

# Effects of motor imagery after cerebrovascular accident

## Efectos de la imaginería motora tras accidente cerebrovascular

Martínez-Misa Paula<sup>a</sup> | González-González Yoana<sup>a</sup> | Alonso-Calvete Alejandra<sup>a,b</sup> | Da Cuña-Carrera Iria<sup>a</sup>

a. Universidad de Vigo. Campus A. Facultad de Fisioterapia. Pontevedra, España.

b. Universidad de Vigo. Campus A. Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte. Grupo de Investigación en Rendimiento, Motricidad, Salvamento y Socorrismo (REMOSS). Pontevedra, España.

### Correspondence

Alejandra Alonso Calvete. Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte. Universidad de Vigo. Campus A. Xunqueira s/n, C.P. 36005, Pontevedra, España.

 alealonso@uvigo.es

### Abstract

**Introduction:** After a stroke, approximately 80% of patients suffer from different types of motor disorders. The rehabilitation of these injuries is a therapeutic challenge for which there are different therapies, some of them emerging, among which motor imagery stands out. This treatment presents potential benefits for the early rehabilitation of acquired motor deficits. Since motor imaging is a recent therapy, the objective of this work is to gather the most current scientific literature about motor imaging in patients who have suffered a stroke. **Methods:** A literature search has been carried out according to PRISMA standards in PubMed, Cinhal, Cochrane, Medline, Scopus, PEDro, Web of Science and SPORTDiscus databases with the keywords "Stroke", "Imagery" and "Physical Therapy".

**Results:** 15 articles were finally selected for the review, with similar results regarding the benefits that motor imagery brings to rehabilitation in patients after stroke, analyzing the effects of this treatment in both upper and lower limbs or in walking.

**Conclusions:** Motor imaging has significant benefits in the rehabilitation of patients after stroke, either alone or in combination with other conventional therapies.

**Keywords:** physical therapy, rehabilitation, motor Imagery, neurology, stroke.

### Resumen

**Introducción:** Tras un accidente cerebrovascular, aproximadamente el 80% de los pacientes sufren alteraciones motoras de distinta índole. La rehabilitación de estas lesiones supone un reto terapéutico para el cual existen distintas terapias, algunas de ellas emergentes, entre las que destaca la imaginería motora. Este tratamiento presenta potenciales beneficios en aras de una rehabilitación precoz de los déficits motores adquiridos. Debido a que la imaginería motora es una terapia reciente, el objetivo de este trabajo es recabar la literatura científica más actual acerca de la imaginería motora en pacientes que han sufrido un accidente cerebrovascular. **Métodos:** Se ha llevado a cabo una búsqueda bibliográfica de acuerdo con las normas PRISMA en las bases de datos PubMed, Cinhal, Cochrane, Medline, Scopus, PEDro, Web of Science y SPORTDiscus con las palabras clave "Stroke", "Imagery" y "Physical Therapy".

**Resultados:** Se seleccionaron finalmente 15 artículos para la revisión, con resultados similares en cuanto a los beneficios que la imaginería motora aporta a la rehabilitación en pacientes tras accidente cerebrovascular, analizando los efectos de este tratamiento tanto en miembros superiores como inferiores o en la marcha.

**Conclusiones:** La imaginería motora presenta beneficios significativos en la rehabilitación de pacientes tras accidente cerebrovascular, ya sea sola o en combinación con otras terapias convencionales.

**Palabras clave:** fisioterapia, rehabilitación, imaginería motora, neurología, accidente cerebrovascular.



This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. © 2020

## Introducción

El accidente cerebrovascular (ACV) o ictus es según la Organización Mundial de la Salud la segunda causa de muerte mundial, así como la tercera causa de discapacidad en adultos<sup>1</sup>. Esta afectación se define como una aparición rápida de signos clínicos basados en alteraciones focales o globales de la función cerebral, de duración superior a 24 horas sin ninguna otra causa aparente que la de origen vascular, y que normalmente deja secuelas físicas, tanto sensitivas como motoras, en aquellos sujetos que la padecen<sup>2</sup>. Tras un ACV, aproximadamente el 80% de los pacientes sufren una deficiencia o alteración motora<sup>3,4</sup> cuya aparición depende en gran medida de la rapidez con la que se haya intervenido el ACV, y de la misma manera su recuperación requiere una rehabilitación precoz que ha demostrado minimizar los daños e incluso eliminarlos por completo, consiguiendo así la vuelta a la autonomía personal y la reintegración familiar y sociolaboral<sup>2,3,5</sup>. El abordaje del paciente tras ACV se basa en diferentes terapias y técnicas que se han ido desarrollando con el paso del tiempo tales como la fisioterapia neurológica, la terapia de espejo o la electroestimulación, e incluso el uso de terapias específicas como el trabajo de la musculatura pélvica para la incontinencia urinaria<sup>3</sup>. Lo cual ha demostrado grandes beneficios en la recuperación tras ACV, pero la constante evolución de las terapias neurológicas, en muchas ocasiones ayudada por la tecnología, hace que se desarrollen continuamente nuevas opciones terapéuticas con beneficios potenciales<sup>3,4</sup>. En concreto, el descubrimiento en los últimos años de las neuronas espejo ha generado una nueva línea de investigación basada en estrategias cognitivas, que han permitido desarrollar nuevas terapias basadas en la estimulación cerebral no invasiva como método de recuperación de capacidades funcionales<sup>6</sup>. Una de técnica que parece presentar beneficios significativos en la recuperación de pacientes tras ACV es la imaginación motora (IM), que busca activar los procesos cognitivos del movimiento a través de la imaginación, pero sin realizar ese movimiento realmente<sup>4</sup>. Estudios previos tanto de neuroimagen como de fisiología neurológica han demostrado que existe una relación entre los movimientos imaginados y los que se desarrollan realmente, lo que genera un efecto de "puerta trasera" para acceder al sistema motor y mejorar su rehabilitación<sup>4,7</sup>.

Diferentes investigaciones afirman que la IM muestra resultados positivos en la recuperación de la funcionalidad de las extremidades tras ACV, incrementando su funcionalidad y utilización en actividades de la vida diaria, así como mejoras en la marcha y en el paso de sedestación a bipedestación o viceversa<sup>8</sup>.

Esta terapia se realiza normalmente en combinación con los tratamientos convencionales, actuando como complemento, pero también comienza a estudiarse su aplicación en solitario en pacientes que no pueden recibir los tratamientos convencionales<sup>6,8</sup>.

## Objetivo

A pesar de que la IM es una terapia emergente, existen numerosas investigaciones que analizan sus efectos en la rehabilitación tras ACV, por ello, el objetivo de esta revisión es recopilar los estudios más relevantes acerca del uso de la IM en pacientes tras ACV.

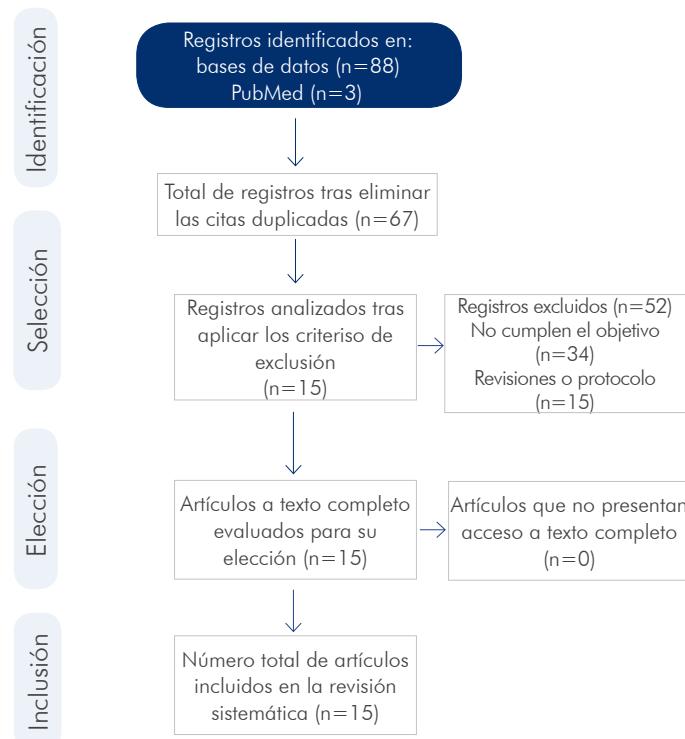
## Material y método

Para la realización de este trabajo se ha llevado a cabo una búsqueda bibliográfica de acuerdo con las normas PRISMA durante los meses de febrero y marzo del 2020 en las bases de datos: PubMed, Cinhal, Cochrane, Medline, Scopus, PEDro, Web of Science y SPORTDiscus. En esta búsqueda se emplearon las palabras clave "Stroke", "Imagery" y "Physical Therapy" extraídas del Medical Subject Heading (MeSH) unidas por el operador booleano AND. Las ecuaciones de búsqueda obtenidas se presentan en la Tabla I.

Una vez realizada la búsqueda según los términos expuestos se obtuvieron 346 artículos, y tras eliminar los trabajos duplicados un total de 91. Se establecieron unos criterios de selección para filtrar los resultados, dejando solo los adecuados para esta revisión. En cuanto a los criterios de inclusión, solo se incluirán aquellos trabajos en inglés o español que hayan sido publicados en los últimos 5 años (2015-2020) con el fin de recabar la literatura científica más actual, que en el caso de la neurología se encuentra en constante cambio y evolución. Como criterios de exclusión, se eliminarán aquellos trabajos que sean revisiones o protocolos, que no se ajusten al objetivo del trabajo o que aparezcan repetidos en las bases de datos. El proceso de selección de los artículos, desde la búsqueda hasta la selección final, se muestra en la Figura 1 mediante un diagrama de flujo acorde con las directrices PRISMA.

## Calidad metodológica

Para evaluar la calidad metodológica de los artículos, se empleó la escala Jadad, que analiza la calidad de los ensayos clínicos aleatorizados (ECAs). Esta escala otorga una puntuación a cada artículo de entre 0 y 5 puntos, siendo 5 la máxima calidad, en función de si cumplen o no requisitos de aleatorización y cegamiento<sup>9</sup>.

**Figura 1.** Proceso de selección según el diagrama de flujo PRISMA

## Resultados

Se realizó una búsqueda bibliográfica con el objetivo de analizar la eficacia de la imaginería motora en la rehabilitación de pacientes tras ACV, obteniendo un total de 15 estudios que cumplen los criterios de selección. Los resultados se muestran en tablas para facilitar su lectura y comprensión, observándose en la **Tabla 2** la metodología y las características de los trabajos, y en la **Tabla 3** los procedimientos y resultados de cada uno.

**Tabla I.** Ecuaciones de búsqueda

Base de datos	Ecuación
PubMed	((“Stroke”[Mesh]) AND “Imagery, Psychotherapy”[Mesh]) AND “Physical Therapy Modalities”[Mesh]
Cinhal	(MH “Guided Imagery”) AND (MH “Stroke”) AND (MH “Physical Therapy”)
Cochrane	Imagery in Title Abstract Keyword AND “physical therapy” in Title Abstract Keyword AND stroke in Title Abstract Keyword
Medline	(MH “Imagery (Psychotherapy)”) AND (MH “Stroke”) AND (MH “Physical Therapy Modalities”)
Scopus	( TITLE-ABD-KEY (stroke) AND TITLE-ABS-KEY (imagery) AND TITLE-ABS-KEY (“physical therapy”))
PEDro	Imagery; stroke; physical therapy
Web Of Science	Tema: (imagery) AND TEMA: (stroke) AND Tema: (physical therapy)
SPORTDiscus	((DE “IMAGERY (Psychology”) AND (DE “STROKE”)) AND (DE “PHYSICAL therapy”))

**Tabla II.** Características de los estudios

Autor	Tipo de estudio	Muestra	Jadad	Tipo post ACV	Objetivo
Alves et al. <sup>10</sup>	ECA	42	3	>6 meses	Efectos de IM + realidad virtual
Polli et al. <sup>11</sup>	EC	28	-	> 1 año	Efectos de IM graduada
Page et al. <sup>12</sup>	ECA	27	4	>3 meses	Efectos de IM masiva vs IM distribuida
Kim H. et al. <sup>13</sup>	ECA	14	3	≥3 meses	Efectos de IM con y sin inducción de movimiento
Oh et al. <sup>14</sup>	ECA	12	3	≥6 meses	Evaluar el control y la propiocepción del tronco tras tratamiento con IM
Park et al. <sup>15</sup>	ECA	26	4	>6 meses	Comparar IM con inducción del movimiento
Grabherr et al. <sup>16</sup>	EC	25	-	>3 meses	Comparar efectos de IM y ejecución motora
Kim et al. <sup>17</sup>	ECA	24	3	6-12 meses	Efectos de IM
Frolov et al. <sup>18</sup>	ECA	74	5	±8 meses	Comparar movilidad pasiva con IM
Kim et al. <sup>19</sup>	Estudio piloto	8	-	2-5 meses	Efectos de IM + estimulación eléctrica
Pheung-Pharattanatray et al. <sup>20</sup>	EC	14	-	2-4 meses	Efectos de IM en la marcha y las caídas
Kumar et al. <sup>22</sup>	ECA	40	4	≥3 meses	Efectos de IM en fuerza y marcha
Bae et al. <sup>22</sup>	Estudio piloto	20	-	<3 meses	Entrenamiento de equilibrio + IM en la marcha
Bajaj et al. <sup>23</sup>	ECA	10	3	1-54 meses	Observar los efectos de IM en la conectividad cerebral
Carvalho et al. <sup>24</sup>	Serie de casos	3	-	14-37 meses	Evaluar los cambios neuropsíquicos en el cerebro tras IM

ACV: accidente cerebrovascular, IM: imaginería motora, EC: estudio controlado, ECA: estudio controlado aleatorizado.

**Tabla III.** Resultados

Autor	Sesiones/duración	Test/escalas	Resultados
Alvés et al.10	75 minutos al día durante 2 sem.	FM-MS	Tanto la IM como la realidad virtual mejoran significativamente la función de miembro superior en comparación a GC
Polli et al.11	20 sesiones de 1 hora durante 4 sem.	WMFT y FM	Mejoras significativas con IM en comparación con GC
Page et al.12	GE1: IM 60 minutos, 3 días/sem. GE2: IM 20 minutos 3 veces/día. 3 días/sem. 10 semanas	FM y ARAT	Ambos mejoran, pero GE2 más que GE1
Kim H. et al.13	10 minutos durante 2 sem.	FM	Mejora de movimiento y capacidad funcional en GE vs GC
Oh et al.14	GE IM / GC neurodesarrollo	EMG	Ambos grupos mejoran significativamente, pero más el GE
Park et al.15	GE: 30 minutos terapia convencional + 10 minutos IM GC: 30 minutos terapia convencional	FM, ARAT y KMBI	Ambos grupos mejoran significativamente, pero más el GE
Grabherr et al.16	6 sesiones IM vs no tratamiento	FM, memoria y funcionalidad	Mejoras significativas en todos los aspectos en GE
Kim et al.17	Tratamiento convencional+ IM	FM y WMFT	Mejora significativa en todo
Frolov et al.18	10 sesiones de 30 minutos de IM	ARAT y FM	En el GE mejoran en todos los valores significativamente, y en el GC solo la función motora.
Kim et al.19	20 minutos durante 4 sem	TUG y 10 MW	Ambas pruebas mejoran significativamente tras la intervención
Pheung-Phrarattanatrai et al.20	GE: fisioterapia + IM. 12 sesiones GC: solo fisioterapia. 12 sesiones	PSM y FES-I	La marcha mejora significativamente en el GE vs GC
Kumar et al.21	45-60 minutos de IM 3 sem.	Fuerza de agarre	Tanto la fuerza como la marcha mejoran tras IM
Bae et al.22	GE: equilibrio + IM GC: equilibrio	BBS, TUG, FRT, FSST	El equilibrio mejora y el riesgo de caída disminuye en ambos grupos.
Bajaj et al.23	Tratamiento con IM vs tratamiento con IM + fisioterapia	RMN	El tratamiento combinado de IM más fisioterapia influye en mayor medida en la conductividad cerebral que solo IM
Carvalho et al.24	50 minutos de IM durante 4 sem.	FM y ARAT	El tratamiento mediante IM mejora la EM

ARAT: Action Research Arm Test; BBS: Escala Equilibrio de Berg; FM: Escala Fugl Meyer; FM-MS: Escala Fugl Meyer en Miembros Superiores; FRT: Functional Reach Test; FSST: Four Square Step Test; GC: Grupo control; GE: Grupo experimental; EM: Ejecución motora; IM: Imaginería motora; KMBI: Versión Koreana modificada de Barthel Test; MAS: Motor assesment Scale; TUG: Timed Up-and-Go; WMFT: Wolf Motor Function Test; 10MW: 10 meter walk; SEM: semanas EMG: electromiografía.

## Discusión

Tras analizar los resultados de los artículos seleccionados para esta revisión acerca de los efectos de la IM en la rehabilitación de pacientes tras ictus, se observa en un primer lugar que son bastante heterogéneos en cuanto a las sesiones de IM, tanto en su duración como en la temporalidad. Sin embargo, en todos ellos la aplicación del tratamiento mediante IM se combina con otras terapias como fisioterapia, entrenamiento de fuerza o equilibrio, obteniendo mejoras significativas en todos los casos.

La IM surge como una nueva terapia dedicada al manejo y rehabilitación de las secuelas provocadas por ACV, pero en ningún caso excluye a otros tratamientos como la fisioterapia convencional individual<sup>[10,12-17,20-22]</sup> o la utilización de exoesqueletos u otros aparatos de rehabilitación motora<sup>[18,19]</sup>, si no que la complementa. Los trabajos que combinan IM con terapias convencionales reflejan mejoras significativas en comparación con solo terapias convencionales, pero además el trabajo de Bajaj et al. <sup>[23]</sup> muestra como la IM por si sola obtiene beneficios en la función motora, que además son significativamente mayores cuando se añade fisioterapia al tratamiento con IM. Por lo tanto, la IM parece ser una terapia más en la rehabilitación de las funciones motoras, pero no excluye el uso de otras terapias convencionales que por si solas ya obtenían buenos resultados, si no que parece ser una herramienta más a la hora de ayudar al sistema nervioso central a recuperar las capacidades perdidas <sup>[18-20]</sup>. Tal y como reflejan expertos en rehabilitación neurológica, cada paciente obtendrá beneficios de una u otra terapia en función de su afectación, secuelas y proceso de recuperación pero también de su conocimiento previo acerca del movimiento y la función; y en este caso la IM parece ayudar más a aquellas personas con mejor percepción del movimiento o mayor capacidad de comprensión del mismo <sup>[18,20,21]</sup>.

En cuanto a la frecuencia y duración de las sesiones de tratamiento basada en IM, se observa una gran heterogeneidad en los estudios incluidos en esta revisión. En primer lugar, aquellos trabajos que solo emplean IM realizan sesiones de mayor duración que aquellos que combinan la IM con otras terapias, probablemente por optimización del tiempo. Sin embargo, se ha establecido un máximo de 30 minutos de duración en cada sesión de IM, ya que debido a las características de los pacientes que han sufrido ACV, más tiempo podría generar una pérdida de la efectividad principalmente causada por la fatiga en las áreas afectadas <sup>[10,11,19,22]</sup>.

Sin embargo, la IM presenta algunas limitaciones para su aplicación en pacientes tras ACV. La principal es que requiere una capacidad mínima de comprensión por parte de los pacientes, que deben entender primero el movimiento, y luego imaginarlo a la vez que intentan realizarlo. En este caso, el terapeuta encargado de dirigir la sesión de IM debe garantizar que el paciente comprenda las instrucciones dadas, y así asegurar que la técnica es efectiva y genera cambios a nivel cerebral, tal y como afirman estudios previos<sup>23,24</sup>. Por otra parte, la edad de los sujetos puede limitar también a la hora de determinar los efectos de la IM. Considerando a España como referencia, la prevalencia de deterioro cognitivo y de la marcha tras ACV abarca un 8% de la población mayor de 65 años, llegando al 25% a los 8525, y en esta revisión, los sujetos que componen las muestras de cada uno de los estudios oscilan entre los 55 y los 66 años. Este rango se encuentra dentro de lo esperado ya que no es habitual que sujetos más jóvenes sufran ACV<sup>25</sup>, sin embargo, es condición necesaria que los participantes tengan unas mínimas capacidades cognitivas, incluyendo comprensión de órdenes y equilibrio, lo que seguramente excluye a los sujetos de más edad y a aquellos con secuelas masivas del ACV. En este contexto, debe tenerse en cuenta también el tiempo de evolución desde el ACV, con una media de más de 6 meses desde el suceso. Por una parte es habitual esperar un tiempo hasta que las secuelas se estabilicen y se pueda determinar si los pacientes son aptos para el tratamiento basado en IM<sup>26</sup>, pero por otro lado estudios previos han determinado que cuanto más precoz sea el tratamiento mayor posibilidad de que las secuelas desaparezcan<sup>3,4</sup>, por lo que debería buscarse un equilibrio entre ambas situaciones, estudiando siempre el caso concreto de cada paciente. Es por todo esto que la edad y el tiempo tras ACV deben ser tenidos en cuenta a la hora de interpretar los resultados o extrapolarios a otros sujetos, ya que no toda la población que sufre ACV podría verse beneficiada de igual manera por la IM.

El tamaño muestral medio de los trabajos incluidos en comparación con los empleados normalmente en ECAs y, trabajos de ciencias de la salud, es interesante y los resultados deben interpretarse con cautela<sup>27</sup>. No obstante, este tamaño muestral puede justificarse ya que es una terapia emergente que todavía comienza a investigarse, lo que se refleja en el número de estudios publicados pero también en la dificultad para acceder a pacientes y aplicarles esta terapia. Dados los potenciales beneficios que parecen tener la IM en la recuperación de pacientes tras ACV, deberían promoverse estudios con un mayor número de pacientes y a poder ser un seguimiento

de los mismos para conocer más en profundidad los beneficios de la IM a medio y largo plazo.

## Conclusión

La IM aporta beneficios significativos en la rehabilitación de pacientes tras sufrir un ACV, sola y en combinación con otras terapias, y siempre que el paciente conserve las capacidades mínimas para comprender y realizar esta técnica.

## Referencias

- Johnson W, Onuma O, Owolabi M, Sachdev S. Stroke: a global response is needed. *Bull World Health Organ.* 2016;94(9):634-634A. doi: 10.2471/BLT.16.181636
- Coupland AP, Thapar A, Qureshi MI, Jenkins H, Davies AH. The definition of stroke. *J R Soc Med.* 2017; 110(1):9-12. doi: 10.1177/0141076816680121
- Langhorne P, Bernhardt J, Kwakkel G. Stroke rehabilitation. *The Lancet.* 2011;377(9778):1693-702. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(11)60325-5
- De Vries S, Mulder T. Motor imagery and stroke rehabilitation: a critical discussion. *Acta Derm Venereol.* 2007;39(1):5-13. doi: 10.2340/16501977-0020
- Murie-Fernández M, Irimia P, Martínez-Vila E, John Meyer M, Teasell R. Neurorrehabilitación tras el ictus. *Neurología.* 2010;25(3):189-96.
- Guerra ZF, Lucchetti ALG, Lucchetti G. Motor Imagery Training After Stroke: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *J Phys Ther Sci.* 2017;41(4):205-14. DOI: 10.1097/NPT.0000000000000200
- Dickstein R, Deutsch JE. Motor Imagery in Physical Therapist Practice. *Phys Ther.* 2007;87(7):942-53. DOI: 10.2522/ptj.20060331
- García Carrasco D, Aboitiz Cantalapiedra J. Efectividad de la imaginería o práctica mental en la recuperación funcional tras el ictus: revisión sistemática. *Neurología.* 2016;31(1):43-52. https://doi.org/10.1016/j.nrl.2013.02.003
- Silva FC, Arancibia BAV, Iop R, Filho PJBG, Silva R. Escalas y listas de evaluación de la calidad de estudios científicos. *ACIMED.* 2013;24(3):295-312.
- Alves SS, Ocamoto GN, de Camargo PS, Santos ATS, Terra AMSV. Effects of virtual reality and motor imagery techniques using Fugl Meyer Assessment scale in post-stroke patients. *Int J Rehabil Res.* 2018;25(11):587-96. https://doi.org/10.12968/ijtr.2018.25.11.587

11. Polli A, Moseley GL, Gioia E, Beames T, Baba A, Agostini M, et al. Graded motor imagery for patients with stroke: a non-randomized controlled trial of a new approach. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2017;53(1):14-23. DOI: [10.23736/S1973-9087.16.04215-5](https://doi.org/10.23736/S1973-9087.16.04215-5)
12. Page SJ, Hade EM, Pang J. Retention of the spacing effect with mental practice in hemiparetic stroke. *Exp Brain Res*. 2016;234(10):2841-7. DOI: [10.1007/s00221-016-4686-5](https://doi.org/10.1007/s00221-016-4686-5)
13. Kim H, Yoo E-Y, Jung M-Y, Kim J, Park J-H, Kang D-H. The effects of mental practice combined with modified constraint-induced therapy on corticospinal excitability, movement quality, function, and activities of daily living in persons with stroke. *Disability and Rehabilitation*. 2018;40(20):2449-57. DOI: [10.1080/09638288.2017.1337817](https://doi.org/10.1080/09638288.2017.1337817)
14. Oh DS, Choi JD. The effect of motor imagery training for trunk movements on trunk muscle control and proprioception in stroke patients. *J Phys Ther Sci*. 2017;29(7):1224-8. DOI: [10.1589/jpts.29.1224](https://doi.org/10.1589/jpts.29.1224)
15. Park JH. The effects of modified constraint-induced therapy combined with mental practice on patients with chronic stroke. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(5):1585-8. DOI: [10.1589/jpts.27.1585](https://doi.org/10.1589/jpts.27.1585)
- Free PMC article
16. Grabherr L, Jola C, Berra G, Theiler R, Mast FW. Motor imagery training improves precision of an upper limb movement in patients with hemiparesis. *NRE*. 2015;36(2):157-66. DOI: [10.3233/NRE-151203](https://doi.org/10.3233/NRE-151203)
17. Kim S-S, Lee B-H. Motor imagery training improves upper extremity performance in stroke patients. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(7):2289-91. DOI: [10.1589/jpts.27.2289](https://doi.org/10.1589/jpts.27.2289)
18. Frolov AA, Mokienko O, Lyukmanov R, Biryukova E, Kotov S, Turbina L, et al. Post-stroke Rehabilitation Training with a Motor-Imagery-Based Brain-Computer Interface (BCI)-Controlled Hand Exoskeleton: A Randomized Controlled Multicenter Trial. *Front Neurosci*. 2017;11:400. <https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00400>
19. Kim J-H, Cho Y-S, Park J-S, Kim W-J. Effect of motor imagery training and electromyogram-triggered neuromuscular electrical stimulation on lower extremity function in stroke patients: a pilot trial. *J Phys Ther Sci*. 2017;29(11):1931-3. DOI: [10.1589/jpts.29.1931](https://doi.org/10.1589/jpts.29.1931)
20. Pheung-pharattanatrat A, Bovonsunthonchai S, Heingkaew V, Prayoonwiwat N, Chotik-anuchit S. Improvement of Gait Symmetry in Patients with Stroke by Motor Imagery. *J Med Assoc Thai*. 2015;98:6.
21. Kumar VK. Motor Imagery Training on Muscle Strength and Gait Performance in Ambulant Stroke Subjects-A Randomized Clinical Trial. *JCDR*. 2016;10:1-4.
22. Bae Y-H, Ko Y, Ha H, Ahn SY, Lee W, Lee SM. An efficacy study on improving balance and gait in subacute stroke patients by balance training with additional motor imagery: a pilot study. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(10):3245-8. DOI: [10.1589/jpts.27.3245](https://doi.org/10.1589/jpts.27.3245)
23. Bajaj S, Butler AJ, Drake D, Dhamala M. Brain effective connectivity during motor-imagery and execution following stroke and rehabilitation. *NeuroImage Clin*. 2015;8:572-82. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2015.06.006>
24. Carvalho R, Azevedo E, Marques P, Dias N, Cerqueira JJ. Physiotherapy based on problem-solving in upper limb function and neuroplasticity in chronic stroke patients: A case series. *J Eval Clin Pract*. 2018;24(3):552-60. DOI: [10.1111/jevp.12921](https://doi.org/10.1111/jevp.12921)
25. Casas Herrero Á, Martínez Velilla N, Alonso Renedo FJ. Deterioro cognitivo y riesgo de caída en el anciano. *Rev. esp. geriatr. gerontol*. 2011;46(6):311-8.
26. Kiran S. What Is the Nature of Poststroke Language Recovery and Reorganization? *ISRN Neurol*. 2012;1-13. doi: [10.5402/2012/786872](https://doi.org/10.5402/2012/786872)
27. López PL. Población muestra y muestreo. *Punto Cero*. 2004; 9(08):69-74.

Artículo sin conflicto de interés

© Archivos de Neurociencias