



Veritas & Research
ISSN 2697-3375
Vol. 5 | N° 1 | 2023

Edita:

Pontificia Universidad
Católica del Ecuador
Sede Ambato

Sección:

Psicología y Salud

Recibido: 26/05/2022

Aceptado: 16/11/2022

Publicado: 28/02/2023

Citar como:

Núñez-Núñez, M (2023).
Imaginería motora en
personas que sufrieron
accidente cerebrovascular:
una revisión sistemática.
Veritas & Research, 5(1),
15-27.

Autor correspondiente:

alexismauricionunez1995@gmail.com

Licencia:

Creative Commons
Atribución-No Comercial-
Sin Derivadas 4.0
Internacional



Los autores mediante el documento "Declaración de originalidad y Cesión de derechos de autor transfieren a la revista los derechos patrimoniales que tienen de la obra para que se puedan realizar copias y distribución de los contenidos por cualquier medio disponible y en Acceso Abierto, siempre que se mantenga el reconocimiento de sus autores y no se haga uso comercial de la obra.

Imaginería motora en personas que sufrieron accidente cerebrovascular: una revisión sistemática

Mauricio Núñez-Núñez^a

^a Universidad Técnica de Ambato, Ecuador

Resumen

Introducción: El accidente cerebrovascular (ACV) ocurre cuando la sangre no fluye correctamente en el cerebro por sangrado o bloqueo, causando muerte, discapacidad motora de extremidades inferiores y superiores o déficits cognitivos que alteran el estilo de vida de quien lo padece. La imaginería motora (IM) es una técnica que se ha estado incorporando en el tratamiento de afecciones motoras como consecuencia de ictus. Se trata de un proceso de mentalización de acciones sin realizar ningún movimiento físico. **Objetivo:** Identificar la efectividad de los programas de rehabilitación basado en IM en el tratamiento de las extremidades superiores en pacientes con ACV. **Método:** A través de una revisión sistemática se obtuvieron 8 artículos científicos publicados en PubMed, Scopus y Web of Science. **Resultados:** La IM es una técnica complementaria a la terapia convencional, realidad virtual, interfaz cerebro computadora, estimulación eléctrica y estimulación magnética transcranial. En 6 estudios hay evidencia de mejoras estadísticamente significativas a nivel de 0.05 y 0.01. En 1 estudio no se menciona la existencia de cambios significativos. **Conclusiones:** Las evidencias analizadas refieren que la IM es una técnica efectiva. Además, se han observado ventajas en la recuperación del movimiento de las extremidades superiores después de un ictus.

Palabras clave: *accidente cerebrovascular, estimulación eléctrica, imaginería motora, interfaz cerebro computadora, terapia convencional*

Motor imagery in people who have had a stroke: a systematic review

Abstract

Introduction: Stroke (CVA) occurs when blood does not flow properly in the brain due to bleeding or blockage, causing death, motor disability of lower and upper extremities, or cognitive deficits that alter the sufferer's lifestyle. Motor imagery (MI) is a technique that has been incorporated in the treatment of motor disorders as a consequence of stroke. It is a process of mentalization of actions without performing any physical movement. **Objective:** To identify the effectiveness of MI-based rehabilitation programs in the treatment of upper extremities in stroke patients. **Methods:** Through a systematic review, 8 scientific articles published in PubMed, Scopus and Web of Science were obtained. **Results:** MI is a complementary technique to conventional therapy, virtual reality, brain-computer interface, electrical stimulation, and transcranial magnetic stimulation. In 6 studies there is evidence of statistically significant improvements at the 0.05 and 0.01 level. In 1 study there is no mention of significant changes, Conclusions: The analyzed evidence refer that MI is an effective technique. In addition, advantages have been observed in the recovery of upper limb movement after stroke.

Keywords: *stroke, electrical stimulation, motor imagery, brain-computer interface, conventional therapy*

Imagética motora em pessoas que sofreram acidente vascular cerebral: uma revisão sistemática

Resumo

Introdução: O Acidente Vascular Encefálico (AVC) ocorre quando o sangue não flui corretamente no cérebro devido a sangramento ou bloqueio, causando morte, incapacidade motora de extremidades inferiores e

superiores ou déficits cognitivos que alteram o estilo de vida de quem sofre. A imagética motora (IM) é uma técnica que vem sendo incorporada ao tratamento de distúrbios motores decorrentes do AVC. É um processo de mentalizar ações sem fazer nenhum movimento físico. Objetivo: Identificar a eficácia de programas de reabilitação baseados em MI no tratamento das extremidades superiores em pacientes com acidente vascular cerebral. Método: Através de uma revisão sistemática, foram obtidos 8 artigos científicos publicados no PubMed, Scopus e Web of Science. Resultados: MI é uma técnica complementar à terapia convencional, realidade virtual, interface cérebro-computador, estimulação elétrica e estimulação magnética transcraniana. Em 6 estudos, há evidências de melhorias estatisticamente significativas nos níveis de 0,05 e 0,01. Em 1 estudo não é mencionada a existência de alterações significativas Conclusões: As evidências analisadas indicam que a MI é uma técnica eficaz. Além disso, foram observadas vantagens na recuperação do movimento das extremidades superiores após um acidente vascular cerebral.

Palavras-chave: *acidente vascular cerebral, estimulação elétrica, imagética motora, interface cérebro-computador, terapia convencional*

Introducción

El accidente cerebrovascular (ACV) ocurre cuando la sangre no fluye correctamente en el cerebro por sangrado o bloqueo, lo que puede causar muerte, afecciones motoras posteriores (Nam et al., 2019) o déficits cognitivos (asociados a la atención, memoria, lenguaje, función ejecuta y capacidad visuoperceptiva) que afectan la calidad de vida de quien lo padece (O'Donoghue et al., 2022). El cerebro es un órgano sensible que puede verse afectado por múltiples factores (Torres-Salazar, 2019), por lo que posterior a un ACV, aproximadamente entre el 15 al 30% de los sobrevivientes presentan problemas funcionales persistentes y desafortunadamente solo la mitad de estos, logran regresar a su trabajo y desarrollarse en la sociedad (Rayegani et al., 2016).

A nivel mundial, los datos reportados de personas afectadas por *ictus* incrementan cada año, así, en la Unión Europea se ha registrado una incidencia de aproximadamente un millón de casos anualmente (Fernandez-Gomez & Sanchez-Cabeza, 2018). En América Latina Ouriques- Martins y otros (2019) comunicaron que en 2017 existieron alrededor de 600.000 personas con algún tipo de accidente cerebrovascular. Además, la Primera Reunión Ministerial Latinoamericana sobre *ictus* informó que, existió un incremento del 33,98% en menos de 30 años (desde 1990 hasta 2019).

Ante las cifras presentadas, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021) menciona que la enfermedad cerebrovascular se encuentra entre las principales causas de muerte o discapacidad, siendo uno de los gastos principales de la atención médica a nivel mundial. Pese a que el manejo de este tipo de pacientes ha mejorado notoriamente en los últimos

años, y que las secuelas pueden ser diversas y heterogéneas, la principal secuela (en un 80% de los pacientes) es la presencia de hemiparesia o hemiplejía que afecta sobre todo la movilidad e independencia de la persona en el desempeño de actividades de la vida cotidiana (Barclay, Stevenson, Poluha, Semenko & Schubert, 2020). El impacto del ACV, justifica la necesidad de desarrollar estrategias de prevención (primaria y secundaria) y programas de rehabilitación centrados en restaurar los déficits y daños motores para mejorar su estilo y calidad de vida.

Entre los programas de rehabilitación que se han utilizado están los tratamientos convencionales, no obstante, en las últimas dos décadas docenas de ensayos clínicos han demostrado que, el uso adicional de la IM a terapias tradicionales como la terapia ocupacional o la fisioterapia puede lograr un mejor resultado que las terapias convencionales por sí solas (Park, Kim, y Yang, 2018). En la actualidad existen varias definiciones para referirse a la imaginería motora (IM). Ciertos autores lo asocian al término práctica mental (PM) para describir procesos de mentalización o imaginación de acciones sin realizar movimientos físicos como tal. El entrenamiento en IM o también conocido como práctica mental (PM) se basa en el ensayo cognitivo repetitivo de movimientos físicos sin la ejecución como tal, por lo que, podría ser utilizado como un enfoque complementario no invasivo para la rehabilitación de accidentes cerebrovasculares. Tomando en consideración que no incluye el movimiento corporal la IM es un proceso cognitivo activo, en el que la representación de acción se produce internamente en la memoria de trabajo, sin

la ejecución explícita del actuar muscular. La memoria de trabajo no funciona únicamente como un sistema de almacenamiento de información, sino que, participa en actividades complejas desarrolladas nuestro diario vivir (Saeteros y Rodas, 2021). Gracias a esta característica es posible entrenar y mejorar las acciones motoras, así como, reforzar las conexiones neuronales ya existentes y hacerlas más eficientes (Poiroux et al., 2015).

La capacidad de imaginar un movimiento mejora el aprendizaje de habilidades motoras, especialmente porque afecta en la activación y reorganización cortical. La IM activa los mismos circuitos neuronales de las estructuras que también intervienen en el movimiento que realizado físicamente, como la corteza motora primaria, el cerebelo y los ganglios basales (Hong, Choi, y Lee, 2012). Asimismo, esto conduce a la redistribución funcional y a la modulación de los circuitos neuronales (Poiroux et al., 2015). La parte esencial para la ejecución de un movimiento eficaz radica en la capacidad de realizar representaciones mentales de dicho movimiento, puesto que, estas representaciones asisten como un modelo interno que facilita los procesos de planificación de una acción (López, Monge Pereira, Centeno, y Miangolarra Page, 2019).

La IM se puede practicar utilizando los órganos de los sentidos y sus posibles combinaciones (Fernandez-Gomez & Sanchez-Cabeza, 2018). De acuerdo con Silva y otros (2020), existen dos modalidades distintas: (1) en primera persona, cuando uno mismo se imagina haciendo el movimiento, conocida también como cinestésica; y (2) en tercera persona, cuando el sujeto ve o se imagina a otra persona realizando el movimiento. La utilidad de la IM es muy amplia porque se supedita

a cualquier proceso que conlleva aprendizaje. Esto es, el desarrollo de habilidades, como el lenguaje, la atención, la memoria, entre otras. Que provienen de la capacidad de las neuronas de regularse a sí mismas, según los estímulos externos junto al desarrollo del cuerpo, la sensación y la percepción. Por tanto, la plasticidad del cerebro se caracteriza por la capacidad de añadir nuevos datos a la información ya almacenada en la memoria, estableciendo relaciones entre lo nuevo y lo ya conocido. De esta manera, se puede reconstruir lo ya aprendido a través de la imaginación motora en un reprocesamiento constante de las interpretaciones que surgen de la percepción (Ruffino, Papaxanthis & Lebon, 2017).

En los últimos años esta técnica es usada especialmente cuando el sujeto se encuentra en fases subagudas o crónicas, y presenta paresias graves que dificultan el tratamiento convencional basado en fisioterapia (Fernandez-Gomez & Sanchez-Cabeza, 2018). La IM se basa en la teoría psiconeuromuscular que aprovecha el papel de las neuronas espejo (presentes en las áreas motora primaria y somatosensorial) para estimular zonas cerebrales que se han visto afectadas tras un ictus (Ji et al., 2021). Además, se ha evidenciado mayor eficacia cuando se combina con otras técnicas como la terapia convencional, sistemas de interfaz cerebro computadora, estimulación eléctrica o estimulación magnética transcraneal.

Objetivo: Identificar la efectividad de los programas de rehabilitación que utilizan la imaginación motora en el tratamiento de las extremidades superiores en pacientes que han sufrido un accidente cerebrovascular.

Método

Materiales

El presente trabajo es una revisión sistemática desarrollada bajo los parámetros establecidos por la declaración PRISMA (Figura 1) (Urrutia & Bonfill, 2010) de 8 artículos científicos publicados en las siguientes bases de datos: PubMed, Scopus y Web of Science. A continuación, se detalla cada una de las fases del proceso realizado.

Procedimiento

La búsqueda de la literatura científica se realizó inicialmente entre noviembre de 2021 y enero 2022 con la combinación de los términos 'motor imagery' y 'stroke' en las bases de datos PubMed, Scopus y Web of Science. A continuación, la búsqueda se amplió utilizando los operadores booleanos 'OR' y 'AND', y los términos 'mental practice', 'mental imagery', 'mental imagery training', 'hemiplejia', 'motor function', 'rehabilitation'. El resultado de

combinar los términos antes mencionados proporcionó una visión amplia de información existente del tema, así como, permitió identificar varias revisiones sistemáticas elaboradas hasta 2020. La búsqueda de información se realizó nuevamente febrero y marzo de 2022, pero esta vez, tomando en consideración artículos científicos publicados desde 2019 hasta el presente año. Específicamente, se obtuvieron 180 resultados en PubMed, 56 en Scopus y 4 en Web of Science.

Para continuar con la elección de artículos, se aplicaron criterios de inclusión: a) tener libre acceso al documento; b) artículos con una subárea temática en medicina, neurociencia y psicología; c) ensayos

clínicos, ensayos aleatorizados controlados o estudio de caso; d) escritos redactados únicamente en inglés; e) publicaciones entre los años 2019 a 2022; f) que los participantes de los estudios hayan sufrido un ACV; g) que tras el ACV haya afectación de las extremidades superiores; y h) que su método de rehabilitación sea la IM por si sola o combinada con cualquier otra técnica. Por otra parte, con respecto a los criterios de exclusión se consideraron: a) tratarse de revisiones, revisiones sistemáticas, metaanálisis, manuales o libros; b) estudios realizados exclusivamente en participantes sanos; y c) que las personas que hayan tenido un ACV presenten afecciones solo en las extremidades inferiores.

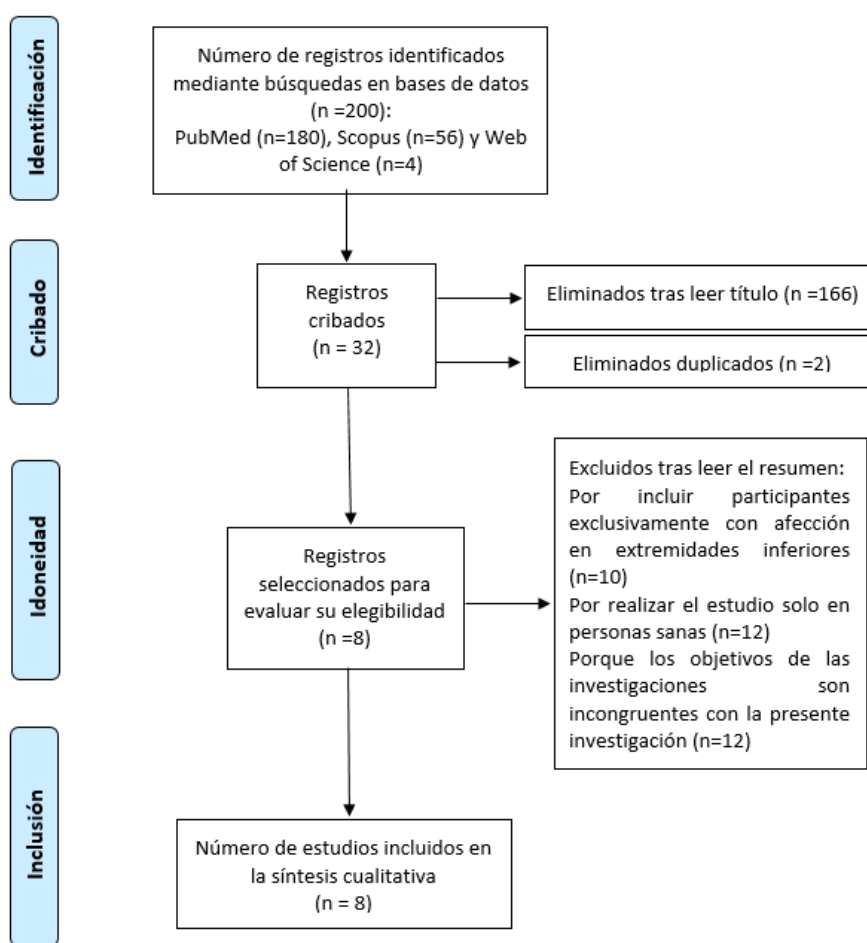


Figura 1.
Diagrama de flujo PRISMA en cuatro niveles
Fuente: Moher y otros (2009)

Luego de aplicar los criterios de inclusión y exclusión, leer los títulos y eliminar estudios duplicados se consideraron pertinentes 32 artículos. Tras la lectura de los resúmenes, 24 artículos fueron

eliminados por las siguientes razones: (1) incluir participantes únicamente con afección de sus extremidades inferiores (n= 10); (2) incluir sujetos sanos (n= 12); y (3) no proporcionar información

vinculada a la presente revisión sistemática (n= 12). Finalmente, 8 artículos fueron seleccionados para la presente revisión sistemática. Todas las investigaciones incluyen a la imaginería mental como técnica de rehabilitación y los sujetos sufrieron un ACV que afectó sus extremidades superiores.

Análisis de datos

Como sugiere Perestelo-Pérez (2013), una vez seleccionados los artículos para la revisión, se

analizó y sintetizó la información a través de un estudio narrativo. En una primera fase se describió las investigaciones según categorías generales como el autor, año de publicación, los objetivos, la muestra y la edad de los participantes. En la segunda fase se describió y comparó categorías específicas como: (1) la técnica de rehabilitación utilizada, (2) el tiempo de rehabilitación, (3) los instrumentos de evaluación y (4) los resultados obtenidos.

Resultados

En la tabla 1 se describen las características generales de las investigaciones seleccionadas como el objetivo, el número de participantes y la edad de estos. Se trata de seis estudios con diseños

experimentales, un estudio cuasiexperimental, en los que hay aleatorización y no aleatorización de la muestra, respectivamente y un estudio de caso.

Tabla 1.
Descripción general de las investigaciones

Autor y año	Objetivo	Muestra	Edad
Ji y otros (2021)	Investigar el efecto del GIM sobre la recuperación motora de las extremidades superiores y las AVD.	37 participantes con ACV	Sin especificar
Kang y otros (2021)	Investigar el efecto adicional de la ES durante la LF- rTMS con IM en la recuperación de las extremidades superiores posterior a un ACV (etapa subaguda).	17 participantes con ACV	20 años o más
Miao y otros (2020)	Investigar los beneficios del BCI con retroalimentación multimodal para la rehabilitación del ACV.	16 pacientes con ACV	Edad media 49,5 años.
Nam y otros (2019)	Determinar los efectos coadyuvantes de la PM utilizando un video inverso de la extremidad no afectada sobre la mejora motora, funcional y las AVD.	20 participantes con ACV	Mayores a 18 años (media 60,7 ±14,1 años)
Pan y otros (2019)	Explorar los efectos de la estimulación LF-rTMS combinada con IM para la mejora de las funciones motoras de la extremidad superior hemipléjica en pacientes con ACV.	42 pacientes con ACV	21 a 80 años.
Vourvopoulos y otros (2019)	Evaluar el efecto del sistema Neuro Row BCI-RV basado en el paradigma de la IM como tratamiento para la disfunción motora de las extremidades superiores después de ACV.	Un paciente con ACV	60 años
Wang y otros (2019)	Evaluar los efectos de incluir IM a la TC e investigar la reorganización cerebral a partir del uso de la IM.	34 sujetos con ACV	18 a 80 años

Nota: AVD: Actividades de la Vida Diaria; BCI: Interfaz Cerebro Computadora; ES: Estimulación Eléctrica; GIM: Entrenamiento Graduado en Imaginería Mental; IM: Imaginería Motora; LF-rTMS: Estimulación Magnética Transcraneal de baja frecuencia; PM: Práctica Mental; RV: Realidad Virtual; TC: Terapia Convencional.

Una de las variables que se toma mucho en consideración en todos los estudios es el número de participantes. La cantidad es variada y oscila entre

16 a 51 participantes. En los 8 estudios el número de mujeres es menor al número de participantes hombres que hay en la muestra. Se observa que

todos los sujetos son mayores de edad, incluyendo al único participante del estudio de caso que tiene 60 años.

Los 8 artículos tienen como objetivo evaluar la eficacia de los distintos programas que incluyen a la imaginería motora en combinación con otras técnicas para la rehabilitación de las extremidades superiores tras un ACV. En la tabla 2 se describe el tipo de programa de tratamiento, el tiempo de ejecución, los instrumentos utilizados y los resultados obtenidos.

En los 8 estudios se incluye a la IM como técnica complementaria de intervención en pacientes con afección de las extremidades superiores después de un ACV. En 3 estudios se utiliza la IM con Terapia Convencional (TC). En 3 investigaciones se combinó la IM con otro tipo de técnicas como la Interfaz Cerebro Computadora (BCI), de estas una se apoya de Realidad Virtual (RV) y otra utiliza Estimulación Eléctrica Funcional (FES) como herramienta de retroalimentación. En 2 estudios se combinó con Estimulación Magnética Transcraneal de baja frecuencia (LF-sTMS) y 1 estudio también utiliza Estimulación Eléctrica (ES).

Con respecto a la variable tiempo de ejecución, se evidencia dos grandes grupos de intervenciones. Aquellas con un tiempo de duración de un mes o menos, y otras con más de un mes de tratamiento. En cuanto al primer grupo se observa 3 estudios que rehabilitan por 4 semanas, 1 estudio que lo hace por tres semanas, y 2 estudios con dos semanas y 10

sesiones en total. En el segundo grupo se encuentra una investigación que interviene por 8 semanas, 30 minutos por día y otra investigación que lo hace por 12 semanas con dos sesiones semanales y 25 sesiones en total, siendo esta la investigación que mayor número de sesiones ha aplicado a sus participantes.

Por otro lado, se observa que en la variable instrumentos de evaluación el *Fugl-Meyer Assessment* (FMA) fue utilizado en todos los estudios. Además, 2 investigaciones utilizaron la *Manual function test* (MFT), otros 2 usan el *Wolf Manual Function Test* (WFT), 2 estudios aplicaron el *The Box and Block Test* (BBT) y en 1 se utilizó el *9-Hole Peg Test* (9-HPT). También 3 investigaciones incluyeron medidas secundarias, como el *Modified Barthel Index* (MBI) para evaluar los cambios en las actividades de la vida diaria y la Evaluación Cognitiva de Montreal (MoCA).

Con relación a los resultados obtenidos en las evaluaciones pre y post tratamiento se encontraron diferencias significativas intragrupalas. En 6 estudios hay evidencia de mejoras estadísticamente significativas a nivel de 0.05 y 0.01. En 1 estudio no mencionan si existieron cambios significativos, pero las puntuaciones de las medias cambian después de la intervención. Asimismo, en el estudio de caso, Vourvopoulos y otros (2019) refieren mejoras claras y recuperación motora en el paciente.

Tabla 2.
Descripción de variables específicas

Autores	Tipo de Programa	Tiempo de ejecución	Grupo	Instrumentos de evaluación	Resultados		
					Pre- tratamiento	Post - tratamiento	
					Línea base	Semana 4	Semana 8
Ji y otros (2021)	TC (fisioterapia) + GIM (imágenes motoras, imágenes motoras explícitas y terapia de espejo)	8 s, 30 min/d	EX	MFT	28.18±18.42	30.24±18.32	31.24±18.30*
				FMA	41.36±26.36	45.59±25.89	48.16±25.17**
				MBI	76.12±18.84	80.76±16.67	82.18±15.13**
			CT	MFT	27.30±16.48	29.85±17.50	30.80±17.60**
				FMA	39.53±24.50	43.43±27.39	43.12±26.48**
				MBI	62.25±23.67	67.65±22.83	68.55±22.79*
Kang y otros (2021)	TC (fisioterapia, terapia ocupacional) + LF - rTMS +IM+ ES activa	2 s, 5d/s, 10 sesiones	EX	FMA-UE	28,13 ± 22,69	39,88 ± 23,31**	
				MBI	55,38 ± 14,78	70,25 ± 16,25**	
			CT	FMA-UE	29,78 ± 20,20	33,44 ± 21,68**	
				MBI	49,22 ± 20,28	61,22 ± 18,13 **	
Miao y otros (2020)	TC (fisioterapia) + IM apoyado por BCI y FES	4 s, 3 d/s	EX	FMA	19.5 ± 9.9	23.0 ± 11.4	
			CT	FMA	20.6 ± 9.7	21.5 ± 10.0	
Nam y otros (2019)	TC (fisioterapia) + PM (con video inverso)	4s, 5 d/s, 50 min/d	EX	FMA-UE	14.9± 8.0	19.3±13.6*	
				MFT	2.2±3.2	3.7±4.1	
				FIM	72±24.7	81±24.1*	
			CT	FMA-UE	15.9±9.9	19.7± 1.7*	
				MFT	1.9±2.3	4.2±4.2	
				FIM	65.1±18.8	75.1±17.0*	
Pan y otros (2019)	TC (fisioterapia, terapia ocupacional) + LF - rTMS + IM	2s, 10 sesiones, 30 min/sesión	EX	WMFT	Línea base	Semana 2	Semana 4
				FMA-UE	34.86±6.68	54.10±8.16**	52.90±9.57**
				MBI	37.19±5.78	50.52±6**	49.24±6.52**
				BBT	64.81±5.51	86.90±5.61**	86.04±6.33**
			CT	WMFT	5.95±3.70	18.42±6.21**	17.67±6.31**
				FMA-UE	34.43±10.50	43.62±10.3**	42.42±10.14*
				MBI	35.86±7.80	43.33±7.86**	42.14±7.81**
				BBT	63.00±9.29	72.57±8.50**	72.24±9.51**
				6.05±6.50	12.05±7.66*	11.43±7.50*	

Continuación tabla 2

Descripción de variables específicas

Autores	Tipo de Programa	Tiempo de ejecución	Grupo	Instrumentos de evaluación	Resultados	
					Pre- tratamiento	Post - tratamiento
Sebastián-Romagosa y otros (2020)	IM apoyado por BCI	12 s, 25 sesiones, 2 sesiones/s	No hay CT	FMA-UE	19 [9,6333,88]	22 [12-41,75]**
				9-HPT	23 [19.79-28.5]	22 [18.75-25] *
				BBT	51.25[43-64]	59 [48-72] **
Vourvopoulos y otros (2019)	Sistema Neuro Row BCI-RV basado en el paradigma de la IM	3s, 10 sesiones, 15 min/sesión	Caso único	FMA	31	40
				MoCA	20	21
				MAS	1+	2
Wang y otros (2019)	TC (fisioterapia, terapia ocupacional, estimulación eléctrica y acupuntura china) + IM (Cinestésica)	4 s, 5 d/s, 3h/d	EX	FMA – UE	17,6±11,4	33,3±14,3**
			CT	FMA – UE	17,7±14,3	21,1±16,4*

Nota: BBT: Prueba de cajas y bloques; BCI: Interfaz cerebro computadora; CT: Grupo control; ES: Estimulación eléctrica; EX: Grupo experimental; FES: Estimulación eléctrica funcional; FIM: Medida de independencia funcional en actividades de la vida diaria; FMA-UE: Escala de evaluación de Fugl-Meyer escala de extremidades superiores; GIM: Entrenamiento graduado en imaginería motora; IM: Imaginería motora; KMBI: Índice de Barthel para actividades de la vida diaria versión Koreana; LF -rTMS: Estimulación magnética transcraneal de baja frecuencia; MAS: Escala de Ashworth modificada para espasticidad; MoCA: Evaluación cognitiva de Montreal; MBI: Índice de Barthel para actividades de la vida diaria; MFT: Prueba de función manual; PM: práctica mental; RV: Realidad virtual; TC: Terapia convencional; WMFT: Prueba de función motora de Wolf; 9-HPT: Prueba de clavija de 9 orificios; s: Semanas; d/s: días/semana; h/d: horas/día; min/d: min/día; sesiones/s: sesiones/semana; *: $p < 0.05$; **: $p < 0.01$.

Total: 8 artículos

Discusión

Basado en los resultados obtenidos, la imaginería motora (IM) es una técnica no invasiva (Müller et al., 2007) que se utiliza como tratamiento complementario, por lo que se ha evidenciado de manera científica su efectividad. Además, ningún estudio de los seleccionados utiliza el mismo programa de rehabilitación para las extremidades superiores.

La mayoría de los estudios revisados utilizan el término IM. Sin embargo, se observó también el uso de práctica mental (PM) para referirse a estrategias que utilizan la imaginación en la recuperación del movimiento. Según Silva y otros (2020), la PM hace referencia a un conjunto de técnicas que utilizan la representación mental del movimiento en cualquiera de las tres modalidades: observación de la acción, terapia del espejo y la imaginería motora.

La IM genera un aprendizaje motor que está íntimamente relacionado con la circunvolución supramarginal, postcentral, del medio y áreas motoras primarias (M1) (Wang et al., 2019). Se cree que, tras un ACV, M1 ipsilesional genera una menor inhibición entre el cuerpo calloso, disminuyendo la inhibición intracortical en las regiones contralesionales. No obstante, se evidenció que, durante y luego del tratamiento con IM (en estado de reposo) la conectividad funcional entre las áreas motoras primarias aumentaron bilateralmente (Page et al., 2016).

Tres de los programas revisados combinaron la terapia convencional (TC) con la PM o el entrenamiento graduado de imágenes motoras que incluyen la terapia del espejo, y la imaginería motora implícita y explícita. Este tipo de estrategias han sido muy utilizados en programas de entrenamiento de actividades rutinarias del hogar por sus buenos resultados (Hsieh et al., 2018). Aunque, estudios como los de Timmermans y otros (2013) encontraron que programas que incluyan la PM a la TC no mostraron grandes efectos en el rendimiento de actividades diarias (AVD). Habrá que considerar otro tipo de variables como el tiempo de entrenamiento y especificar las estrategias de práctica mental que se deben utilizar para ver su beneficio en las actividades de la vida diaria.

Las consecuencias de sufrir un ACV son muy extensas y heterogéneas. Dependiendo del tipo de ACV, las áreas afectadas y la fase en la que se encuentra el paciente, la movilidad de las

extremidades inferiores y superiores se han visto afectadas de manera parcial o total (Miao et al., 2020). Cuando existe una pérdida total de movimiento el uso exclusivo de la fisioterapia está fuertemente limitada (Vourvopoulos et al., 2019). Por tal razón, aparece la necesidad de mejorar los distintos enfoques tradicionales que apoyen en la rehabilitación motora más que nada, a aquellas personas en fase crónica. Programas de rehabilitación que incluyen la tecnología como dispositivos robóticos, realidad virtual (RV) o interfaz cerebro computadora, han estado llamando la atención por los principios neurocientíficos en los que se basan y los resultados prometedores obtenidos (Correa-Agudelo et al., 2016).

La RV permite que representaciones gráficas (avatares) puedan demostrar y/o ejecutar los movimientos imaginados, únicamente cuando estos son correctos. Gracias a este principio los programas que utilizan IM junto a RV e interfaz cerebro computadora (BCI) permiten que el sujeto sienta extremidades virtuales como propias, ayudando en su aprendizaje motor (Nierula et al., 2021).

Cuando la IM forma parte de programas que trabajan con BCI, las redes neuronales se activan gracias a las funciones del sistema especular (Vourvopoulos et al., 2016) y sin necesidad de un movimiento físico. Asimismo, BCI que trabajan con electroencefalografía (de ritmos alfa o beta, relacionados tanto con la planificación como con la ejecución) proporcionan un sistema de comunicación no muscular que permite controlar el mundo externo (Miao et al., 2020; Sebastián-Romagosa et al., 2020). Se han encontrado mayores conexiones regionales al combinar TC, IM y BCI. Por ejemplo, Biasiucci y otros (2018) y Cervera y otros (2018) encontraron que las terapias que incluyen sistemas BCI han mejorado la función motora de las extremidades superiores en personas con ACV en fase subaguda y crónica.

Además, los efectos en la rehabilitación han mejorado cuando se logra obtener una retroalimentación de la intención de los movimientos. Si la retroalimentación se da en tiempo real se conoce como circuito cerrado y es mucho más efectiva en la recuperación de movimientos de mano y muñeca (Lioi et al., 2020).

Los programas de RV también se pueden usar para activar otro sistema de retroalimentación que

reproduce el movimiento imaginado con la extremidad afectada por medio de estimulación eléctrica funcional (FES) (Sebastián-Romagosa et al., 2020). Esta aseveración es compatible con los resultados de Marquez-Chin y Popovic (2020) y nuevamente Biasiucci y otros (2018), que estudiaron la retroalimentación que proporcionó la técnica de FES en pacientes que mostraron una mejora en la función motora y conectividad de áreas motoras del hemisferio afectado. La FES proporciona retroalimentación propioceptiva gracias a los pulsos de corriente eléctrica que recibe el paciente en los músculos que se activan luego de imaginarse el movimiento. La retroalimentación que el paciente recibe a través de FES o RV ayuda a que la persona pueda reaprender los movimientos afectados por el accidente (Sebastián-Romagosa et al., 2020).

Otro tipo de técnica no invasiva es la Estimulación Magnética Transcraneal de Baja Frecuencia (LF-rTMS) que junto a la IM han mejorado el desempeño motor de pacientes en fase subaguda y crónica. Al ser técnicas que no dependen de la capacidad del paciente para moverse, han presentado excelentes resultados que las respaldan (Cantillo-Negrete et al., 2018). La LF-rTMS utiliza una frecuencia menor a 1 Hz que modula las interacciones desequilibradas por el accidente entre los hemisferios y elimina la excitabilidad neuronal en el cerebro. La función motora hemisférica mejoró al inhibir la M1 contralateral, pues el daño temprano que genera un ACV, afectó la capacidad de las neuronas motoras superiores para competir con las laterales en el control del movimiento. Ensayos controlados como los de Lefaucheur y otros (2014) demostraron que, al controlar el hemisferio afectado la función motora aumenta.

La estimulación eléctrica activa (ES) es otra técnica que puede utilizarse con LF-rTMS junto a IM. Laufer y Elboim-Gabyzon (2011) encontraron que, la combinación de estas tres técnicas estimula la plasticidad motora cortical (aumenta la excitabilidad de estas neuronas), disminuye la inhibición GABAérgica cortical, y cuando la estimulación es transcutánea, ayuda a la recuperación motora. La ES juega un papel primordial en la representación corporal interna que se necesita en la IM. La estimulación neuromuscular propiciada por la ES retroalimenta a la persona y fomenta un mejor desempeño en la imaginación del movimiento (Kang et al., 2021). Corbet y otros en 2018, también encontró que la retroalimentación que proporciona

la FES es de vital importancia para el desarrollo correcto de los programas basados en IM.

El tiempo de intervención es otra variable que ha sido considerado en el análisis de su efectividad y los cambios funcionales que se han producido. Existen discrepancias en el tiempo de rehabilitación. Por un lado, se encuentra los programas de Pan y otros (2019) y Kang y otros (2021) que coinciden en las semanas y el número de sesiones, y por el otro, estudios como el de Wang y otros (2019), Nam y otros (2019) y Miao y otros (2020) que coinciden únicamente en el número de semanas. El estudio de Vourvopoulos y otros (2019), Sebastián-Romagosa y otros (2020) y Ji y otros (2021) no coinciden en ningún criterio de temporalidad. Esto permite inferir la inexistencia de homogeneidad en la cantidad de sesiones y tiempo que se debe utilizar para evidenciar mejores o peores resultados. No obstante, Page y otros (2016) comprobó que el tratamiento basado en IM llevado a cabo de manera distribuida, presentó mejores resultados por el efecto espaciador estudiado por décadas en el ejercicio físico.

Finalmente, y no por eso menos importante cabe mencionar las limitaciones de la presente revisión: (1) se tomaron en cuenta únicamente estudios realizados en idioma inglés, restando posibilidad de encontrar artículos en español que den a conocer la efectividad de la imaginería motora en población hispano hablante; (2) no se analizaron los efectos de los distintos programas tomando en consideración el tipo de ACV, la fase en la que se encuentran los pacientes o las áreas cerebrales que se han visto involucradas; y (3) tampoco se analizó el tipo de ejercicios de imaginería mental que aplicaron, puesto que, la gran mayoría de programas utilizan el término imaginería motora de manera general, atribuyendo a una técnica de representación mental del movimiento o del ejercicio.

Conclusiones

Luego de haber analizado los resultados, se concluye que la imaginería motora es una técnica eficaz, respaldada con evidencia científica y con múltiples beneficios en combinación a otras herramientas en los programas de rehabilitación de la extremidad superior en pacientes que han sufrido ACV. Es verdad que todos los programas son distintos en el tiempo de intervención y en las técnicas que incorporan, pero se comprobó a través de la evaluación post tratamiento que mejoran la función motora.

Asimismo, esta revisión sistemática permite concluir que es difícil encontrar programas protocolizados ideales para todas las personas, ahí la importancia de personalizar el tratamiento con el objetivo de que el sujeto pueda mejorar su calidad de vida e integrarse en la sociedad.

Referencias

- Barclay, R. E., Stevenson, T. J., Poluha, W., Semenکو, B., & Schubert, J. (2020). Mental practice for treating upper extremity deficits in individuals with hemiparesis after stroke. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 5(5), CD005950. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD005950.pub5>
- Biasiucci, A., Leeb, R., Iturrate, I., Perdakis, S., Al-Khodairy, A., Corbet, T., ... Millán, J. d. R. (2018). Brain-actuated functional electrical stimulation elicits lasting arm motor recovery after stroke. *Nature Communications*, 9, 2421. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-04673-z>
- Cantillo-Negrete, J., Carino-Escobar, R. I., Carrillo-Mora, P., Elias-Vinas, D., & Gutierrez-Martinez, J. (2018). Motor imagery-based brain-computer interface coupled to a robotic hand orthosis aimed for neurorehabilitation of stroke patients. *Journal of Healthcare Engineering*, 2018, e1624637. <https://doi.org/10.1155/2018/1624637>
- Cervera, M. A., Soekadar, S. R., Ushiba, J., Millán, J. del R., Liu, M., Birbaumer, N., & Garipelli, G. (2018). Brain-computer interfaces for post-stroke motor rehabilitation: A meta-analysis. *Annals of Clinical and Translational Neurology*, 5(5), 651-663. <https://doi.org/10.1002/acn3.544>
- Corbet, T., Iturrate, I., Pereira, M., Perdakis, S., & Millán, J. D. R. (2018). Sensory threshold neuromuscular electrical stimulation fosters motor imagery performance. *NeuroImage*, 176, 268-276. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2018.04.005>
- Correa-Agudelo, E., Ferrin, C., Velez, P., & Gomez, J. D. (2016). Computer imagery and neurological rehabilitation: On the use of augmented reality in sensorimotor training to step up naturally occurring cortical reorganization in patients following stroke. *Studies in Health Technology and Informatics*, 220, 71-76.
- Fernandez-Gomez, E., & Sanchez-Cabeza, A. (2018a). Imaginería motora: Revisión sistemática de su efectividad en la rehabilitación de la extremidad superior tras un ictus. *Revista de Neurología*, 66, 137-146.
- Fernandez-Gomez, E., & Sanchez-Cabeza, A. (2018b). Motor imagery: A systematic review of its effectiveness in the rehabilitation of the upper limb following a stroke. *Revista De Neurologia*, 66(5), 137-146.
- Hong, I. K., Choi, J. B., & Lee, J. H. (2012). Cortical changes after mental imagery training combined with electromyography-triggered electrical stimulation in patients with chronic stroke. *Stroke*, 43(9), 2506-2509. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.112.663641>
- Hsieh, Y., Chang, K., Hung, J., Wu, C., Fu, M., & Chen, C. (2018). Effects of home-based versus clinic-based rehabilitation combining mirror therapy and task-specific training for patients with stroke: A randomized crossover trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 99(12), 2399-2407. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2018.03.017>
- Ji, E. K., Wang, H. H., Jung, S. J., Lee, K. B., Kim, J. S., Jo, L., ... Lim, S. H. (2021). Graded motor imagery training as a home exercise program for upper limb motor function in patients with chronic stroke: A randomized controlled trial. *Medicine*, 100(3), e24351. Scopus. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000024351>
- Kang, J. H., Kim, M.-W., Park, K. H., & Choi, Y.-A. (2021). The effects of additional electrical stimulation combined with repetitive transcranial magnetic stimulation and motor imagery on upper extremity motor recovery in the subacute period after stroke: A preliminary study. *Medicine*, 100(35), e27170. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000027170>
- Laufer, Y., & Elboim-Gabyzon, M. (2011). Does sensory transcutaneous electrical stimulation

- enhance motor recovery following a stroke? A systematic review. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 25(9), 799-809.
<https://doi.org/10.1177/1545968310397205>
- Lefaucheur, J.-P., André-Obadia, N., Antal, A., Ayache, S. S., Baeken, C., Benninger, D. H., ... Garcia-Larrea, L. (2014). Evidence-based guidelines on the therapeutic use of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS). *Clinical Neurophysiology: Official Journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, 125(11), 2150-2206.
<https://doi.org/10.1016/j.clinph.2014.05.021>
- Lioi, G., Butet, S., Fleury, M., Bannier, E., Lécuyer, A., Bonan, I., & Barillot, C. (2020). A multi-target motor imagery training using bimodal EEG-fMRI neurofeedback: A pilot study in chronic stroke patients. *Frontiers in Human Neuroscience*, 14. Scopus.
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.00037>
- López, N. D., Monge Pereira, E., Centeno, E. J., & Miangolarra Page, J. C. (2019). Motor imagery as a complementary technique for functional recovery after stroke: A systematic review. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 26(8), 576-587.
<https://doi.org/10.1080/10749357.2019.1640000>
- Marquez-Chin, C., & Popovic, M. R. (2020). Functional electrical stimulation therapy for restoration of motor function after spinal cord injury and stroke: A review. *BioMedical Engineering OnLine*, 19, 34.
<https://doi.org/10.1186/s12938-020-00773-4>
- Miao, Y., Chen, S., Zhang, X., Jin, J., Xu, R., Daly, I., ... Jung, T.-P. (2020). BCI-based rehabilitation on the stroke in sequela stage. *Neural Plasticity*, 2020, 8882764.
<https://doi.org/10.1155/2020/8882764>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & Group, T. P. (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLOS Medicine*, 6(7), e1000097.
<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Müller, K., Buetefisch, C., & Hömberg, V. (2007). Mental practice improves hand function after hemiparetic stroke. *Restorative neurology and neuroscience*, 25, 501-511.
- Nam, J. S., Yi, T. I., & Moon, H. I. (2019). Effects of adjuvant mental practice using inverse video of the unaffected upper limb in subacute stroke: A pilot randomized controlled study. *International Journal of Rehabilitation Research*, 42(4), 337-343.
<https://doi.org/10.1097/MRR.0000000000000368>
- Nierula, B., Spanlang, B., Martini, M., Borrell, M., Nikulin, V. V., & Sanchez-Vives, M. V. (2021). Agency and responsibility over virtual movements controlled through different paradigms of brain-computer interface. *The Journal of Physiology*, 599(9), 2419-2434.
<https://doi.org/10.1113/JP278167>
- O'Donoghue, M., Leahy, S., Boland, P., Galvin, R., McManus, J., & Hayes, S. (2022). Rehabilitation of Cognitive Deficits Poststroke: Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Stroke*, 53(5), 1700-1710.
<https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.121.034218>
- Organización Mundial de la Salud. (2021). Cardiovascular diseases (CVDs). Recuperado 22 de noviembre de 2021, de [https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))
- Ourique- Martins, S. C., Sacks, C., Hacke, W., Brainin, M., de Assis Figueiredo, F., Marques Pontes-Neto, O., ... Feigin, V. L. (2019). Priorities to reduce the burden of stroke in Latin American countries. *The Lancet. Neurology*, 18(7), 674-683.
[https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(19\)30068-7](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(19)30068-7)
- Page, S. J., Hade, E. M., & Pang, J. (2016). Retention of the spacing effect with mental practice in hemiparetic stroke. *Experimental Brain Research*, 234(10), 2841-2847.
<https://doi.org/10.1007/s00221-016-4686-5>
- Pan, W., Wang, P., Song, X., Sun, X., & Xie, Q. (2019). The effects of combined low frequency repetitive transcranial magnetic stimulation and motor imagery on upper extremity motor recovery following stroke. *Frontiers in Neurology*, 10(FEB). Scopus.
<https://doi.org/10.3389/fneur.2019.00096>
- Park, S.-W., Kim, J.-H., & Yang, Y.-J. (2018). Mental practice for upper limb rehabilitation after stroke: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Rehabilitation Research. Internationale*

- Zeitschrift Fur Rehabilitationsforschung. Revue Internationale De Recherches De Readaptation*, 41(3), 197-203.
<https://doi.org/10.1097/MRR.0000000000000298>
- Perestelo-Pérez, L. (2013). Standards on how to develop and report systematic reviews in Psychology and Health. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 13(1), 49-57. [https://doi.org/10.1016/S1697-2600\(13\)70007-3](https://doi.org/10.1016/S1697-2600(13)70007-3)
- Poiroux, E., Cavaro-Ménard, C., Leruez, S., Lemée, J. M., Richard, I., & Dinomais, M. (2015). What do eye gaze metrics tell us about motor imagery? *PLOS ONE*, 10(11), e0143831. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0143831>
- Rayegani, S. M., Raeissadat, S. A., Alikhani, E., Bayat, M., Bahrami, M. H., & Karimzadeh, A. (2016). Evaluation of complete functional status of patients with stroke by Functional Independence Measure scale on admission, discharge, and six months poststroke. *Iranian Journal of Neurology*, 15(4), 202-208.
- Ruffino, C., Papaxanthis, C., & Lebon, F. (2017). Neural plasticity during motor learning with motor imagery practice: Review and perspectives. *Neuroscience*, 341, 61-78. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2016.11.023>
- Saeteros, D., & Rodas, J. (2021). Vista de Actualización de la memoria de trabajo: Una revisión. *Veritas & Research*, 3(2). Recuperado de <http://revistas.pucesa.edu.ec/ojs/index.php?journal=VR&page=article&op=view&path%5B%5D=82&path%5B%5D=99>
- Sebastián-Romagosa, M., Cho, W., Ortner, R., Murovec, N., Von Oertzen, T., Kamada, K., ... Guger, C. (2020). Brain computer interface treatment for motor rehabilitation of upper extremity of stroke patients—A feasibility study. *Frontiers in Neuroscience*, 14. Scopus. <https://doi.org/10.3389/fnins.2020.591435>
- Silva, S., Borges, L. R., Santiago, L., Lucena, L., Lindquist, A. R., & Ribeiro, T. (2020). Motor imagery for gait rehabilitation after stroke. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 9, CD013019. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD013019.pub2>
- Timmermans, A. A. A., Verbunt, J. A., Woerden, R. van, Moennekens, M., Pernot, D. H., & Seelen, H. A. M. (2013). Effect of mental practice on the improvement of function and daily activity performance of the upper extremity in patients with subacute stroke: A randomized clinical trial. *Journal of the American Medical Directors Association*, 14(3), 204-212. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2012.10.010>
- Torres-Salazar, C. (2019). Efectos de los ácidos grasos Omega 3 en la enfermedad de Alzheimer y déficits cognitivos: Una revisión sistemática. *Veritas & Research*, 1(2), 84-94.
- Urrútia, G., & Bonfill, X. (2010). Declaración PRISMA: Una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metanálisis. *Medicina Clínica*, 135(11), 507-511. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2010.01.015>
- Vourvopoulos, A., Jorge, C., Abreu, R., Figueiredo, P., Fernandes, J.-C., & Bermúdez i Badia, S. (2019). Efficacy and brain imaging correlates of an immersive motor imagery BCI-driven VR system for upper limb motor rehabilitation: A clinical case report. *Frontiers in Human Neuroscience*, 13. Scopus. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00244>
- Vourvopoulos, Athanasios, Ferreira, A., & Badia, S. B. i. (2016). NeuRow: An immersive VR environment for motor-imagery training with the use of brain-computer interfaces and vibrotactile feedback: *Proceedings of the 3rd International Conference on Physiological Computing Systems*, 43-53. Lisbon, Portugal: SCITEPRESS - Science and Technology Publications. <https://doi.org/10.5220/0005939400430053>
- Wang, H., Xu, G., Wang, X., Sun, C., Zhu, B., Fan, M., ... Sun, L. (2019). The reorganization of resting-state brain networks associated with motor imagery training in chronic stroke patients. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 27(10), 2237-2245. <https://doi.org/10.1109/TNSRE.2019.2940980>