera agradecer a Mitxelko Sanchez por haberme ayudado a resolver los problemas informáticos que han ido surgiendo a lo largo del desarrollo de este trabajo. Para terminar, quisiera agradecer a mi familia por el apoyo que me han ofrecido durante los cuatro años de carrera.

ANEXOS

ANEXOS

Tabla 5. Resumen de los resultados de los artículos seleccionados.

ARTÍCULO	PARTICIPANTES	MEDICIONES	RESULTADOS
Franceschini M. et al., 2012.	GE: TOA. GC: Terapia placebo.	Escala de Fugl-Meyer (FM) para miembro superior, Frenchay Arm test (FAT), Box and Block test (BBT), Escala de Ashworth Modificada (ASM), Medida de Independencia Funcional Motora (MIF).	<ul style="list-style-type: none"> Los dos grupos muestran una mejoría significativa de las puntuaciones en las escalas FM, FAT, BBT y FIMM al final del tratamiento ($p<0,05$). La mejora en los resultados del BBT es significativamente mayor en el grupo experimental después de las 4 semanas de tratamiento ($p=0,03$) y a los 4-5 meses tras la intervención ($p=0,01$).
Sale P. et al., 2014	GE: TOA. GC: Terapia placebo.	Escala de Fugl-Meyer (FM) para miembro superior, Box and Block test (BBT).	<ul style="list-style-type: none"> Las mediciones tomadas al final del tratamiento y a los 4-5 meses tras la intervención evidencian una mejora significativa en los resultados de FM y BBT en todos los participantes ($p<0,03$). Los resultados al final del tratamiento y a los 4-5 meses tras la intervención son significativamente mejores en el grupo experimental ($p<0,03$). Los pacientes con hemiparesia izquierda obtienen beneficios significativamente mayores, tanto en FM como en BBT, cuando son tratados con terapia de observación de la acción en comparación con cuando sólo reciben rehabilitación estándar ($p=0,01$).
Harmsen W.J. et al., 2014.	GE: TOA. GC: Terapia placebo.	Se mide el tiempo (en segundos) que tardan los pacientes en alcanzar un objeto y volver a la posición de partida.	<ul style="list-style-type: none"> El tiempo que tardan en efectuar el movimiento disminuye significativamente en los dos grupos: 18,3% en el grupo experimental ($p<0,001$) y 9,1% en el grupo control ($p=0,03$). La disminución del tiempo es significativamente mayor en el grupo experimental, en comparación con el grupo control ($p=0,026$).
Zhu M.H. et al., 2015.	GE: TOA. GC: Fisioterapia y Terapia ocupacional (TO).	Escala de Fugl-Meyer (FM) para miembro superior, Índice de Barthel (IB), Escala Modificada de Ashworth (ASM).	<ul style="list-style-type: none"> Tras 8 semanas los dos grupos muestran mejoras significativas en todas las mediciones ($p<0,05$). Las puntuaciones en las escalas FM, IB y ASM muestran una mejora significativamente mayor en el grupo experimental, en comparación con el grupo control ($p<0,05$).

Franceschini M et al., 2010.	Fase control: datos iniciales, antes de la intervención. Fase de intervención: TOA.	Índice De Barthel (IB), Frenchay Arm test (FAT), Escala de Fugl-Meyer (FM) para miembro superior, Escala de Ashworth Modificada (ASM), Medida de Independencia Funcional Motora (MIF).	<ul style="list-style-type: none"> • Los resultados de todas las escalas son significativamente mejores después del tratamiento en comparación con los valores registrados antes del tratamiento (IB: $p=0,02$; FAT: $p=0,005$; FM: $p=0,001$; ASM: $p=0,004$; FIMM: $p=0,04$). • Esta mejora se mantiene a los 2 meses tras la intervención, puesto que no existe diferencia significativa entre las medidas tomadas después del tratamiento y dos meses después de la intervención ($p>0,05$).
Sugg K. et al., 2015.	Fase control: terapia simulada y práctica física. Fase intervención: TOA y práctica física.	Escala de Fugl-Meyer (FM) para miembro superior, Functional Test of the Hemiparetic Upper Extremity (FTHUE), Confidence in Arm and Hand Movement Scale (CAHM), Motor Activity Log (MAL).	<ul style="list-style-type: none"> • Se observan mejoras significativas en las medidas tomadas en las fases control e intervención, en comparación con las medidas iniciales para FM, FTHUE, CAHM y MAL ($p<0,05$ en todos). • Las mejoras obtenidas son significativamente mayores en la fase intervención en comparación con la fase control: FM: $p=0,001$; FTHUE: $p=0,009$; CAHM: $p=0,02$; MAL: $p=0,01$.
Kim E. et al., 2015.	GE: TOA. GC: Terapia placebo.	Wolf Motor Function Test (WMFT).	<ul style="list-style-type: none"> • Los dos grupos obtienen mejoras en la función de la extremidad superior después de la intervención ($p<0,05$). • La mejora en la función del miembro superior es significativamente mayor en el grupo experimental ($p<0,05$).
Ertelt D. et al., 2007.	GE: TOA. GC: Terapia placebo.	Frenchay Arm test (FAT), Wolf Motor Function Test (WMFT)	<ul style="list-style-type: none"> • Ambos grupos obtienen mejores resultados después del tratamiento ($p<0,05$). La mejora tras el tratamiento es significativamente mayor en el grupo experimental (FAT: $p<0,001$; WMFT: $p<0,05$). • Los resultados se mantienen a las 8 semanas del tratamiento puesto que no hay diferencias significativas entre las mediciones tomadas post-test y a las 8 semanas ($p=0,7$). • El grupo experimental presenta un aumento significativo de la activación cortical después del tratamiento en áreas de la corteza motora suplementaria, la corteza premotora, la corteza parietal superior e inferior y el cerebelo ($p<0,05$).
Kim E. et al., 2015.	GE: TOA y terapia ocupacional. GC: Terapia placebo y	Se registran los cambios en los parámetros cinemáticos de la extremidad superior mediante un	<ul style="list-style-type: none"> • Todos los participantes obtienen mejoras en los parámetros de velocidad, trayectoria y movimiento después de la intervención, pero no existe diferencia estadísticamente significativa entre los grupos ($p>0,05$).

	terapia ocupacional.	sistema de análisis de movimiento tridimensional.	<ul style="list-style-type: none"> El grupo experimental obtiene mejores resultados en la velocidad y la trayectoria del movimiento al final del tratamiento ($p<0,05$).
Lee D. et al., 2013.	Grupo observación de la acción. Grupo ejecución de la acción. Grupo combinado (observación y ejecución de la acción). Grupo control.	Se mide el número de veces que realizan la acción completa de beber de una taza (coger la taza, acercarla a los labios y dejarla de nuevo en la mesa) en un minuto.	<ul style="list-style-type: none"> El grupo de observación, el de ejecución y el grupo combinado muestran mejoras significativas al final y una semana después de la intervención, en comparación con el grupo control ($p<0,01$). El grupo combinado y el grupo de ejecución de la acción obtienen mejores resultados al final del tratamiento y una semana después, en comparación con el grupo de observación ($p<0,05$). Al finalizar la intervención y una semana después el número de acciones ejecutadas en un minuto incrementa en mayor medida en el grupo combinado, en comparación con el resto de los grupos ($p<0,05$).
Celnik P. et al., 2008.	Entrenamiento físico. Entrenamiento físico y observación de la acción congruente. Entrenamiento físico y observación de la acción incongruente	Se registran: dirección del movimiento del pulgar evocado por EMT; actividad del flexor y extensor corto del pulgar mediante EMG; nivel de concentración y fatiga durante la intervención.	<ul style="list-style-type: none"> El entrenamiento físico junto con la observación de la acción congruente produce un mayor porcentaje de movimientos evocados que se producen en la misma dirección que los movimientos practicados, resultando en una mayor formación de memoria motriz, en comparación con el entrenamiento físico sólo y el entrenamiento físico más la observación de la acción incongruente ($p=0,01$). El pico de aceleración de los movimientos practicados es mayor en el tratamiento con entrenamiento físico más observación congruente ($p<0,02$).
Liepert J. et al., 2014.	Fase control: Terapia simulada. Fase intervención: TOA.	Se utiliza la EMT para testar la excitabilidad cortical. Se registra la actividad electromiográfica del primer interóseo dorsal de ambas manos de forma simultánea.	<ul style="list-style-type: none"> Las respuestas musculares evocadas mediante los pulsos de EMT son significativamente mayores tanto en el lado afecto ($p=0,024$) como en el no afecto ($p=0,004$) durante la fase de observación de la acción en comparación con la fase control. La respuesta muscular es significativamente mayor en la mano que corresponde a la que aparece en el vídeo ($p=0,019$).
Garrison K.A. et al., 2013.	GE: Pacientes con ictus crónico. GC: Individuos sanos.	Se registra la actividad cortical mediante RMF durante la observación de la acción.	<ul style="list-style-type: none"> Los participantes sin afectación muestran una mayor activación cortical bilateral cuando observan imágenes de acciones realizadas con la mano izquierda (no dominante) ($p<0,05$). Los participantes con ictus muestran mayor activación cortical ipsilesional de las áreas intactas cuando observan acciones realizadas con la mano derecha (parética) ($p<0,05$).

			<ul style="list-style-type: none"> En ambos grupos la actividad cortical es mayor cuando observan la mano con menor destreza ($p < 0,05$).
Marangon M. et al., 2014.	<p>Grupo LHI: lesión en hemisferio izquierdo.</p> <p>Grupo LHD: lesión en hemisferio derecho.</p>	Se utiliza la EMT para testar la excitabilidad cortical. Se registra la actividad electromiográfica del primer interóseo dorsal y del abductor del dedo meñique de la mano contralesional.	<ul style="list-style-type: none"> El grupo LHI muestra una mayor activación de la corteza motora derecha (contralesional) durante la observación de la acción ($p < 0,05$). Cuando observan el agarre de un objeto grande (toma amplia) hay mayor facilitación del abductor del dedo meñique ($p = 0,047$). Cuando observan el agarre de un objeto pequeño (toma en pinza) hay mayor facilitación del primer interóseo dorsal ($p = 0,036$). El grupo LHD no muestra mayor activación de la corteza motora izquierda con respecto a los dos músculos testados ($p > 0,1$).
Kim J.H. et al., 2013.	<p>Grupo observación de la acción.</p> <p>Grupo práctica mental.</p> <p>Grupo práctica física.</p>	Se utiliza el EEG para monitorizar la actividad cortical antes y después de la intervención.	<ul style="list-style-type: none"> El grupo de observación de la acción muestra ondas beta de mayor intensidad en comparación con los otros 2 grupos ($p < 0,05$) lo cual es indicativo de una mayor activación cortical. El grupo de observación de la acción muestra una disminución de la intensidad de las ondas alfa en la corteza prefrontal y beta en la corteza prefrontal y corteza somatosensorial primaria tras la intervención ($p < 0,05$). Esto es indicativo de un mayor proceso de aprendizaje.
Kim J. et al., 2012.	<p>GE: TOA.</p> <p>GC: Terapia placebo.</p>	Se registran los parámetros de la marcha (longitud del paso, tiempo de apoyo y de oscilación, velocidad de la marcha y cadencia) antes y después de la intervención.	<ul style="list-style-type: none"> Existe una mejora significativa en la longitud del paso, tiempo de apoyo y de oscilación, velocidad de la marcha y cadencia en el grupo experimental al final del tratamiento ($p < 0,05$). Existe una diferencia estadísticamente significativa entre los resultados del grupo experimental y el grupo control al final de la intervención ($p < 0,05$).
Parc E.C. et al., 2015.	<p>GE: TOA.</p> <p>GC: Terapia placebo.</p>	<p>Equilibrio estático: distribución del peso entre la pierna parética y la sana, distancia total y área de los desplazamientos del centro de gravedad.</p> <p>Marcha: Timed Up and Go (TUG) y Prueba de los 10 metros.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Los parámetros del equilibrio estático y la capacidad de marcha mejoran significativamente en ambos grupos ($p < 0,05$). El grupo experimental obtiene mayor mejoría en comparación con el grupo control en todos los parámetros, excepto en el área de balanceo del centro de gravedad ($p < 0,05$).

Lee H.J., 2017.	Grupo observación de la acción y práctica física (OAPF). Grupo terapia espejo y practica física (TEPF). Grupo observación de la acción (OA).	Se evalúa el equilibrio con el sistema medición del equilibrio Biodex. La capacidad de marcha se mide mediante la escala Modified Functional Ambulation Profile (mEFAP).	<ul style="list-style-type: none">• El equilibrio mejora significativamente en el grupo OAPF ($p<0,05$).• Los grupos OAPF y TEPF obtienen una mejora significativa en los parámetros de la marcha ($p<0,05$).
------------------------	--	--	--

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

1. Rizzolatti G. The mirror neuron system and its function in humans. *Anat Embryol (Berl)*. 1 de diciembre de 2005;210(5-6):419-21.
2. Buccino G, Binkofski F, Riggio L. The mirror neuron system and action recognition. *Brain Lang*. mayo de 2004;89(2):370-6.
3. Sallés L, Gironès X, Lafuente JV. [The motor organization of cerebral cortex and the role of the mirror neuron system. Clinical impact for rehabilitation]. *Med Clin (Barc)*. 6 de enero de 2015;144(1):30-4.
4. Rizzolatti G, Fabbri-Destro M. The mirror system and its role in social cognition. *Curr Opin Neurobiol*. Abril de 2008;18(2):179-84.
5. Casile A, Caggiano V, Ferrari PF. The mirror neuron system: a fresh view. *Neurosci Rev J Bringing Neurobiol Neurol Psychiatry*. octubre de 2011;17(5):524-38.
6. Rizzolatti G, Fogassi L. The mirror mechanism: recent findings and perspectives. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2014;369(1644):20130420.
7. Pineda JA, editor. *Mirror Neuron Systems: The Role of Mirroring Processes in Social Cognition*. Softcover reprint of hardcover 1st ed. 2009 edition. New York, N.Y.: Humana Press; 2010. 376 p.
8. Rizzolatti G, Fadiga L, Gallese V, Fogassi L. Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Cogn Brain Res*. marzo de 1996;3(2):131-41.
9. Cochin S, Barthelemy C, Roux S, Martineau J. Observation and execution of movement: similarities demonstrated by quantified electroencephalography. *Eur J Neurosci*. mayo de 1999;11(5):1839-42.
10. Buccino G, Binkofski F, Fink GR, Fadiga L, Fogassi L, Gallese V, et al. Action observation activates premotor and parietal areas in a somatotopic manner: an fMRI study. *Eur J Neurosci*. enero de 2001;13(2):400-4.
11. Ertelt D, Binkofski F. Action observation as a tool for neurorehabilitation to moderate motor deficits and aphasia following stroke. *Neural Regen Res*. 15 de septiembre de 2012;7(26):2063-74.
12. Rizzolatti G, Cattaneo L, Fabbri-Destro M, Rozzi S. Cortical mechanisms underlying the organization of goal-directed actions and mirror neuron-based action understanding. *Physiol Rev*. abril de 2014;94(2):655-706.
13. Carr L, Iacoboni M, Dubeau M-C, Mazziotta JC, Lenzi GL. Neural mechanisms of empathy in humans: A relay from neural systems for imitation to limbic areas. *Proc Natl Acad Sci*. 29 de abril de 2003;100(9):5497-502.
14. Faralli A, Bigoni M, Mauro A, Rossi F, Carulli D. Noninvasive strategies to promote functional recovery after stroke. *Neural Plast*. 2013;2013:854597.

15. Buccino G. Action observation treatment: a novel tool in neurorehabilitation. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2014;369(1644):20130185.
16. Claflin ES, Krishnan C, Khot SP. Emerging treatments for motor rehabilitation after stroke. *The Neurohospitalist.* abril de 2015;5(2):77-88.
17. Carvalho D, Teixeira S, Lucas M, Yuan T-F, Chaves F, Peressutti C, et al. The mirror neuron system in post-stroke rehabilitation. *Int Arch Med.* 17 de octubre de 2013;6(1):41.
18. Malouin F, Jackson PL, Richards CL. Towards the integration of mental practice in rehabilitation programs. A critical review. *Front Hum Neurosci* [Internet]. 2013 [citado 20 de marzo de 2017];7. Disponible en: <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fnhum.2013.00576/abstract>
19. García Carrasco D, Aboitiz Cantalapiedra J. Effectiveness of motor imagery or mental practice in functional recovery after stroke: a systematic review. *Neurol Barc Spain.* febrero de 2016;31(1):43-52.
20. Small SL, Buccino G, Solodkin A. The mirror neuron system and treatment of stroke. *Dev Psychobiol.* abril de 2012;54(3):293-310.
21. Zhu M-H, Wang J, Gu X-D, Shi M-F, Zeng M, Wang C-Y, et al. Effect of action observation therapy on daily activities and motor recovery in stroke patients. *Int J Nurs Sci.* septiembre de 2015;2(3):279-82.
22. Downie PA. *Neurología para fisioterapeutas.* Ed. Médica Panamericana; 1989. 572 p.
23. López Fernández JC, Masjuan Vallejo J, Arenillas Lara J, Blanco González M, Botia Paniagua E, Casado Naranjo I, et al. Análisis de recursos asistenciales para el ictus en España en 2012: ¿beneficios de la Estrategia del Ictus del Sistema Nacional de Salud? *Neurología.* septiembre de 2014;29(7):387-96.
24. Martínez-Vila E, Irimia P. Factores de riesgo del ictus. *An Sist Sanit Navar.* 26 de junio de 2009;23(0):25-31.
25. Giralt-Steinhauer E, Jiménez-Conde J, Soriano Tárraga C, Mola M, Rodríguez-Campello A, Cuadrado-Godia E, et al. Aproximación al conocimiento de las bases genéticas del ictus. Consorcio español de genética del ictus. *Neurología.* 25 de marzo de 2017;560-6.
26. Truelsen T, Piechowski-Jóźwiak B, Bonita R, Mathers C, Bogousslavsky J, Boysen G. Stroke incidence and prevalence in Europe: a review of available data. *Eur J Neurol.* junio de 2006;13(6):581-98.
27. Members WG, Roger VL, Go AS, Lloyd-Jones DM, Benjamin EJ, Berry JD, et al. Heart Disease and Stroke Statistics—2012 Update. *Circulation.* 3 de enero de 2012;125(1):e2-220.

28. Franceschini M, Ceravolo MG, Agosti M, Cavallini P, Bonassi S, Dall'Armi V, et al. Clinical relevance of action observation in upper-limb stroke rehabilitation: a possible role in recovery of functional dexterity. A randomized clinical trial. *Neurorehabil Neural Repair*. junio de 2012;26(5):456-62.
29. Sale P, Ceravolo MG, Franceschini M. Action observation therapy in the subacute phase promotes dexterity recovery in right-hemisphere stroke patients. *BioMed Res Int*. 2014;2014:457538.
30. Harmsen WJ, Busmann JBJ, Selles RW, Hurkmans HLP, Ribbers GM. A Mirror Therapy-Based Action Observation Protocol to Improve Motor Learning After Stroke. *Neurorehabil Neural Repair*. julio de 2015;29(6):509-16.
31. Franceschini M, Agosti M, Cantagallo A, Sale P, Mancuso M, Buccino G. Mirror neurons: action observation treatment as a tool in stroke rehabilitation. *Eur J Phys Rehabil Med*. diciembre de 2010;46(4):517-23.
32. Sugg K, Müller S, Winstein C, Hathorn D, Dempsey A. Does Action Observation Training With Immediate Physical Practice Improve Hemiparetic Upper-Limb Function in Chronic Stroke? *Neurorehabil Neural Repair*. octubre de 2015;29(9):807-17.
33. Kim E, Kim K. Effect of purposeful action observation on upper extremity function in stroke patients. *J Phys Ther Sci*. septiembre de 2015;27(9):2867-9.
34. Ertelt D, Small S, Solodkin A, Dettmers C, McNamara A, Binkofski F, et al. Action observation has a positive impact on rehabilitation of motor deficits after stroke. *NeuroImage*. 2007;36 Suppl 2:T164-173.
35. Kim E, Kim K. Effects of purposeful action observation on kinematic patterns of upper extremity in individuals with hemiplegia. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(6):1809-11.
36. Lee D, Roh H, Park J, Lee S, Han S. Drinking Behavior Training for Stroke Patients Using Action Observation and Practice of Upper Limb Function. *J Phys Ther Sci*. 2013;25(5):611-4.
37. Celnik P, Webster B, Glasser DM, Cohen LG. Effects of action observation on physical training after stroke. *Stroke*. junio de 2008;39(6):1814-20.
38. Liepert J, Greiner J, Dettmers C. Motor excitability changes during action observation in stroke patients. *J Rehabil Med*. mayo de 2014;46(5):400-5.
39. Garrison KA, Aziz-Zadeh L, Wong SW, Liew S-L, Winstein CJ. Modulating the motor system by action observation after stroke. *Stroke*. agosto de 2013;44(8):2247-53.
40. Marangon M, Priftis K, Fedeli M, Masiero S, Tonin P, Piccione F. Lateralization of Motor Cortex Excitability in Stroke Patients during Action Observation: A TMS Study. *BioMed Res Int*. 14 de abril de 2014;2014:e251041.

41. Kim J-H, Chung E-J, Lee B-H. A study of analysis of the brain wave with respected to action observation and motor imagery: a pilot randomized controlled trial. *J Phys Ther Sci.* julio de 2013;25(7):779-82.
42. Kim J, Kim K. Clinical feasibility of action observation based on mirror neuron system on walking performance in post stroke patients. *J Phys Ther Sci.* 2012;24(7):597–599.
43. Park EC, Hwangbo G. The effects of action observation gait training on the static balance and walking ability of stroke patients. *J Phys Ther Sci.* 2015;27(2):341-4.
44. Lee HJ, Kim YM, Lee DK. The effects of action observation training and mirror therapy on gait and balance in stroke patients. *J Phys Ther Sci.* 2017;29(3):523-6.
45. Kim K. Action observation for upper limb function after stroke: evidence-based review of randomized controlled trials. *J Phys Ther Sci.* octubre de 2015;27(10):3315-7.