

Tesis de Grado

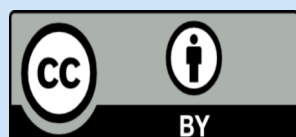
Spoliansky y Vilas, Israel

Aplicación de la imaginería motora y sus efectos sobre la rehabilitación de la marcha en personas adultas que sufrieron un accidente cerebro vascular

Instituto de Ciencias de la Salud

2025

*Carrera: Licenciatura en Kinesiología y
Fisiatría*



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons.

Atribución 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Documento descargado de RID - UNAJ Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional Arturo Jauretche

Cita recomendada:

Spoliansky y Vilas, I. (2025). *Aplicación de la imaginería motora y sus efectos sobre la rehabilitación de la marcha en personas adultas que sufrieron un accidente cerebro vascular* [Tesis de grado, Universidad Nacional Arturo Jauretche]. <https://rid.unaj.edu.ar/handle/123456789/3660>



TESINA DE GRADO

presentada para solicitar su inscripción
en el marco normativo vigente de la carrera de
LICENCIATURA EN KINESIOLOGÍA Y FISIATRÍA

Título:

“Aplicación de la imaginería motora y sus efectos sobre la
rehabilitación de la marcha en personas adultas que sufrieron
un accidente cerebro vascular “

Autor:

Spoliansky y Vilas, Israel

Legajo n°: 44916

Directora:

Lic. Agostini Marina

Fecha de Presentación:

30/05/2025

Firma de Autor

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Israel Spoliansky', written over a horizontal line.

Índice general

I. Introducción.....	4
II. Objetivos.....	5
II.a. Objetivo general.....	5
II.b. Objetivos específicos.....	5
III. Justificación.....	6
IV. Marco teórico.....	6
IV.1. ACV.....	6
IV.1.a. Definición	6
IV.1.b. Epidemiología	7
IV.1.c. Etiología.....	8
IV.1.d. Fisiopatología.....	10
IV.1.e. Complicaciones y secuelas.....	11
IV.1.f. Pronostico.....	12
IV.2. Marcha hemipléjica	12
IV.3. Marcha fisiológica.....	13
IV.3.a Parámetros espaciotemporales de la marcha humana.....	13
IV.4. Imaginería motora.....	15
IV.4.a. Definición.....	15
IV.4.b. Antecedentes de la imaginería motora.....	15
IV.4.c. Fundamentos de la imaginería motora.....	16
IV.4.c.1. Correspondencias entre la imaginería y la ejecución motoras.....	16
IV.4.c.2. Capacidad de imaginería motora.....	18
IV.4.c.3. Su relación con el movimiento humano.....	21
IV.4.d. Mecanismos neurofisiológicos de la imaginería motora	21

IV.4.e. Imaginería motora en rehabilitación.....	23
IV.4.e.1 Aspectos terapéuticos de la imaginería motora.....	25
IV.4.e.2. Limitaciones asociadas a la práctica de la imaginería motora.....	25
IV.4.e.3. Campos de relevancia para la práctica de la imaginería motora.....	25
IV.4.e.4. Imaginería motora en la rehabilitación del ACV.....	27
IV.4.f. Consideraciones prácticas para la práctica de la imaginería motora.....	27
IV.4.g. Práctica de IM en la rehabilitación de la marcha.....	29
V. Metodología.....	29
V.1. Criterios de inclusión.....	31
V.2. Criterios de exclusión.....	31
V.3. Filtros.....	31
VI. Contexto de análisis.....	31
VI.1. Análisis de artículos.....	32
VII. Resultados.....	52
VIII. Conclusión.....	56
IX. Bibliografía.....	57

Índice de figuras

Figura 1. Esquema ACV isquémico y hemorrágico.

Figura 2. Frecuencia de los tipos de ACV.

Figura 3. Longitud de paso, longitud de zancada y anchura de paso.

Figura 4. Activación cerebral en la ejecución real y la imaginería en el movimiento de la mano.

Figura 5. Actividad cerebral durante ejecución de movimiento e imaginería motora

Índice de tablas

Tabla 1. Lista de elementos en las dos versiones de KVIQ.

Tabla 2. Subescalas de calificación del KVIQ.

Tabla 3. Escala de valoración MIQ-R.

Abreviaturas

ACV: Accidente cerebro vascular

AIT: ACV Isquémico transitorio

ECV: Enfermedad Cerebro Vascular

SNC: Sistema Nervioso Central

OMS: Organización Mundial de la Salud

IM: Imaginería motora

SMA: Área motora suplementaria

PMC: Corteza pre-motora

MMSS: Miembros superiores

MMII: Miembros inferiores

PET: Tomografía por emisión de positrones

FMRI: Resonancia magnética funcional

MIQ: Cuestionario de Imágenes de Movimiento

KVIQ: Cuestionario de imaginería visual y cinestésicas

I. Introducción

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) los accidentes Cerebrovasculares (ACV) o Enfermedad Cerebro Vascular (ECV) son definidos como "el rápido desarrollo de signos focales de compromiso de la función cerebral, con síntomas de 24 horas o más, o que lleven a la muerte sin otra causa que el origen vascular". (1)

De acuerdo con datos de la Organización Mundial de la Salud, 15 millones de personas sufren un ACV por año. Es la tercera causa de muerte y la primera de discapacidad en el mundo. (2)

Se estima que dos tercios de las personas que han sufrido un ACV tienen secuelas que condicionan su calidad de vida. Los tipos y grados de discapacidad que siguen a un ACV obedecen a dos criterios: el primero, qué área del cerebro está dañada y el segundo, cuánto se ha dañado. (3) Es difícil comparar una discapacidad individual a otra, ya que cada ACV puede dañar partes y cantidades levemente diferentes del cerebro. El ACV puede causar cinco tipos de discapacidades: motoras, sensoriales, del lenguaje, cognitivas y trastornos emocionales. (4)

Uno de los déficits motores más frecuentes es la parálisis o la debilidad muscular. El cual cuando se produce de un lado del cuerpo se denomina hemiplejia o hemiparesia, correspondientemente. Los pacientes con estas secuelas tienen dificultad al realizar las diferentes actividades de la vida diaria. (5)

La alteración en la marcha es una de las alteraciones neurológicas más relevantes ya que genera diversas limitaciones para quienes sufrieron de un ACV. Por tal razón es de suma importancia la rehabilitación física, porque favorece la recuperación y la disminución de las secuelas. La finalidad es que cada individuo pueda alcanzar un óptimo estado físico, cognitivo, funcional y social. (6)

Desde la Kinesiología se proponen diversos abordajes que permiten mejorar la condición motora y funcional de esta población, con el objetivo entre otros de recuperar la movilidad, la fuerza, la coordinación y una ejecución adecuada de los gestos motores. (7)

Algunos ejercicios y técnicas pueden ser, movimientos activos, transferencias de peso, práctica repetitiva de tareas funcionales, movilidad pasiva, técnicas manuales, ejercicios asistidos mecánicamente, el uso de órtesis para mejorar el posicionamiento de las articulaciones, y el uso de estimulación eléctrica funcional (FES).(8)

Otro enfoque de trabajo son los ejercicios neuro-cognitivos, los cuales se ejercitan a partir de las funciones cognitivas. Este es el caso de la imaginería motora, una de las técnicas

denominadas Top–Down. Las estrategias de tratamiento denominadas Top–Down (de arriba abajo) buscan inducir una reorganización cortical que llevaría asociada una mejora en la función motora desde la activación cognitiva. Desde este enfoque de tratamiento el efecto terapéutico se logra mediante el esfuerzo voluntario del paciente, generando un estímulo sensorio-cognitivo, el cual repercute sobre las funciones motoras. Todo ello, con el propósito de que el paciente logre una compensación voluntaria

En esta línea, la generación de nuevas conexiones neuroplásticas durante la rehabilitación tras el ACV podría verse potenciada por la acción conjunta de la activación muscular voluntaria por parte del paciente, mediante los ejercicios de la rehabilitación convencional y la activación muscular inducida por las estrategias top-down.(9)

La imaginería motora es la técnica utilizada para activar las redes neuronales involucradas en la preparación y la ejecución de un movimiento a través de su evocación implícita o explícita, sin la existencia de un movimiento real (5-7). Los cambios en los niveles de excitabilidad de las estructuras sensoriomotoras durante el entrenamiento con imaginería motora revelan la integración de las aferencias recibidas para construir y modular el programa motor en tiempo real, incluso en ausencia de movimiento voluntario, creando una representación neuronal del movimiento evocado a partir del cual el aprendizaje motor puede beneficiarse. (10)

Se ha demostrado que las imágenes motoras conducen a la activación de las mismas áreas del cerebro que el movimiento real y se ha determinado que mejora el rendimiento y el aprendizaje motor, la reorganización neuronal y la activación cortical, como también una influencia positiva en la recuperación de las personas con ACV. (11-12)

Por lo tanto, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿La imaginería motora puede actuar como complemento del tratamiento kinesiológico para la rehabilitación de la marcha en personas adultas que sufrieron un ACV?

II. Objetivos general y específicos

II.a- Objetivo general

El objetivo general de este trabajo de investigación será analizar, mediante una revisión bibliográfica, qué efectos produce la imaginería motora sobre la rehabilitación de la marcha en pacientes adultos que sufrieron un ACV.

II.b. Objetivos específicos:

- Describir los mecanismos neurofisiológicos del funcionamiento de la imaginería motora.

- Indagar el uso y los ejercicios específicos de la imaginería motora en el tratamiento kinesiológico para la rehabilitación de la marcha.
- Analizar los efectos positivos y negativos del uso de la imaginería motora como herramienta en la rehabilitación.

III. Justificación

Desde la perspectiva de la rehabilitación, el ACV es un gran generador de discapacidad, tanto física como cognitiva. De la población que sufre ACV, un 15 a 30% resulta con un deterioro funcional severo a largo plazo, lo que implica un alto grado de dependencia de terceros.

La marcha es una de las funciones más importantes que se ven afectadas después de sufrir un ACV. (13)

La discapacidad de la marcha posterior al ACV afecta la independencia, la movilidad, la realización de las actividades de la vida diaria y la participación en actividades sociales.

Las personas que sufren estas secuelas deben alcanzar mejoras en la realización de sus movimientos al caminar para poder alcanzar un mayor grado de autonomía. (8)

Teniendo en cuenta que esta alteración proviene de una lesión neurológica, y conociendo las posibilidades de recuperación que permite la neuro plasticidad, el control y el aprendizaje motor; analizaremos los efectos que puede tener la imaginería motora como un complemento de la rehabilitación motora. (14)

A partir de los resultados que se obtengan en este trabajo se buscará ampliar los conocimientos sobre la IM como herramienta terapéutica de la kinesiología, con la finalidad sumar mejoras en los procesos de recuperación y contribuir a una mejor calidad de vida en los pacientes.

IV. Marco teórico

IV.1. ACV

IV.1.a Definición

Según la OMS se define al ACV como un síndrome que consiste en el rápido desarrollo de signos clínicos indicativos de trastorno focal o global de la función cerebral secundarios a la alteración de la función cerebral focal (o global),, con síntomas que persisten más de 24 horas o que conducen a la muerte, sin que exista causa aparente distinta de la vascular. (15)

En español se conoce a los accidentes cerebrovasculares por varios nombres: ataque cerebral, derrame cerebral, infarto cerebral, apoplejía, ictus y embolia.

Un ACV ocurre cuando un vaso sanguíneo del cerebro se bloquea total o parcialmente o cuando un vaso sanguíneo se rompe. Por consecuencia el flujo sanguíneo al cerebro se detiene o se reduce durante un tiempo, provocando que algunas células cerebrales mueran porque dejan de recibir el oxígeno y los nutrientes que necesitan. Otras células cerebrales mueren al ser dañadas por la hinchazón causada por el sangrado o la inflamación. (16)

IV.1.b Epidemiología

En los últimos años nuevos estudios han aportado información valiosa sobre la incidencia y prevalencia de esta enfermedad en nuestro país.

Un estudio reciente de la Federación Argentina de Cardiología (2020) indica que, en nuestro país, sucede 1 ACV cada 9 minutos, 126 mil casos de ACV por año, de los cuales 18 mil terminan en muerte. (17)

En el año 2015, en Argentina, el accidente cerebrovascular, fue considerado la principal causa de mortalidad, provocando el 28.9% del total de muertes.

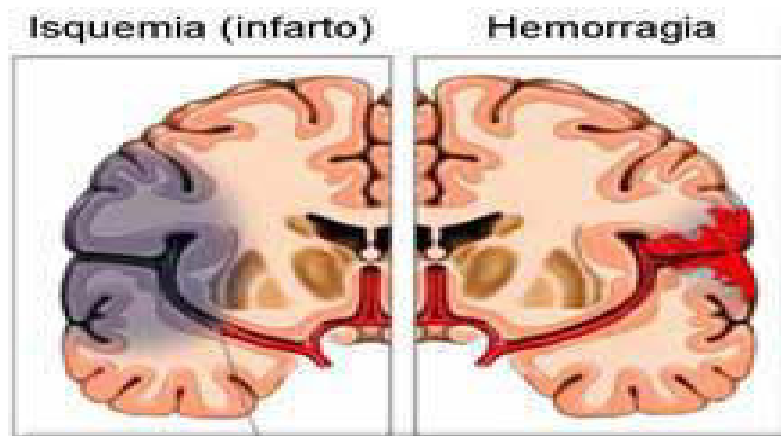
En un estudio realizado en la ciudad de Junín, provincia de Buenos Aires, se observó una prevalencia de 868 casos por cada 100.000 habitantes/año. En base a ello, se estimó una prevalencia global de 473 casos por cada 100 000 habitantes/año. Esta prevalencia aumenta con la edad. Un estudio más reciente, realizado en la ciudad de Tandil, provincia de Buenos Aires, halló una incidencia para primer ACV estandarizado para la población argentina de 78.9 casos por cada 100 000 habitantes/año (56.1/100 000, extrapolado a la población mundial). En un estudio de la ciudad de Mar del Plata, provincia de Buenos Aires, la tasa bruta ajustada a la población nacional en mayores de 21 años fue de 43.2 (IC 95%: 42-44) para ACV por cada 100 000 habitantes/año, y del 7 (IC 95%: 6.6-5.8) para ACV hemorrágico. En un trabajo previo, en la misma ciudad, se halló una incidencia ajustada a la población nacional de 7.3 cada 100 000 habitantes/año para hemorragia subaracnoidea. En otra investigación del mismo centro, se informó una tasa ajustada a la población nacional para cualquier tipo de ACV, de 160 por cada 100 000 habitantes/año. Un estudio epidemiológico realizado recientemente en la Ciudad de General Villegas, Buenos Aires, halló una prevalencia del 2% de ACV en personas mayores de 40 años, siendo la cuarta causa de mortalidad en esta población. (18)

Asimismo, existen estudios que indican que el ACV tiene un fuerte impacto socioeconómico y en el caso de la población de adultos mayores, es considerada la primera causa de discapacidad, qué demanda de prácticas de neurorrehabilitación qué permitan a los pacientes desenvolverse con autonomía en la vida cotidiana. (17)

IV.1.c. Etiología

Las causas que originan un ACV son variadas. Se dividen en 2 grandes grupos; de origen isquémico y de origen hemorrágico.

Figura 1. Esquema ACV isquémico y hemorrágico. Dr. A. Nanda Gopal et al 2025/01/31(19)



- **ACV Isquémico:**

En el término isquemia cerebral se incluyen todas las alteraciones del encéfalo secundarias a un trastorno del aporte circulatorio. Se observan dos tipos: el ataque isquémico transitorio (AIT) y el infarto cerebral.

Clasificación etiológica: Utilizando la escala The Trial of Org-10172 in Acute Stroke Treatment (**TOAST**).

Dicha clasificación divide a los infartos cerebrales en 5 categorías de distinta etiología:

1-Infarto aterotrombótico. Aterosclerosis de arteria grande:

Es el mecanismo más frecuente. La aterosclerosis extracraneal afecta principalmente la bifurcación carotídea, la porción proximal de la carótida interna y el origen de las arterias vertebrales.

2-Infarto cardioembólico:

Se debe a la oclusión de una arteria cerebral por un embolo originado a partir del corazón.

3-Enfermedad oclusiva de pequeño vaso arterial. Infarto lacunar:

Infarto de pequeño tamaño (<15mm), localizado en el territorio irrigado por una arteriola. Clínicamente ocasiona un síndrome lacunar (hemiparesia motora pura, síndrome sensitivo puro, síndrome sensitivo motriz, hemiparesia-ataxia, disartria mano torpe), pueden asociarse con demencia vascular.

4-Infarto cerebral de causa rara:

Infarto de tamaño pequeño, mediano o grande, de territorio cortical o subcortical, carotídeo o vertebro basilar.

5-Infarto cerebral de origen indeterminado:

Infarto cerebral de tamaño medio o grande, cortical o subcortical, tanto de territorio carotideo como vertebro basilar.

- **ACV Isquémico transitorio (AIT)**

El AIT es un episodio breve de disfunción neurológica causado por isquemia focal cerebral o retiniana, en el cual los síntomas duran menos de una hora, generalmente entre diez y quince minutos sin evidencia de infarto en estudios diagnósticos. La mayoría de los AIT tienen una duración. Representan un signo de alarma sobre el riesgo de sufrir un infarto cerebral posteriormente (20)

- **ACV Hemorrágico:**

Las causas que producen un ACV hemorrágico pueden ser hemorragias intraparenquimatosas o extra parenquimatosas:

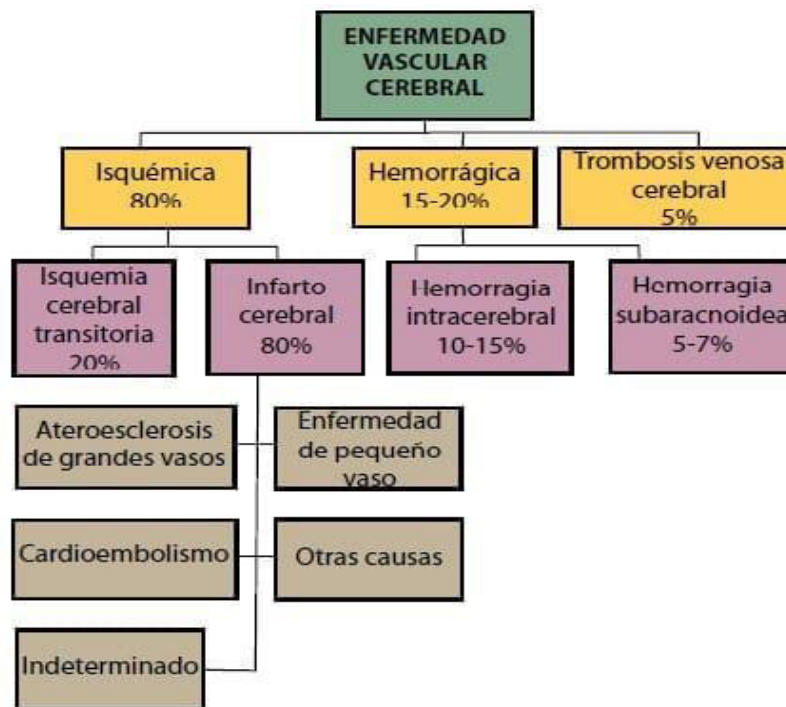
- Hemorragias intraparenquimatosas:**

Se deben a hipertensión arterial, malformaciones vasculares o angiopatía amiloide. La hipertensión arterial es la causa más frecuente de la hemorragia cerebral.

- Hemorragias extraparenquimatosas:**

Dentro de ellas están la hemorragia subaracnoidea, y los hematomas extradural y subdural. (21)

Figura 2. Frecuencia de los tipos de ACV. Antonio Arauz et al. (22)



IV.1.d. Fisiopatología

-ACV Isquémico:

Una vez que existe oclusión de un vaso cerebral con la consecuente obstrucción del flujo sanguíneo cerebral, se desencadena una cascada de eventos bioquímicos que inicia con la pérdida de energía y que termina en muerte neuronal. Otros eventos incluyen el exceso de aminoácidos excitatorios extracelulares, formación de radicales libres, inflamación y entrada de calcio a la neurona. Después de la oclusión, el núcleo central se rodea por un área de disfunción causada por alteraciones metabólicas e iónicas, con integridad estructural conservada, a lo que se denomina “penumbra isquémica”

-ACV Hemorrágico:

Parenquimatoso: Es el resultado de la ruptura de la pared de pequeñas arterias penetrantes en los sitios correspondientes a los micro aneurismas de Charcot y Bouchard. En estas arterias existe degeneración de la media y de la capa muscular, con hialinización de la íntima y formación de microhemorragias y trombos intramurales. La ruptura del vaso ocurre frecuentemente en los sitios de bifurcación, en donde la degeneración de sus capas es más prominente.

Subaracnoidea: Se define como la presencia de sangre en el espacio subaracnoideo. El 80% de los casos son secundarios a ruptura de un aneurisma sacular. (22)

IV.1.e. Complicaciones y secuelas

Las lesiones en el Sistema Nervioso Central (SNC) no son idénticas en dos personas, por más que presenten alteración en la misma zona cerebral, la cual puede ser a causa de factores internos como enfermedades y antecedentes patológicos previos. El ACV puede afectar a diferentes áreas funcionales, limitando la funcionalidad e independencia de la persona que lo padezca. La American Heart Association-Stroke Outcome Classification (Asociación Americana del Corazón- ACV Clasificación de los Resultados) sistematiza los déficits neurológicos que podría padecer una persona, en seis dominios o áreas: motora, sensitiva, comunicación, visual, cognitiva y emocional. (23)

Según estudios epidemiológicos se conoce que las deficiencias motoras son las más prevalentes observadas después de sufrir un ACV.

Un estudio realizado durante dos años tomando casi 3000 pacientes que sufrieron ACV, los resultados mostraron: La hemiplejía fue el diagnóstico más frecuente (81,7%) y la deficiencia de la comunicación (58%) y audición (2,1%) fueron las deficiencias con mayor y menor frecuencia, respectivamente. Se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los pacientes con secuela de ACV isquémico y ACV hemorrágico en la deficiencia de la comunicación, deglución, sensibilidad superficial y sensibilidad profunda y de la visión; las dos primeras a predominio del ACV isquémico y las tres últimas del ACV hemorrágico. (24)

Otro análisis sobre secuelas post- ACV del Hospital Vargas, tomo 216 casos como estudio. En cuanto a la presentación clínica, se observó que los ACV isquémicos se manifestaron con trastornos motores en 46,27% de los casos, con trastornos del lenguaje y de la conciencia en 22,39%. En los ACV hemorrágicos se observó una conducta similar: 41,18% y 23,53% para trastornos motores y del lenguaje respectivamente. (25)

Generalmente los déficits motores se manifiestan con afectación de la cara, miembros superiores, miembros inferiores y tronco La debilidad repentina en la cara, el brazo o la pierna, y a menudo de un hemicuerpo, son las principales manifestaciones del inicio de un ACV

IV.1.f. Pronostico

La evolución típica del ACV sigue una curva ascendente de pendiente progresivamente menor. En un paciente con recuperación favorable de su déficit encontraremos habitualmente que la mejoría transcurre al inicio. Esta mejoría precoz se debe, en parte a la recuperación del tejido penumbra de la periferia del área isquémica (relacionado a grandes rasgos con la resolución del edema perilesional, la inflamación, los procesos oxidativos y el flujo de Na y Ca) y en parte a la resolución de la diasquisis (fallo transináptico de áreas lejanas relacionadas). Por otro lado, la mejoría a largo plazo se atribuye a la plasticidad neuronal: las neuronas sanas pueden aprender funciones de las neuronas afectadas, pudiendo sustituir a éstas al menos parcialmente. Esta organización cerebral que puede ser modulada por técnicas de rehabilitación a través del fenómeno de plasticidad neuronal. Si distinguimos entre la recuperación deseada (el 100%, sin duda) y la recuperación factible (hasta dónde puede llegar a recuperar realmente), es imposible prever qué diferencia habrá entre una y otra. Como ya se ha mencionado raramente la recuperación será igual al 100% y, aunque es imposible prever “cuánta” recuperación puede alcanzar nuestro paciente. (26)

IV.2. Marcha Hemipléjica

Cada uno de los déficits neurológicos sufridos tras un ACV pueden afectar de una manera u otra la realización de la marcha. Pero principalmente el aspecto motor y/o somatosensorial van a repercutir negativamente en la ejecución de esta.

El tipo de marcha más característico en un paciente que ha sufrido un ACV es la marcha hemipléjica. La cual se caracteriza por una asimetría, tanto espacial como temporal; por un control motor selectivo deficiente; por reacciones de equilibrio con mayores latencias e interrupciones y reducción del peso sobre la extremidad parética.

La marcha hemipléjica se observa con alteraciones espaciotemporales, como ser, disminución de la velocidad, la cadencia y la longitud de paso, con pasos más cortos y breves, así como una disminución de los rangos de movimiento. El lado lesionado presenta hipertonía extensora y el paciente camina dibujando un semicírculo a cada paso (marcha de segador). Durante el ciclo de la marcha se aprecia un período de oscilación aumentado en la extremidad parética respecto a la no parética, ya que, durante esta fase, la hemipelvis del lado afectado se eleva y se produce una circunducción de toda la extremidad inferior para salvar el déficit de triple flexión y, con ello, evitar el arrastre o el tropiezo del pie en el suelo.

En general, este patrón de marcha cambia todos los parámetros de postura y obliga al enfermo a caminar con mucho esfuerzo. Asimismo, se incrementa el consumo de oxígeno, lo que provoca fatiga precoz. El gasto energético durante la marcha hemiparética varía con el

grado de debilidad, espasticidad, braceo y entrenamiento previo. (26)

IV.3. Características de la marcha fisiológica

La marcha humana se define como el proceso de locomoción en el cual el cuerpo, en posición erguida, se mueve hacia adelante, siendo su peso soportado alternativamente por ambos pies.

La marcha requiere la interacción entre el sistema nervioso central y el aparato locomotor a través de un conjunto de estructuras neuroanatómicas como la corteza cerebral, los ganglios de la base, el cerebelo, el tronco del encéfalo y la médula espinal. Todas ellas interactúan entre sí y con el sistema musculoesquelético a través de las vías de entrada y de salida que transmiten órdenes locomotoras encargadas de iniciar movimientos voluntarios, estimular patrones rítmicos, realizar ajustes posturales, anticiparse a las perturbaciones o responder a ellas.

Durante la marcha, un miembro proporciona la función de estabilidad y propulsión, mientras que el otro, el contra lateral, progresa hacia delante. Dicha función se invierte de forma cíclica en ambos miembros. En cada extremidad se repite una serie de acontecimientos de forma sucesiva, que dan lugar al ciclo de la marcha.

El ciclo de la marcha se define como la secuencia de componentes que se producen entre dos contactos sucesivos de un mismo pie con el suelo. Generalmente, este contacto se produce con el talón en individuos sin afecciones.

El ciclo de la marcha se divide en dos períodos: apoyo y oscilación. El período de apoyo es aquel en el que el pie está en contacto con el suelo, permitiendo la transferencia del peso corporal de una extremidad a otra. El período de oscilación hace referencia al tiempo durante el cual el pie se encuentra suspendido en el aire favoreciendo su progresión.

IV.3.a Parámetros espaciotemporales de la marcha humana

Los parámetros espaciotemporales de la marcha están relacionados tanto con las condiciones funcionales de la persona como con el temor y el riesgo de caídas o con situaciones de deterioro cognitivo. Son muy útiles para monitorizar la progresión de un proceso patológico y/o evaluar la eficiencia de una intervención terapéutica.

Los parámetros espaciotemporales más ampliamente descritos en la literatura científica son: cadencia, longitud y tiempo de paso, longitud y tiempo de zancada, anchura de paso y velocidad.

Cadencia: Hace referencia al número de pasos por unidad de tiempo, expresándose convencionalmente en pasos por minuto.

Longitud de paso: Es la distancia entre puntos sucesivos de contacto de pies opuestos (desde el punto del choque del talón de una extremidad hasta el punto del choque del talón de la opuesta). Siempre corresponde al paso del pie que está más adelantado.

Tiempo de paso: Es el lapso transcurrido desde el contacto inicial de un pie contralateral hasta el contacto inicial del pie que realiza el paso.

Longitud de zancada: Es la distancia lineal de un ciclo de la marcha (distancia desde el punto en el que choca el talón de un pie hasta el punto del siguiente choque de talón del mismo pie).

Tiempo de zancada: Es el intervalo de tiempo entre dos choques de talón del mismo pie en el suelo. Suele oscilar entre 1 y 1,2 segundos.

Anchura de paso: La anchura de paso o amplitud de base se describe como la distancia entre ambos talones y sus valores son de 5–10 cm. Está directamente relacionada con la estabilidad, puesto que una base de sustentación estrecha reduce la posibilidad de desplazamiento lateral del centro de gravedad.

Velocidad: La velocidad de marcha es la distancia que recorre el cuerpo hacia delante por unidad de tiempo. Normalmente se aproxima a 1 metro por segundo (m/s), pero puede variar dependiendo de la longitud de las extremidades inferiores y de la resistencia aeróbica del individuo. (27)

Figura 3. Longitud de paso, longitud de zancada y anchura de paso. Andrés Eduardo Gómez Hernández et al. (2004) (26)

IV.4.



Imaginería motora

IV-4.a. Definición

La imaginería motora puede definirse como la reproducción mental consciente de un acto motor sin que el movimiento se realice visiblemente y sin siquiera tensar los músculos. Es un proceso cognitivo en el que el sujeto imagina y siente el movimiento. (28)

La IM se considera una práctica mental voluntaria con fines terapéuticos o de aprendizaje motor. Para su aplicación, consta de dos modalidades, una Visual y la otra Cinestésica:

En la imaginería cinestésica motora, o también llamada perspectiva en primera persona, el sujeto tiene la sensación de que realmente realiza el movimiento con todas las consecuencias sensoriales. La persona siente la tensión, la presión, los apoyos corporales, la velocidad del movimiento.

En la imaginería visual motora, o también llamada perspectiva en tercera persona, el sujeto se ve a sí mismo realizando el movimiento desde la distancia o también se puede describir como viendo a otra moverse en la mente, ya sea en su totalidad o en partes del cuerpo.

El acto de imaginar o sentir los movimientos, produce una activación de las regiones cerebrales que también participan en la preparación y ejecución del movimiento, acompañada de una inhibición voluntaria del movimiento real. Además, los movimientos imaginados parecen obedecer las mismas características temporales y fisiológicas que los movimientos ejecutados. (29)

IV.4.b. Antecedentes de la imaginería motora

La idea de que la imaginación de movimientos puede influir en la actividad motora se remonta al siglo XIX. En 1825, Johann Friedrich Herbart propuso que las imágenes mentales de efectos perceptivos podían inducir los movimientos correspondientes. (30) Posteriormente, en 1890, el psicólogo William James afirmó que “toda representación de un movimiento despierta, en cierto grado, el movimiento real”, sugiriendo una base neurofisiológica para el vínculo entre pensamiento y acción. (31)

Uno de los hitos clave en su desarrollo fue la identificación de las neuronas espejo en la década de 1990. Estas neuronas se activan tanto cuando una persona realiza una acción como cuando observa a otro realizarla, sugiriendo que la mente puede simular movimientos sin necesidad de ejecutarlos físicamente.

La IM ha sido ampliamente utilizada en el ámbito deportivo, se ha venido utilizando tradicionalmente en el ámbito deportivo de forma intuitiva, para mejorar el rendimiento y la calidad del movimiento.[32] La IM se considera una herramienta cognitiva que los atletas utilizan estratégicamente para aprender y optimizar tareas motoras específicas [33].

En disciplinas como la danza, se ha observado que la imaginería motora facilita la memorización de secuencias y mejora la calidad del movimiento desde un enfoque espaciotemporal y expresivo [34].

La aplicación de la imaginería motora en rehabilitación comenzó a consolidarse a finales del siglo XX, gracias a avances en neurociencia cognitiva y neuro-imagen.

En la década de 1980, Fansler CL demostró que la práctica mental podía mejorar el rendimiento motor en adultos mayores. En su estudio sobre equilibrio, observó mejoras funcionales con ejercicios mentales sin ejecución física, introduciendo así la imaginería como intervención terapéutica. (35)

Las nuevas tecnologías de neuro-imagen, en especial la tomografía por emisión de positrones (PET) y la resonancia magnética funcional (fMRI), permiten probar objetivamente que la evocación mental de movimientos activa áreas cerebrales similares a las que se activan durante la ejecución real de esos movimientos. Esto respaldó la idea de que la práctica mental puede ser una herramienta efectiva para la rehabilitación, incluso en ausencia de movimiento físico. (36)

IV.4.c. Fundamentos de la imaginería motora

Para poder determinar que la práctica mental de imaginar o sentir un movimiento puede activar procesos concretos que influyen en el movimiento humano, y para corroborar que la persona que ensaya mentalmente los movimientos tenga la capacidad de realizarlo; se describen correspondencias, entre la imaginería y la ejecución motoras tanto desde un punto de vista conductual como neuronal. (37)

IV.4. c.1. Correspondencias entre la imaginería y la ejecución motoras

-Similitud entre la duración mental y la duración real de los movimientos:

Un argumento sólido a favor de la relevancia de las representaciones motoras en la imaginación motora proviene de las duraciones similares encontradas cuando los participantes realizan los mismos movimientos, ya sea de manera activa o mental (Decety, 1996; Jeannerod, 1994). Cuando se les pide a las personas que imaginen caminar hacia un objetivo específico que se les presenta y que indiquen cuándo habrían llegado, sus estimaciones del tiempo de tránsito son notablemente similares al tiempo real que posteriormente requieren para recorrer esa distancia. En tales tareas, las personas informan que imaginan moverse. (38)

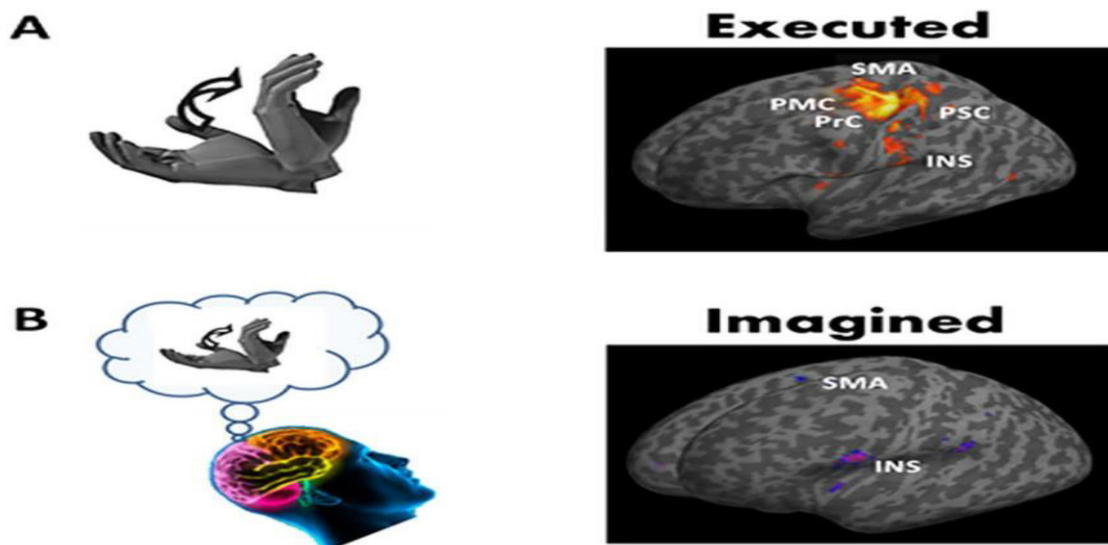
-Paradigma de rotación mental:

El paradigma de rotación mental sirve como un fundamento para comprender la duración mental de los movimientos. Aceptando que las tareas de rotación mental requieren simulación mental, los tiempos de reacción pueden considerarse un indicador válido para procesos análogos de imaginería y ejecución motoras. La rotación de partes del cuerpo o del cuerpo entero respalda la premisa de que la ejecución y la imaginería motoras comparten una base de representación común. Siguen el mismo equilibrio entre la duración del movimiento y la dificultad de la tarea que los movimientos reales. (39)

-Correlatos neuronales de la imaginación motora:

Estudios de imágenes cerebrales las nuevas tecnologías de neuroimagen, en especial la tomografía por emisión de positrones (PET) y la resonancia magnética funcional (fMRI), permiten probar objetivamente las teorías de la imaginería en humanos. Un aspecto central es la activación de las áreas corticales y subcorticales durante la imaginería motora. Las áreas motoras de la corteza cerebral se subdividen en la corteza motora primaria (M1) y varias áreas premotoras, incluyendo el área motora suplementaria (AMS), el área motora presuplementaria (preAMS) y las porciones ventral y dorsal de la corteza premotora (CPM).(40)

Figura 4. Activación cerebral en la ejecución real y la imaginería en el movimiento de la mano. Celia Rousseau et al. (2018). (41)



La corteza motora primaria (CMP), las cortezas somatosensoriales primarias (CSP), la corteza premotora (CPR), el área motora suplementaria (AMS) y la corteza insular. Se activan tanto durante la ejecución real de los movimientos como durante la imaginación motora.

IV.4. c.2. Capacidad de imaginación motora:

Para verificar la habilidad de cada persona de imaginar el movimiento, se han presentado varios cuestionarios:

-Cuestionario de imaginación visual y cinestésicas (Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire KVIQ-20 y KVIQ-10) Son dos cuestionarios diseñados para evaluar la imaginación motora en personas con movilidad reducida o discapacidades físicas.

KVIQ-20: Versión completa, adecuada para población general.

KVIQ-10: Versión abreviada, recomendada para personas con dificultades cognitivas o movilidad limitada.

El KVIQ incluye una escala de imaginación visual y cinestésica. El cuestionario está disponible en una versión corta (10 ítems) y una versión larga (20 ítems). Todos los movimientos KVIQ tienen que ser imaginados desde la perspectiva interna solo una vez por escala. El KVIQ da instrucciones estandarizadas para cada ejecución de movimiento y su evaluación en un manual de prueba. En primer lugar, para la evaluación de la habilidad de imaginación visual los pacientes tienen que concentrarse en la claridad de la imagen durante la imaginación de todos los movimientos: "Regrese a la posición inicial. Ahora, imagine el movimiento, concéntrese en la claridad de la imagen". En segundo lugar, para la evaluación de la habilidad

de imaginiería cinestésica los pacientes tienen que concentrarse en la intensidad de las sensaciones durante la imaginación de todos los movimientos: "Ahora imagine el movimiento, concéntrese en la intensidad de las sensaciones". Después de esta instrucción, los pacientes imaginaron el movimiento y calificaron la viveza o sensación en la escala de 5 puntos, respectivamente. Todos los ítems fueron evaluados mientras estaba sentado en una secuencia estandarizada para escalas visuales y cinestésicas. El cuestionario requiere un procedimiento estandarizado:

- 1) El examinador muestra el movimiento una vez.
- 2) El paciente realiza el movimiento recién visto una vez desde una posición inicial estandarizada.
- 3) el paciente imagina el movimiento una vez desde la perspectiva interna.
- 4) Los pacientes califican la viveza de la "imagen interna" en una escala de 5 puntos (1 = "sin imagen", 5 = "imagen tan clara como verla realmente") así como la sensación asociada con los movimientos imaginados (1 = "sin sensación", 5 = "tan intensa como hacer el movimiento"). A los pacientes se les presentaron solo las palabras de evaluación de la escala de calificación. Se calcularon las puntuaciones del KVIQ-G para la versión corta (10 ítems, rango de 5 a 25 puntos para cada subescala, rango de puntuación total de 10 a 50) y la versión larga (20 ítems, rango de 10 a 50 puntos para cada subescala, rango de puntuación total de 20 a 100) para las subescalas visual y cinestésica.(42)

Tabla 1. Lista de elementos en las dos versiones de KVIQ.Cesar Rubio-Belmontea et al (42)

KVIQ-20			KVIQ-10	
Visual	Kinesthetic	Movements	Visual	Kinesthetic
1V	1K	Neck flexion/extension		
2V	2K	Shoulder elevation		
3Vnd	3Knd	Forward shoulder flexion*	3Vnd	3Knd
4Vd	4Kd	Elbow flexion/extension		
5Vd	5Kd	Thumb-fingers opposition*	5Vd	5Kd
6V	6K	Forward trunk flexion*	6V	6K
7Vnd	7Knd	Knee extension		
8Vd	8Kd	Hip abduction*	8Vd	8Kd
9Vnd	9Knd	Foot tapping*	9Vnd	9Knd
10Vd	10Kd	Foot external rotation		

d = dominant limb; nd = nondominant limb.
 * The five movements in KVIQ-10.

Tabla 2. Subescalas de calificación del KVIQ. Cesar Rubio-Belmontea.(42)

TABLE 4. Rating Subscales of the KVIQ

Visual	Kinesthetic
5 = Image as clear as seeing	5 = As intense as executing the action
4 = Clear image	4 = Intense
3 = Moderately clear image	3 = Moderately intense
2 = Blurred image	2 = Mildly intense
1 = No image	1 = No sensation

Cuestionario de imágenes motoras (Movement Imagery Questionnaire-R (MIQ-R))

Es un cuestionario autoadministrado que evalúa la capacidad de imaginación motora en adultos, incluyendo dimensiones visuales internas y externas, así como cinestésicas.

Aplicación: Adecuado para adultos jóvenes y personas mayores sin deterioro cognitivo.

El Cuestionario MIQ y su versión revisada y abreviada MIQR se basa en las calificaciones de los sujetos sobre la facilidad de obtención de imágenes. Movimientos predefinidos de las extremidades superiores o inferiores en un programa de 7 puntos. Antes de puntuar cada movimiento, se pide a los sujetos que realicen el movimiento. Las imágenes de movimiento se evalúan dos veces: una para la visualización de las imágenes de la ejecución del movimiento (se les pide a los sujetos que se 'vean' a sí mismos en su mente realizando la tarea) y una vez para imágenes Cinestésicas (se les pide a los sujetos que sientan su propio cuerpo ejecutando la tarea).

El MIQ-R consta de una serie de ejercicios que evalúan diferentes movimientos y acciones motrices. Cada ejercicio incluye:

- **Posición inicial:** Descripción de la postura inicial antes de realizar el movimiento.
- **Ejercicio:** Instrucciones detalladas sobre el movimiento a realizar.
- **Tarea mental:** Instrucciones para visualizar el movimiento mentalmente sin ejecutarlo físicamente.
- **Valoración:** Escala para calificar la facilidad o dificultad de la visualización del movimiento.

Los participantes deben calificar la facilidad con la que pueden visualizar cada movimiento en una escala del 1 al 10, donde, 10 es muy fácil y 1 es muy difícil. (43)

Tabla 3. Escala de valoración MIQ-R. Cesar Rubio-Belmontea et al. (44)

Escala de valoración		
Escala de Imagen Visual		Puntuación
	Muy fácil de formar la imagen	G 7
	Fácil de formar la imagen	G 6
	Algo fácil de formar la imagen	G 5
	Neutral (ni fácil, ni difícil).....	G4
	Algo difícil de formar la imagen	G 3
	Difícil de formar la imagen	G 2
	Muy difícil de formar la imagen	G 1
Escala de Imagen Cinestésica		Puntuación
IV.4. con	Muy fácil de sentir	G7
	Fácil de sentir	G6
	Algo fácil de sentir	G5
	Neutral (ni fácil, ni difícil) de sentir	4
	Algo difícil de sentir	G3
	Difícil de sentir	G2
	Muy difícil de sentir	G1

c.3. Su
relación
el

movimiento humano

El movimiento humano es el resultado de la interacción dinámica entre tres factores fundamentales: el individuo, la actividad y el entorno. Esta interacción implica que el movimiento no ocurre de forma aislada, sino que se organiza en función de las demandas específicas de la tarea y del contexto. Es decir, la persona adapta sus acciones para responder a los requerimientos tanto del entorno como de la actividad que realiza. La capacidad del individuo para afrontar estas demandas determina su nivel de funcionamiento motor.

Dado que los movimientos voluntarios surgen a partir de una intención, se comprende que los procesos cognitivos son esenciales para establecer objetivos. A partir de esos objetivos, los sistemas motores y sensoriales se coordinan para ejecutar la acción. En este marco, se plantea que toda acción está precedida por una representación mental, que anticipa los estímulos que la propia acción generará, así como las sensaciones esperadas durante su ejecución. (45)

Esta representación no solo prepara al cuerpo para actuar, sino que también otorga significado al movimiento desde la perspectiva de quien lo realiza. Así, dos movimientos que pueden parecer idénticos en términos biomecánicos (como el patrón muscular o articular involucrado), podrían tener significados distintos si se ejecutan en contextos diferentes. Esta diferencia contextual se refleja en la activación de distintas áreas cerebrales durante la planificación y ejecución. (46)

IV-4.d. Mecanismos neurofisiológicos de la imaginería motora

Durante la IM se activan diferentes áreas del sistema nervioso, relacionadas con los sistemas de acción, percepción y control motor.

La ejecución del movimiento y la IM revelan una alta superposición de regiones cerebrales activas, es decir, las imágenes se basan en casi la misma red neuronal que se utiliza en la percepción real y el control motor. (47)

Además de la superposición en la activación neuronal entre la imaginería y la ejecución, también existen similitudes en el ámbito conductual. Por ejemplo, el tiempo necesario para completar un movimiento imaginado es similar al tiempo necesario para la ejecución real de ese movimiento. (48)

Las regiones clave activadas durante la IM incluyen, la corteza motora primaria (M1), la corteza premotora (PMC), el área motora suplementaria (SMA), los lóbulos parietales y el cerebelo. (49).

-Cortezas motoras primaria (PM): Hay cierta controversia sobre si está involucrada en la IM, ya que algunos estudios de imágenes no han podido reconocer activación en PM. Sin embargo, ya se ha encontrado activación de PM durante la imaginería de la marcha, así como durante la imaginería de los movimientos de las extremidades. La discrepancia puede explicarse por diferencias metodológicas.

-Área motora suplementaria (SMA): La SMA se encuentra de forma muy consistente en experimentos de MI. El área motora suplementaria (SMA) se activa durante la IM porque está fuertemente implicada en la planificación, secuenciación y preparación de movimientos voluntarios, incluso cuando no se ejecutan físicamente. Su rol clave se debe a que es una región que genera "copias internas" de los comandos motores, esenciales para simular mentalmente el movimiento.

-Corteza premotora (PMC): se activa durante la IM porque participa en la planificación y programación del movimiento, incluso cuando este no se ejecuta físicamente. Esta activación es parte de la red neuronal motora que se simula mentalmente durante la IM

Está involucrada en la planificación de los aspectos espacio temporales de las acciones y en la actualización de los planes motores para movimientos ordenados temporalmente. Por lo tanto, su reclutamiento durante la MI es consistente con su papel en la preparación motora.

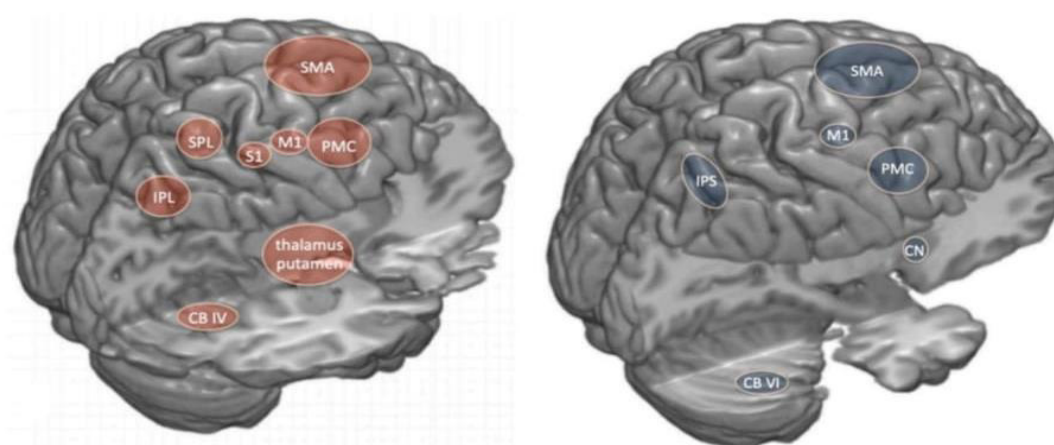
-Ínsula anterior está involucrada en la navegación mental a lo largo de rutas memorizadas, pero también apoya la sensación de agencia, conciencia de las partes del cuerpo y autoconciencia. Una posible función del giro frontal inferior derecho puede ser la inhibición de la respuesta, posiblemente necesaria durante la IM para prevenir el movimiento real.

-**Cerebelo** durante la IM se activa en la planificación, el control y la predicción de movimientos, incluso cuando no se realizan físicamente. Contribuye para anticipar la ejecución del movimiento e integrar señales motoras internas. (50)

-**Áreas prefrontales** (incluyendo el giro frontal inferior derecho y el giro frontal superior izquierdo activados aquí) también pueden contribuir a la IM a través del procesamiento atencional y el control cognitivo de la producción de acción. (51)

-**Área somatosensorial**, especialmente la corteza somatosensorial primaria (S1) y secundaria (S2), se activa durante la IM porque el cerebro simula no solo el movimiento en sí, sino también las sensaciones corporales asociadas a ese movimiento (propiocepción, contacto, presión, etc.). (52)

Figura 5. Actividad cerebral durante ejecución de movimiento e imaginación motora. Hardwick (2018).(53)



Izquierda **ejecución motora de movimientos simples de la mano** (círculos rojos; de arriba/anterior a abajo/posterior; AMS, PMC, M1, S1, SPL (lóbulo parietal superior), IPL (lóbulo parietal inferior), tálamo y putamen, CB IV (hemisferio cerebeloso anterior)). Derecha, **imaginación motora** (círculos azules; AMS, PMC, M1, IPS (surco intraparietal), CN (núcleo caudado), CB VI (hemisferio cerebeloso lateral)).

IV.4.e. Imaginería motora en rehabilitación

IV.4.e.1 Aspectos terapéuticos de la imagería motora

La implementación de la IM dentro de la rehabilitación convencional aporta distintos efectos terapéuticos, entre los cuales se pueden mencionar:

-Mejora el control motor:

La IM puede anticipar los efectos de los movimientos antes de ejecutarlos. Permite predecir tanto el estado futuro del cuerpo como las sensaciones esperadas. Estas predicciones se combinan con la retroalimentación sensorial real para mejorar la precisión del control motor. Mejorando la precisión y la eficacia del movimiento. (54)

-Estimular la neuro plasticidad:

Después de un daño cerebral pueden desarrollarse nuevas combinaciones de conductas; un paciente puede usar diferentes grupos de músculos u otras estrategias cognoscitivas. Las investigaciones en neurobiología en memoria y aprendizaje evidencian que cada nuevo aprendizaje trae consigo una remodelación estructural del sistema nervioso que soporta ese aprendizaje. La IM permite repensar un movimiento ya aprendido, con diferentes enfoques cognitivos. (55)

-Favorecer a las funciones cognitivas relacionadas con el movimiento:

La práctica de la IM principalmente favorece la atención y la memoria, como también puede estimular la motivación y la autoestima. (56)

-Influir en reducir el dolor:

La práctica de la MI se utiliza para aliviar el síndrome de dolor regional complejo de larga duración en la mano. El tratamiento de estos síndromes de dolor crónico debe centrarse en el "entrenamiento del cerebro." Los resultados apuntaron a una reducción significativa y sustancial en dolor relacionado con la intervención y un aumento en la función de la extremidad afectada.(57)

La IM es considerada un ejercicio terapéutico **neuro-cognitivo** que pertenece a las estrategias denominadas **Top – Down**.

En la rehabilitación neurológica existen dos enfoques de trabajo bien diferenciados. Según involucren un procesamiento **Top – Down** (de arriba hacia abajo) o un procesamiento **Bottom – Up** (de abajo hacia arriba).

Las estrategias **Top – Down** tienen como objetivo activar procesos cognitivos (como la intención, la atención y la planificación motora) para influir en el movimiento. Buscan reorganizar el sistema nervioso central a través del entrenamiento mental y la participación del paciente. (58)

Este enfoque incluye las siguientes estrategias:

- 1)Imaginería motora
- 2)Observación de acciones
- 3)Uso de neuro feedback
- 4) Realidad virtual

Las estrategias **Bottom-Up** son adaptaciones de las deficiencias. Parten del estímulo periférico o sensorial, privilegiando la estimulación externa para modular la actividad del sistema nervioso central. Este enfoque incluye las siguientes estrategias:

- 1)Adaptación al prisma.
- 2)Parches oculares.
- 3)Activación de las extremidades.
- 4)Estimulación opto cinética.
- 5)Estimulación magnética transcraneal.
- 6)Realidad virtual.

(59)

La imaginería motora es un enfoque centrado en el paciente en el que el paciente participa activamente a través de la cognición y la imaginación mental.

IV.4.e.2. Limitaciones asociadas a la práctica de la imaginería motora

La principal limitación que se encuentra es en el caso de personas con deterioro cognitivo, ya que la capacidad para realizar IM puede verse afectada en individuos con deterioro cognitivo. (60)

Otro aspecto registrado es la fatiga mental inducida por el uso de sesiones prolongadas de IM. (61)

IV.4.e.3. Campos de relevancia para la práctica de la imaginería motora

-Práctica de imágenes motoras para deportistas:

Entre los atletas, la práctica de imágenes motoras es bastante popular y muestra efectos positivos (Lindsay, Spittle y Larkin, 2019).(62) Los inicios de la aplicación de la práctica de

imágenes motoras en los deportes se pueden ver en el trabajo de Griffith (1931), quien vendó los ojos de los jugadores de golf para aumentar su enfoque en los aspectos del movimiento cinestésico durante la práctica. La ganancia de práctica en estos jugadores fue comparable a la de ver a los jugadores de golf. Sin embargo, cuando en sesiones posteriores se retiró la venda, el grupo de jugadores anteriormente vendados superó a los jugadores del grupo de control. (63)

-Práctica de imágenes motoras en afecciones neurológicas:

En personas que han tenido un ACV, personas con lesión de la médula espinal, personas con enfermedad de Parkinson y personas con dolor persistente. (64)

La mayoría de los estudios sobre la práctica de la IM se han llevado a cabo en el campo de la rehabilitación neurológica, especialmente en la rehabilitación de ACV. Sharma et al. caracterizaron las imágenes motoras como una “puerta trasera” para acceder al sistema motor y a la rehabilitación en todas las etapas de la recuperación del accidente cerebrovascular porque “no depende de funciones residuales, pero aún así incorpora el impulso voluntario.”(65)

-Práctica de imágenes motoras durante la inmovilización:

Intervenciones de imágenes motoras también se han probado en pacientes quirúrgicos, por ejemplo, después de una cirugía de reemplazo de cadera (Marusic et al., 2018), para atenuar los efectos negativos de la inmovilización y la inactividad física. Se cree que la práctica de imágenes motoras es más eficaz para prevenir los cambios de la inmovilización a corto plazo, que se supone que ocurren principalmente a nivel cortical, en lugar de a nivel muscular (Avanzino, Bassolino, Pozzo y Bove, 2011).(66)

-Práctica de imaginación motora para personas mayores:

Las personas con deterioro generalizado de diversas funciones corporales relacionado con la edad también probablemente se benefician enormemente de la práctica de imaginación motora. En estas personas, el riesgo de caídas puede ser bastante alto, incluso en ausencia aparente de enfermedad. Se ha sugerido que la imaginación motora tiene beneficios en las personas mayores (Marusic et al., 2018). En un análisis reciente de metanálisis, Nicholson, Watts, Chani y Keogh (2019) concluyeron que el entrenamiento con imaginación motora podría mejorar significativamente el equilibrio y la movilidad en las personas mayores. (67)

IV.4.e.3. Imaginación motora en la rehabilitación del ACV

La mayoría de los estudios sobre la práctica de la imagen motora se han realizado en el ámbito de la rehabilitación neurológica, especialmente en la rehabilitación del ACV y particularmente en pacientes con hemiparesia o hemiplejía.

En numerosos estudios clínicos, se compararon los efectos de las intervenciones de terapia física, por un lado, con los efectos de un enfoque que combinaba la práctica física y la imagen motora. Estos estudios encontraron consistentemente que las mayores mejoras en el rendimiento motor ocurrieron con intervenciones que combinaban la práctica física y mental, seguidas por la práctica física sola, y luego por la práctica de imagen motora sola, que fue superior a no realizar ninguna práctica. (68)

Los resultados de diferentes estudios determinan que la práctica de programas de rehabilitación, que incluyen el entrenamiento de la IM produce efectos positivos en la recuperación de la funcionalidad de las extremidades tras un 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. (70)

La imaginería motora ayuda en la rehabilitación del ACV (accidente cerebrovascular) porque activa áreas del cerebro relacionadas con el movimiento, sin necesidad de mover físicamente el cuerpo. Esto tiene un gran valor terapéutico, especialmente en personas que han perdido parcial o totalmente la capacidad de moverse. (65)

Los estudios comprobaron que se obtuvieron mejorías estadística mente significativas en la funcionalidad, reaprendizaje de tareas y mostraron mayor facilidad para trasladar dichas habilidades a otras tareas en entornos nuevos.

Sobre el miembro superior se lograron mejoras en términos de fuerza, calidad de gesto y velocidad de ejecución y se mencionan beneficios en cuanto a la calidad y cantidad de movimiento del brazo parético incrementando su funcionalidad y su utilización en las actividades de la vida diaria. (71)

En cuanto a la marcha, es capaz de mejorar los parámetros espacio-temporales, la reducción del tiempo de apoyo bipodal, la longitud del paso, el torque de fuerza de la extensión de cadera, así como en el equilibrio dinámico. Especialmente cuando la IM se combina con técnicas específicas. Estas mejoras influyen positivamente, reduciendo el miedo a caer y consiguiendo una deambulación más temprana. (72)

IV.4.f. Consideraciones prácticas para la práctica de la imaginería motora

-Pacientes excluidos:

La IM presenta algunas limitaciones para su aplicación.

Las enfermedades que afectan funciones cognitivas de orden superior, como ser la memoria, la atención o la comprensión de consignas; pueden provocar deficiencias en la capacidad imaginativa.

En esta clase de pacientes se pueden utilizar los cuestionarios KVIQ de imágenes visuales y cinestésicas para determinar la capacidad imaginativa. (73)

-Entorno de práctica:

Generalmente se utiliza un lugar tranquilo, con pocas distracciones para que favorezca la concentración para la práctica de la IM.

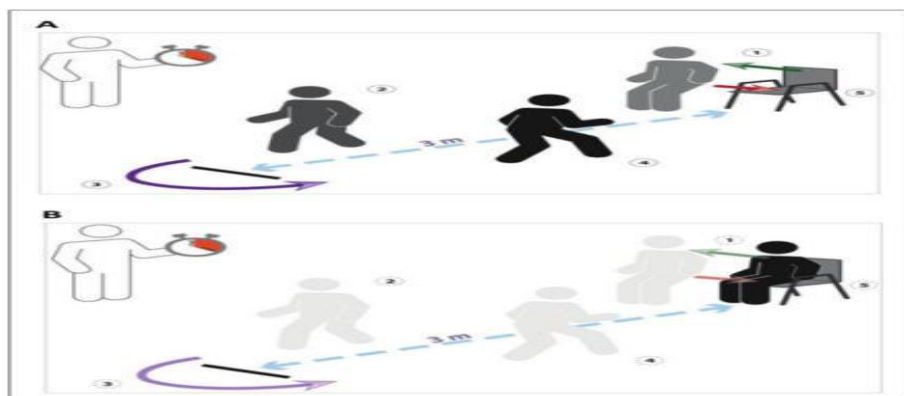
-Modo de instrucción:

Es la manera en que se guía a la persona a reproducir la práctica mental de los movimientos. Puede ser por **Audio**, donde la persona escucha en una grabación lo que tiene que simular, por **Video**, el paciente mira un video de los movimientos a imaginar y luego lo practica, o **Verbalmente**, el profesional indica que movimientos tienen que imaginar, o se invita a que ellos recuerden una secuencia y la ensayen mentalmente. (74)

-Monitoreo de la práctica de imágenes motoras:

Se sugieren diferentes enfoques para monitorear el rendimiento de las imágenes. A nivel conductual, la cronometría mental se puede implementar fácilmente midiendo y comparando la duración de los movimientos ejecutados e imaginados. (75)

Figura 6. Timed Up and Go Test modificado como medida de cronometría mental. Nierat et al. 2016.(75)



A: test convencional. El sujeto realiza el test físicamente y se cronometra el resultado.

B: tarea mental. Inmediatamente después, el sujeto realiza la misma acción mentalmente, y el tiempo es cronometrado.

-Periodo de familiarización:

Se usa en las primeras sesiones para explicar al paciente como realizar la práctica y los diferentes ejercicios a ensayar.

-Duración de la práctica:

Se ha descubierto que las sesiones individuales son las más efectivas con una duración de aproximadamente 15 a 20 minutos (Paravlic et al., 2018; Schuster et al., 2011). Una programación eficaz incluye tres sesiones semanales, de 15 a 20 minutos de duración cada una, con ejecución física integrada cada diez ensayos de imaginación.

-Combinación del entrenamiento de ejecución física y la práctica de imágenes motoras en programas de entrenamiento intercalados:

La imaginación motora debe modelarse estrechamente con la ejecución motora, ya que la ejecución física y el rendimiento imaginado comparten recursos comunes. Una posibilidad para programar los ejercicios es, intercalar una ejecución física cada diez ensayos de imaginación, parece ser una buena orientación para maximizar el rendimiento y ayudar a atenuar los efectos de la fatiga mental. (76)

IV.4.g. Práctica de IM en la rehabilitación de la marcha

En general se observa que los movimientos ensayados con IM en la rehabilitación de la marcha están relacionados con, la movilidad de los MMII, movimientos de tobillo, rodilla, cadera; la marcha con variaciones de la velocidad, sumando tareas extra mientras se camina, acentuando la atención sobre los apoyos del pie durante la marcha; movimientos de sedestación a bipedestación y viceversa.

Esta variedad de movimientos es combinada con la ejecución real de los mismos. Pudiendo variar en el orden de trabajo; como ser, primero la práctica de la IM y luego la acción real o las combinaciones necesarias para cada paciente.

La selección de movimientos a trabajar se centran en mejorar la evaluación de deficiencias específicas de la marcha. Orientando la progresión de ejercicio a la práctica de caminata, adaptada a las necesidades individuales. (77-78-79)

V. Metodología

Para llevar a cabo esta investigación se realizará una revisión bibliográfica, en la que se buscará en las siguientes bases de datos:

Pub-Med, Biblioteca Virtual de Salud (BVS), PDro y la Biblioteca Electrónica de Ciencia y Tecnología de MinCyT.

La búsqueda se realiza con artículos científicos registrados en los últimos 10 años y las palabras claves(MeSH/DeCS) usadas y sus combinaciones son las siguientes:

Cuadro 1. Términos para la búsqueda en base de datos

N°	Término libre	DeCS	MeSH
#1	Accidente cerebrovascular/ Cerebrovascular accident	Accidente cerebrovascular	"Stroke"[Mesh]
#2	Imaginería motora/ Motor imagery	-	-
#3	Rehabilitación/ Rehabilitation	Rehabilitación	"Rehabilitation"[Mesh]
#4	Fisioterapia/Physiotherapy	Modalidades de fisioterapia	"Physical Therapy Modalities"[Mesh]
#5	Marcha/ March	Marcha	"Gait"[Mesh]
#6	Efecto/Effect	-	-
#7	Adulto/Adult	Adulto	"Adult"[Mesh]

Cuadro 2. Combinaciones de términos

	Término	Conector	Término	Conector	Término	Conector	Término
#8	#1	AND	#3	AND	(#2	OR	#4)

#9	#3	AND	#1	AND	#7		
#10	#2	AND	#6	AND	(#3	OR	#4)
#11	#3	AND	#1	AND	#5	AND	#2
#12	#2	AND	#3	AND	#5		

Para la selección de artículos se tomaron en consideración criterios de inclusión y de exclusión; como así también la aplicación de filtros de acuerdo con los objetivos planteados en el trabajo

V.1. Criterios de inclusión

- Estudios que hayan analizado o comparado la eficacia de aplicar la imaginería motora en la rehabilitación de la marcha en pacientes con ACV.
- Pacientes con ACV subagudo o crónico.
- Ensayo Controlado Aleatorio o estudio piloto.
- Estudios publicados entre los años 2014 y 2024
- Estudios en inglés o en español

V.2. Criterios de exclusión

- Estudios que no hayan analizado o comparado la eficacia de aplicar la imaginería motora en la rehabilitación de la marcha en pacientes con ACV.
- Revisiones sistémicas o metaanálisis
- Publicaciones anteriores al 2014
- Revisiones Sistemáticas y metaanálisis
- Estudios publicados antes del año 2014

V.3. Filtros

- Periodo de publicación: 2014-2025
- Idiomas: inglés o español

VI. Contexto de análisis

A continuación, se presenta un resumen de los artículos seleccionados que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión establecidos en esta tesina. Se hace hincapié en el objetivo de cada investigación, las intervenciones realizadas y sus características, las mediciones llevadas a cabo y los resultados obtenidos. Se incluyeron un total de 9 artículos científicos:

VI.1. Análisis de artículos

"Efectos de la imaginería motora guiada sobre la marcha funcional. Rendimiento en pacientes que han sufrido un Ictus"

(The Effect of Guided Motor Imagery on Functional Gait Performance in Post Stroke Patients)

Autor: Juli Dave

El siguiente estudio investigo los efectos del uso de la IM guiada como complemento en la rehabilitación de la marcha funcional comparada con la rehabilitación convencional en pacientes con ACV.

Participaron 82 pacientes que sufrieron un ACV, tanto isquémico como hemorrágico, divididos en dos grupos; un grupo Control que recibió un entrenamiento convencional para la marcha por 30' y un grupo experimental que recibió una combinación del entrenamiento para la marcha por 20', más 10' de entrenamiento con IM; donde lo primero que practicaron fue la IM, seguido del entrenamiento para la marcha. La frecuencia fue de 3 veces por semana durante 4 semanas.

Para la práctica de la IM los participantes la realizaron en una habitación aislada y tranquila, mediante en condiciones cómodas, sentados en un asiento cómodo con apoyo brazos y respaldo. Se facilitó una grabación de audio realizada por un fisioterapeuta para guiar los ejercicios de imaginería orientados a la marcha. Antes de los 10 minutos de intervención, se guió a los participantes hasta un estado de relajación mediante respiración profunda durante 2 minutos.

El entrenamiento para la marcha siguió el protocolo convencional de rehabilitación para las extremidades inferiores, que incluía:

- Estiramiento
- Fortalecimiento
- Actividades con pesas
- Entrenamiento de equilibrio

Las evaluaciones se realizaron antes de iniciar la evaluación y luego de finalizar.

Los valores que se midieron se basaron en la prueba de marcha funcional, la cual mide el equilibrio postural en la marcha durante la realización de diversas tareas; y en la prueba de los 10Mts, que principalmente mide la velocidad de la marcha.

De los resultados obtenidos se puede concluir que la IM guiada mejora el desempeño funcional de la marcha en pacientes que han sufrido un ACV en comparación con el tratamiento convencional solo

“Entrenamiento de imágenes motoras en el músculo Fuerza y rendimiento de la marcha en sujetos ambulantes con accidente cerebrovascular (A) Ensayo clínico aleatorizado”
(“Motor Imagery Training on Muscle Strength and Gait Performance in Ambulant Stroke Subjects-A Randomized Clinical Trial”)

Autores: Vijaya K. Kumar; M, Chakrapa; Rakshith Kedamba

En este ensayo aleatorizado se buscó evaluar los efectos combinados de la IM con la práctica física, sobre la fuerza muscular del miembro inferior parético y sobre el rendimiento de la marcha en sujetos ambulatorios con ACV mayor a 3 meses.

En el estudio se incluyeron 40 personas a las que se les asignó aleatoriamente en un grupo experimental (n=20) o el grupo de control (n=20) mediante aleatorización en bloques (4 bloques con 10 sujetos en cada bloque).

Los sujetos de ambos grupos se sometieron a un entrenamiento orientado a tareas para las extremidades inferiores durante 45-60 minutos, 4 días a la semana durante 3 semanas. Además, el grupo experimental recibió 30 minutos de tareas de movilidad de las extremidades inferiores basadas en audio para la práctica de IM.

El programa de entrenamiento específico orientado a la tarea se enfocó en mejorar el desempeño y la resistencia de tareas funcionales que involucran las extremidades inferiores, como sentarse y levantarse, alcanzar objetos sentados y de pie, marchar, caminar, girar y transferencias.

El programa de ejercicios de práctica mental inicio con un período de familiarización y fue seguido por entrenamiento de tareas de extremidades inferiores para las siguientes 2 semanas. En la fase de familiarización, se explica a los sujetos los pensamientos de acción básicos o las representaciones motoras de movimientos complejos (por ejemplo, beber una taza de té). Para mejorar la capacidad de visualización, se imparten instrucciones verbales y explicaciones de los componentes de la tarea de extremidades inferiores que se practicaron en la práctica física, mediante una cinta de audio pregrabada con una duración total de 15 minutos. La intervención grabada consiste en 2 minutos de relajación seguidos de 12 minutos de imágenes visuales cognitivas relacionadas con las características de la tarea de las extremidades inferiores (p. ej., imagínese en un lugar cálido y relajante, doblando la rodilla y sintiendo la tensión en los músculos). A continuación, se enseñó a los sujetos a visualizarse a sí mismos realizando la tarea requerida y también a experimentar sensaciones cinestésicas relacionadas con la tarea. A esto le siguió una reorientación de la atención hacia el entorno inmediato y la posición corporal real.

Los valores que se evaluaron fueron la fuerza muscular de la pierna parética mediante el uso de un dinamómetro de mano y la velocidad de la marcha con la prueba de los 10Mts.

El procedimiento para evaluar la fuerza muscular consistió en la medición de la fuerza isométrica máxima en seis grupos musculares principales de las extremidades inferiores bilaterales utilizando un dinamómetro de mano. Todas las pruebas fueron pruebas de "realización" donde el examinador sostuvo el dinamómetro estacionario mientras el sujeto ejerce una fuerza máxima contra él. Las posiciones de prueba se estandarizaron y se evaluaron los siguientes seis grupos musculares: flexores y extensores de cadera, flexores y extensores de rodilla, flexores dorsales de tobillo y flexores plantares. Los sujetos fueron entrenados para una prueba de práctica seguida de tres pruebas de prueba para cada seis grupos musculares. Cada prueba de prueba duró aproximadamente 5 segundos para permitir que el sujeto generara el máximo esfuerzo voluntario. Se siguió un descanso de 30 segundos después de cada prueba. Se tomó el promedio de tres pruebas y se registró la fuerza muscular en Newton (N) para los seis grupos musculares.

Para la velocidad de marcha se les pidió a los sujetos que caminaran a su velocidad normal. Se realizó una marcha a un ritmo cómodo a lo largo de una distancia determinada claramente marcada en el suelo (10 m) y se realizó un promedio de 3 ensayos. Los sujetos descansaron un minuto entre cada ensayo y se calculó su velocidad de marcha dividiendo la distancia recorrida por el tiempo de duración.

En referencia a los resultados del estudio se observó una mejora significativa en todas las medidas de resultado en ambos grupos después de 3 semanas. En el análisis entre grupos, el grupo experimental mostró una mejora significativa en la fuerza de los músculos paréticos de la cadera (tanto flexores como extensores), los extensores de la rodilla y los dorsiflexores del tobillo y también en la velocidad de la marcha en comparación con el grupo de control.

"Imágenes motoras en la rehabilitación de la marcha y el equilibrio en hemiparesia post accidente cerebrovascular"

("Motor imagery in gait and balance rehabilitation for post stroke hemiparesis")

Autor: Aparna Gupta

En el siguiente estudio realizado en 2017, examinó la efectividad relativa de la kinesioterapia sola versus la kinesioterapia más el entrenamiento de la IM en personas con hemiparesia para mejorar su marcha y su potencial de equilibrio.

Se seleccionaron 30 pacientes hospitalizados con ACV y se asignaron en dos grupos, de 15 cada uno, según la aleatorización de bloques permutados.

El estudio incorporó un protocolo de 3 semanas para ambos grupos en conjunto. Cada semana se les daba tratamiento durante 4 días. Se les presentaban cinco tareas diferentes cada semana. Estas actividades progresaban según su nivel de dificultad cada semana. Cada semana se mostró un video al grupo experimental, para imaginar y sentir los movimientos normales de la extremidad parética.

Las 5 actividades para cada semana incluían los siguientes ejercicios:

Primera semana:

- Sentarse en la mesa y alcanzar en diferentes direcciones objetos ubicados más allá del largo del brazo para promover la carga de la pierna afectada y la activación de los músculos de la pierna afectada.
- Levantamientos de silla: levantarse repetidamente desde una posición sentada, progresando desde usar los brazos a no usarlos y desde una superficie alta a una más baja.
- Elevaciones de los dedos del pie: levantamientos repetidos sobre los dedos del pie, progresando desde apoyo de la extremidad superior a ningún apoyo y desde elevaciones bilaterales a elevaciones unilaterales solo en la extremidad inferior afectada.

El talón se eleva al estar de pie para fortalecer la zona exorbitante plantar afectada. musculatura.

Levantarse de la silla, caminar una distancia corta y regresar a la silla para promover una transición suave entre las dos tareas.

Segunda semana:

-De pie con base de sustentación restringida, con los pies en paralelo y en tándem, alcanzando objetos, incluso hasta el suelo, para mejorar el equilibrio de pie.

-Sentadillas parciales: se progresa aumentando la magnitud del movimiento.

-Ejercicios de pared: repeticiones de pararse desde una pared y caer hacia atrás con el tronco recto hasta contactar la pared con la parte superior de la espalda y rebotar nuevamente en posición vertical, progresando a mayores distancias desde la pared.

-De pie sobre el disco de equilibrio.

-Paradas y giros repentinos durante la marcha.

Tercera semana:

-Subidas de escalones: pasos repetidos hacia delante y hacia los lados sobre un escalón: hacia arriba con la pierna afectada y hacia abajo con la pierna no afectada, progresando a un escalón más alto y disminuyendo el apoyo de la extremidad superior.

-Patear una pelota con cualquier pie.

-Marcha: Marcha repetida en el mismo lugar, progresando desde arriba apoyo de extremidades a ningún apoyo.

-De pie unilateralmente con flexión de rodilla de 90 grados con ambas extremidades inferiores una después de la otra.

-Caminar por las escaleras brindará la oportunidad de practicar caminando en condiciones variables.

El entrenamiento con IM para el grupo experimental se realizó de la siguiente manera:

A cada paciente se le mostró un vídeo que incluía movimientos normales de las cinco tareas seleccionadas para la semana, en el que cada tarea se repetía tres veces. Después de ver el vídeo, el paciente realizó cada actividad físicamente durante diez repeticiones. Se pidió a los sujetos que cerraran los ojos e imaginaran que estaban realizando la tarea practicada físicamente, ¡similar a la que se muestra en el video; se instó a los sujetos a imaginarse a sí mismos desde una perspectiva en primera persona, a sentir su tronco, piernas, manos y pies para concentrarse en sus movimientos. La secuencia de la tarea se explicó verbalmente al paciente para recordar mejor las sensaciones en los músculos durante los movimientos. Durante todo el programa de ejercicios, la atención del sujeto se centró en la posición y el movimiento de su cuerpo, en las entradas propioceptivas que provenían de los músculos de las piernas (cuádriceps y aductores) y en las sensaciones táctiles del contacto del pie con el

suelo. A continuación, se le pidió al paciente que narrara la secuencia de tareas, ensayadas mentalmente, por el paciente. Se siguieron los mismos pasos para las cuatro tareas restantes. Al final, se pidió a los sujetos que se relajaran.

Para las variables de resultado se utilizaron escalas:

Evaluación de movilidad orientada al rendimiento de Tinetti (pruebas de equilibrio y marcha)

Prueba de caminata de 10 metros

KVIQ: para evaluar la intensidad de las imágenes, se utilizó un cuestionario de imágenes cinestésicas y visuales.

Los resultados sugieren que, en el grupo experimental, surgió una diferencia significativa en la velocidad de marcha y el equilibrio después de la intervención. La mejora fue mayor en la segunda y tercera semanas de intervención en comparación con la primera semana. Las observaciones de la marcha también mostraron mejoras significativas dentro del grupo experimental. En la marcha temprana los resultados de la intervención fueron más significativos, es decir, después de la primera semana del programa de ejercicios. Sin embargo, después de la segunda y tercera semanas, la mejora observada en la marcha no fue estadísticamente significativa. El equilibrio mostró una mejora estadísticamente significativa después de cada semana de régimen de ejercicios.

De manera similar, dentro del grupo control, la velocidad de la marcha, el equilibrio y la marcha mostraron mejoras significativas.

En cuanto a la comparación de los resultados entre los grupos, relacionado a la velocidad de la marcha hay una diferencia significativa entre ambos a favor del grupo experimental. Asimismo, el análisis entre grupos de las puntuaciones de marcha de TPOMA, no muestra ninguna diferencia estadísticamente significativa, por lo que no podemos suponer ningún efecto positivo de la IM en el potencial de marcha de los pacientes con ACV.

De esta manera se llega a la conclusión que la imaginería motora facilita una recuperación más rápida y complementa la fisioterapia convencional. Ha demostrado ser beneficiosa para mejorar las capacidades locomotoras de los pacientes con ACV. El equilibrio y la velocidad de la marcha han mostrado una mejora estadísticamente significativa, gracias a la imaginería motora junto con los ejercicios convencionales. La marcha no mostró una mejora estadísticamente significativa, a pesar de que las puntuaciones fueron más altas para el grupo MI + fisioterapia que para el grupo fisioterapia sola.

"Práctica grupal de imágenes motoras para la rehabilitación de la marcha en personas con hemiparesia posterior a un accidente cerebrovascular: un estudio piloto"

("Motor imagery group practice for gait rehabilitation in individuals with post-stroke hemiparesis: A pilot study")

Autores: Ruth Dicksteina, , Sandra Levyb, Sara Shefia, Sarit Holtzman, Sara Pelegc y JeanJacques

El estudio se realizó en 2014 con 20 personas que sufrían hemiparesia consecuencia de un ACV, los cuales asistían a dos centros de rehabilitación para prevenir el deterioro físico. Tuvo como finalidad evaluar el uso de la práctica de imágenes motoras para actividades de marcha con el fin de mejorar la marcha.

Se aplicó un diseño cruzado completo de 10 semanas de duración con 2 sesiones grupales por semana.

Las primeras cinco semanas, cinco sujetos de cada centro fueron asignados a la intervención experimental, que consistía en la práctica de imágenes motoras de actividades de marcha con el fin de mejorar la marcha. Los otros sujetos fueron asignados a la intervención de control, que comprendía la práctica de imágenes motoras de movimientos para la extremidad superior afectada. El tratamiento de control se aplicó con el fin de mantener la motivación de los sujetos y así evitar el abandono del curso.

Luego los sujetos que inicialmente habían recibido el tratamiento de control "cruzaron" al tratamiento experimental, mientras que aquellos que inicialmente habían recibido el tratamiento experimental fueron asignados al tratamiento de control. Por lo tanto, al final del estudio, cada sujeto había recibido ambas intervenciones.

Además de las sesiones grupales se indicaba a los participantes que practicaran los ejercicios en sus casas.

La estructura de cada reunión grupal consistió en los siguientes cinco pasos:

- 1) Conversación breve entre los sujetos y el instructor, en la que el instructor proporciona retroalimentación sobre los comentarios de los sujetos sobre los ejercicios en casa y sus sentimientos;
- 2) Explicación y demostración de la tarea de la semana;
- 3) Fase de relajación (2 minutos) ;
- 4) Práctica de imágenes motoras (10 minutos, ver detalles)
- 5) Reenfocarse en el medio ambiente (2 minutos).

El protocolo utilizado en el grupo experimental tuvo foco en mejorar la fuerza de empuje y en alargar el tiempo de apoyo en la extremidad involucrada.

Durante la práctica de imágenes kinestésicas, se pidió a los sujetos que sintieran las partes de su cuerpo, concentrándose en el movimiento de la(s) articulación(es) de la extremidad afectada durante la tarea practicada. Se introdujeron repeticiones, junto con el refuerzo de las sensaciones asociadas con la realización de la imagería.

A todos los sujetos se les pidió que practicaran la “actividad de la semana” en casa durante cinco minutos dos veces al día y que anotaran cada sesión de práctica en un registro.

La intervención del grupo experimental consistió en los siguientes ejercicios:

Semana 1-Descripción de la sala y de la propia marcha en la sala, “sintiendo” el pie en el suelo sólido, la fuerza del impulso y el balanceo posterior. Comprobación de la participación: el instructor cuenta 5 pasos, pide a los sujetos que sigan contando en silencio durante la marcha y que levanten la mano al terminar. Refuerzo: el instructor enfatiza los sentimientos de confianza y comodidad.

Semana 2-Descripción de la propia habitación, de un timbre en la puerta; “percibiendo” ponerse de pie y caminar hacia la puerta, concentrándose en empujar el piso con cada pierna; abrir la puerta es recompensado por el invitado. El ejercicio se repite a un ritmo más rápido, con empujones más fuertes y sensaciones de dar pasos "grandes".

Semana 3-Descripción de la cocina y del camino hasta el refrigerador; Resto del ejercicio, como en la semana 2.

Semana 4 -Descripción del entorno del barrio al aire libre. Sensación de propia presencia caminando por un sendero conocido. Concéntrase en sentir el impulso desde el suelo y en el avance alternado de la pierna parética y la no parética. Comprobación de la participación: establezca la cadencia con un metrónomo a 45 pasos/min, luego apague el metrónomo y pida a los sujetos que procedan al mismo ritmo y levanten la mano después de 5 pasos adicionales. Refuerzo: enfatizando los sentimientos de seguridad y confianza en sí mismos al caminar.

Semana 5-Descripción del entorno de la playa; sensaciones de la propia playa Caminar; concentrarse en empujarse del suelo duro de la playa; sentir un único apoyo sin desplomarse sobre la pierna afectada; practicar más la caminata con imágenes simétricas. Repetir a un ritmo mayor.

Las mediciones realizadas para evaluar los resultados se basaron en las siguientes pruebas, Prueba de marcha los 10m, Medición de la fuerza vertical en MMII, prueba de Tinetti.

El análisis de los datos recopilados tanto comparando dentro del tratamiento (antes y después) y entre tratamientos (experimental y control) no indicaron cambios significativos en ninguna variable de la marcha. Sin embargo, los informes verbales de la mayoría de los

participantes aludieron a satisfacción con la intervención experimental y a un aumento de la confianza en sí mismos.

"Estudio de eficacia para mejorar el equilibrio y la marcha en pacientes con accidente cerebrovascular subagudo mediante entrenamiento del equilibrio con imágenes motoras adicionales: un estudio piloto"

(An efficacy study on improving balance and gait in subacute stroke patients by balance training with additional motor imagery: a pilot study)

Autor: Young-HYeon Bae, YoungJun Ko, MSc, HYungeun Ha, Msc, So Yeon aHn, WanHee Lee, SuK Min Lee.

Este estudio clínico aleatorizado tuvo como objetivo confirmar el efecto entrenamiento convencional del equilibrio junto con el uso imágenes motoras adicionales, en el equilibrio y la mejora de la marcha en pacientes con ACV subagudo.

Para el estudio participaron 20 personas con ACV los cuales se dividieron en un grupo experimental y en un grupo control. La intervención se realizó durante un periodo de 4 semanas con tres sesiones por seman.

El grupo experimental recibió entrenamiento de equilibrio durante 20 minutos al día con imágenes mentales adicionales durante 10 minutos al día. El grupo de control recibió el mismo entrenamiento de equilibrio durante 30 minutos al día.

Antes y después de las 12 sesiones, el investigador y un fisioterapeuta evaluaron el equilibrio y la capacidad de marcha.

El entrenamiento de equilibrio consistió en cuatro prácticas durante 20 minutos, como se detalla a continuación:

- 1-De pie sobre una plataforma de equilibrio inestable y luego implementando una flexión y extensión de la cabeza y una rotación hacia la izquierda y la derecha.
- 2-Cambiar el peso de izquierda a derecha mientras está de pie sobre un suelo plano. (
- 3-De pie sobre una pierna durante 5 segundos
- 4-Caminar en línea recta.

Después de la sesión de entrenamiento del equilibrio, se aplicó IM en los sujetos del grupo experimental en una habitación aislada y tranquila. La IM fue grabada por un fisioterapeuta. El programa de IM se componía de un entrenamiento del equilibrio guiado. Los participantes realizaron la IM mientras se encontraban en una condición cómoda, sentados en un asiento

cómodo, con apoyabrazos y respaldo. Antes de la IM de 10 minutos, los participantes fueron guiados a un estado de relajación mediante respiración profunda durante 2 minutos. Antes y después del entrenamiento, se evaluó la capacidad de equilibrio utilizando la Escala de equilibrio de Berg (BBS), la prueba Timed Up and Go (TUG) es una prueba clínica de tareas dinámicas de equilibrio en bipedestación y la prueba de los cuatro pasos cuadrados (FSST) es una prueba clínica de equilibrio dinámico en posición vertical que mide el tiempo que se tarda en pasar por encima de cuatro bastones colocados en forma de cruz en el suelo mediante una secuencia de movimientos establecida.

Después de completar la intervención de 4 semanas, las puntuaciones de BBS, TUG y FSST aumentaron significativamente en el grupo MI. En el grupo de control, las puntuaciones de BBS y FRT mostraron una mejora significativa. Los cambios en las puntuaciones de TUG, FRT y FSST después de la intervención fueron significativamente mayores en el grupo MI que en el grupo de control.

“Un ensayo controlado aleatorio simple ciego de ocho semanas sobre entrenamiento de equilibrio de doble tarea y práctica de imágenes motoras en sobrevivientes de un accidente cerebrovascular isquémico”

(An eight-week single-blind randomised controlled trial on dual task balance training and motor imagery practice in ischaemic stroke survivors)

Autores: Maria Zafar, Misbah Ghous, Saira Jahan

El propósito de este estudio fue encontrar los efectos de la imaginería motora en el equilibrio y la movilidad de pacientes con accidente cerebrovascular, para cual se utilizó la Prueba de alcance funcional (FRT), la Prueba de tiempo de levantarse y avanzar (TUGT), la Escala de equilibrio de Berg (BBS) y el Cuestionario de imágenes de movimiento (MIQ) como herramientas de evaluación.

El equilibrio fue evaluado a través del Functional Reach Test (FRT) y Berg Balance Scale (BBG), para la movilidad y la marcha se utilizó el Time Up and Go Test (TUGT) y para la imaginería motora se utilizó el Movement Imagery Questionnaire (MIQ).

Para realizar el estudio se incluyó un total de 30 pacientes los cuales fueron asignados a dos grupos, se asignó 15 al grupo experimental y 15 al grupo control.

En el grupo experimental se diseñó un entrenamiento de doble tarea por 28' junto con la práctica de IM. En el grupo de control, se administró la misma intervención, excepto la práctica de IM

Ambos recibieron sesiones 4 veces por semana durante 8 semanas.

El entrenamiento de doble tarea implicó:

7 ejercicios en 4' cada uno (=28')

1-30 veces pararse y sentarse

2-Pararse sobre una plataforma inestable y mover la cabeza para todos lados.

3-Caminar hacia adelante y atrás contando.

4-Caminar de lado a lado atrapando y lanzando una pelota.

5-Mientras estaba de pie se le indico al paciente que llevara su peso a una pierna y luego a la otra.

6-Caminata en tandem hacia atrás contando.

7-De pie sobre una pierna sosteniendo una bandeja.

El entrenamiento con IM se basó en un protocolo de 5 etapas orientados al equilibrio y la marcha.

1-Etapa de relajación: se guio a los participantes a que se relajaran y respiraran profundamente durante 2'.

2-Etapa imágenes externas: los pacientes vieron un video para analizar sus propios movimientos.

3-Etapa de identificación del problema: los pacientes reconocen el error que cometieron al realizar el movimiento y lo compararon con un video de referencia.

4-Etapa de imaginaria interna: los pacientes se imaginan realizando los movimientos y ven un video.

5-Etapa de ensayo mental: se les pidió a los participantes que volvieran a realizar mentalmente el paso de la etapa de imágenes externas a la etapa de identificación de problemas de la convención de las 5 etapas.

Los resultados evaluados luego de las 8 semanas de entrenamiento determino que la puntuación media para ambos grupos aumentó al final de la intervención. Los resultados informaron una mejora estadísticamente significativa después del tratamiento en ambos grupos e incluso mejores resultados cuando se relacionaron con el entrenamiento de imágenes motoras.

"Eficacia combinada de la terapia de espejo e imágenes motoras sobre la marcha en pacientes con accidente cerebrovascular"

(Combined Effectiveness of Mirror Therapy and Motor Imagery on Gait in Stroke Patients)

Autores: Nueva Hatwar, Suchetha, Dhanesh Kumar

En este estudio se comparó el efecto sobre la marcha de la aplicación de imaginería motora y rehabilitación convencional, contra la aplicación de la terapia de espejo de miembros inferiores, imaginería motora y rehabilitación convencional

Para el estudio se reunieron un total de 38 pacientes que habían sufrido un ACV hace menos de 6 meses. Los participantes se dividieron en dos grupos. El grupo A recibió 15 minutos de terapia de espejo, 15 minutos de imágenes motoras y 30 minutos de tratamiento convencional, mientras que el grupo B recibió 15 minutos de imágenes motoras y 45 minutos de tratamiento convencional. Las intervenciones se realizaron durante 2 semanas (5 días a la semana). Se tomaron los valores de la evaluación de Fugl Meyer de las extremidades inferiores (FMALE) y del índice de marcha dinámica (DGI) al inicio y después de 2 semanas de intervención

Cada intervención se desarrolló de la siguiente manera:

-Terapia del espejo: se le pidió al paciente que se sentara y se le colocó un espejo entre las piernas de tal manera que la pierna parética estuviera del lado no reflectante del espejo mientras que la extremidad no parética estaba de frente al lado reflectante del espejo. Se le pidió al paciente que realizara los siguientes ejercicios usando la pierna no parética (Figuras 2 y 3): • Flexión de cadera • flexión de rodilla • flexión del tobillo • Extensión de rodilla con dorsiflexión de tobillo. • Flexión completa de rodilla. Se prestó más atención a los componentes de la marcha que faltaban.

-Terapia de imágenes motoras: se hizo que el paciente se sentara en una silla con los ojos cerrados en una habitación tranquila. Luego se le pidió que escuchara guiones de imágenes motoras a través de auriculares. Se le pidió a los pacientes que imaginaran todos los movimientos específicos de la marcha de las extremidades inferiores. Los guiones se grabaron en los idiomas locales.

-Tratamiento convencional: según los requisitos del paciente, que incluyó estiramientos, ejercicios de rango de movimiento activo y pasivo, ejercicios de carga de peso, equilibrio y coordinación.

Cuando se compararon los resultados de ambos grupos entre sí, no hubo diferencias estadísticamente significativas. Pero al comparar la diferencia de medias de ambos grupos, la imaginería motora combinada con la terapia de espejo fue superior a la imaginería motora sola.

La evaluación de los resultados determinó que la imaginería motora combinada con la terapia de espejo mejoró la marcha y la función de las extremidades inferiores en pacientes con ACV. Además, la imaginería motora por sí sola mejoró la marcha y la función de las extremidades inferiores en pacientes que habían sufrido un ACV. Por lo tanto, se puede inferir que la

combinación de la terapia de espejo con imágenes motoras es igualmente efectiva que las imágenes motoras solas para mejorar la marcha y la función en pacientes con ACV.

"Influencia del entrenamiento en imágenes motoras en la rehabilitación de la marcha en el accidente cerebrovascular subagudo: Un ensayo controlado aleatorizado"

"Influence of motor imagery training on gait rehabilitation in sub-acute stroke: A randomized control trial"

Autores: Dr. Kristine M; Dr. Anne Oomen¹; Guy Vanderstraeten, MD

El siguiente estudio analizó los efectos del uso de la IM con ejercicios convencionales sobre la rehabilitación de la marcha en pacientes con ACV y lo comparó con un tratamiento que utiliza los mismos ejercicios convencionales, pero en vez de usar la IM utiliza ejercicios de relajación.

Además, se evaluó la capacidad de los pacientes para realizar la IM, con el fin de estudiar si hay relación entre la capacidad de reproducir la IM y los efectos de su uso en la recuperación.

Para este ensayo se reclutaron 44 pacientes. Veintiuno fueron colocados en el grupo de imágenes motoras. (MIT) y 23 en el grupo de relajación muscular (MR).

Todos los pacientes (MIT y MR) recibieron un programa de rehabilitación estándar, que consistió en 2 horas de fisioterapia y 1 hora de terapia ocupacional al día, 5 días a la semana. La fisioterapia se basó en el concepto Bobhat utilizando técnicas de facilitación y orientación. La fisioterapia y la terapia ocupacional adicionales consistieron en entrenamiento funcional específico de la tarea, incluida la práctica de transferencia y equilibrio, y la caminata incorporada en diferentes actividades diarias.

La aplicación de la IM se basó en sesiones diarias de tratamiento de práctica mental de 30 minutos. Cada sesión se llevó a cabo individualmente en una habitación tranquila del hospital por 2 terapeutas experimentados. Cada sesión comenzó con 2 minutos de relajación antes de la sesión de imagen. Durante la práctica de imágenes motoras, los participantes se sentaron en una silla (con ruedas) y se les indicó que mantuvieran los ojos cerrados. La práctica se realizó desde una perspectiva interna con un modo visual ("visualizarse" realizando la tarea) y kinestésico ("sentir" la experiencia de realizar la tarea), con énfasis en este último. Durante la primera semana, los participantes del IM se familiarizaron con la técnica de IM, en la que el terapeuta daba señales visuales, auditivas y sensoriales a cada paciente, centrándose en la imagen de situaciones ambientales bien conocidas por el paciente. Durante la segunda semana, el entrenamiento de IM se centró en los problemas de marcha de cada paciente, como el aterrizaje del antepié, la ausencia de respuesta de carga

de la rodilla, la hiperextensión de la rodilla en la postura y la rigidez de la marcha de la rodilla. Los movimientos específicos de la marcha de las extremidades inferiores (flexión/extensión de cadera, flexión/extensión de rodilla, flexión/extensión de tobillo) se guiaron por el análisis individual de la marcha.

Durante la tercera y cuarta semana, se ensayó la simetría y la velocidad de la marcha utilizando diferentes tareas de marcha (imágenes motoras), centrándose en la integración de los componentes practicados previamente en el ciclo de la marcha. Se pidió a los participantes que prestaran especial atención a la longitud del paso y a la velocidad al caminar. Se utilizaron señales auditivas para guiar la velocidad al caminar. Durante las últimas 2 semanas de práctica, los ejercicios de marcha se incorporaron a las actividades de la vida diaria. Se instruyó a los pacientes para que "vieran" y "sintieran" a sí mismos caminando en diferentes situaciones y entornos y en diferentes terrenos. A lo largo de las sesiones de IM, a los pacientes se les hicieron preguntas abiertas sobre el contenido de las sensaciones de las imágenes motoras con el fin de verificar su implicación en la práctica mental. Su retroalimentación fue utilizada por el terapeuta para optimizar las instrucciones adicionales con respecto al ejercicio de movimiento y las percepciones sensoriales asociadas.

Los ejercicios de relajación muscular se aplicaron en sesiones individuales diarias de 30 minutos. La relajación siguió los principios de la relajación muscular progresiva según Jacobson. El principio básico de esta técnica es comenzar instruyendo a los participantes para que tensen físicamente grupos musculares particulares en un orden determinado y luego se relajen y suelten la contracción muscular. Durante la misma sesión, se pidió a los sujetos que se concentraran en el uso de la respiración diafragmática para ayudar a la relajación. También se evaluó la capacidad de visualización motora del grupo de control sano para proporcionar datos de referencia emparejados por edad.

Para evaluar los resultados del entrenamiento se usó la prueba de marcha de 10m, la escala de valoración de Fugl-Meyer para extremidades inferiores (FM-LE), el cuestionario de imágenes de movimiento (para evaluar la capacidad de imágenes motoras) y Prueba de trayectoria de marcha (relaciona el tiempo que lleva realizar un trayecto caminando, tanto con Imaginándola como realizándola realmente).

El estudio no encontramos correlación entre la capacidad de imaginación motora y nuestra medida de resultado de mejora de la velocidad de la marcha después del entrenamiento de imaginación motora.

En cuanto a la velocidad de la marcha el grupo IM, a pesar de tener velocidades de marcha iniciales más bajas, mejoró más que la del grupo MR a las 6 semanas.

Mediante la evaluación de FuglMeyer no se encontró ningún efecto significativo para la recuperación motora. En el presente estudio, ambos grupos mejoraron, apoyados por un programa de rehabilitación intensiva, por lo que quizás el contraste entre los 2 protocolos

experimentales no fue lo suficientemente grande como para detectar un posible efecto de recuperación motora.

“Un ensayo controlado aleatorio de imágenes motoras combinadas con terapia de clase de circuito progresivo estructurado sobre la marcha en sobrevivientes de un accidente cerebrovascular”

(“A randomized controlled trial of motor imagery combined with structured progressive circuit class therapy on gait in stroke survivors”)

Autores: Sunee Bovonsunthonchai, Jarugool tretriluxana, Nilar Aung, Vimonwan Hiengkaew

Este estudio buscó investigar el efecto de las técnicas combinadas de IM junto con un entrenamiento en circuitos progresivo estructurado (SPCCT) sobre la marcha y la fuerza muscular de las extremidades inferiores comparándolo con un entrenamiento de educación para la salud (HE) junto con el mismo entrenamiento con circuitos progresivos estructurados (SPCCT) para supervivientes de un accidente cerebrovascular.

Se reclutaron 40 paciente que habían sufrido un ACV dentro de 3 a 12 meses.

Se dividieron en dos grupos de 20 personas cada una. Ambos grupos recibieron el mismo protocolo de SPCCT. El grupo experimental tuvo 25 minutos de entrenamiento de IM precedidos por 65 minutos de SPCCT, mientras que el grupo de control tuvo 25 minutos de HE seguidos por 65 minutos de SPCCT, y ambos grupos recibieron el mismo tiempo total de intervención de 90 minutos. Ambos grupos practicaron 3 veces por semana durante 4 semanas.

El entrenamiento en IM se basó 4 fases:

Fase1: Relajación 3´

Fase 2: Practica de 4 tereas con imageria visual 8.5´

Descansar

Fase 3: Práctica de 4 tareas con imageria cinestésicas 8.5´

Fase 4: Reorientación 4´

4 tareas ensayadas con IM:

1. Dar un paso adelante y atrás sobre un bloque
2. Levantarse de una silla, caminar una distancia corta (3 m) y regresar a la silla.
3. Caminar simétricamente
4. Caminar a gran velocidad

Antes de comenzar la práctica de MI, los participantes se familiarizaron con las tareas. La práctica de MI se realizó en posición sentada con los ojos cerrados en la perspectiva de

primera persona. Para la imaginería visual, para visualizar sus movimientos realizados desde el interior de su cuerpo, como si estuvieran mirando sus propios ojos mientras realizan los movimientos. Para la imaginería cinestésica, para percibir sus sensaciones corporales de los movimientos sin ningún movimiento. Durante el entrenamiento de MI, se pidió a los participantes que llevaran un registro del número de repeticiones imaginadas con sus dedos. Luego, las tareas progresaron aumentando la velocidad, cuyo ritmo se controló.

El entrenamiento de circuito progresivo estructurado (SPCCT) se desarrolló con base en el concepto de entrenamiento orientado a tareas.

Se realizó la siguiente secuencia:

1. Dar un paso adelante y atrás sobre un bloque
2. Pisar lateralmente un bloque
3. Elevación de talones en posición de pie para fortalecer los músculos flexores plantares afectados.
4. De pie con una base reducida y alcance para alcanzar un objeto.
5. Levantarse de una silla, caminar una distancia corta y regresar a la silla.
6. Caminata simétrica.
7. Caminar a gran velocidad

En cuanto a la educación para la salud es uno de los elementos cruciales en el manejo del ACV. . Esto proporciona conocimiento sobre la enfermedad y otra información necesaria para los pacientes y los cuidadores, y ayuda a informar a los pacientes sobre cómo cuidarse a sí mismos, así como a prevenir la recurrencia.

Se llevo a cabo mediante un programa educativo incluyó 12 minutos de explicación de la salud y 13 minutos de discusión sobre la base de los problemas del paciente. Hubo 6 temas de educación superior, compuestos por alteraciones después de un accidente cerebrovascular, complicaciones, cambio emocional, cómo vivir en casa, presión arterial alta, prevención de ACV.

Para determinar los efectos sobre la marcha se analizaron los datos referidos a los valores temporoespacial de la marcha y la medición de la distribución de la fuerza del miembro inferior.

En las comparaciones entre grupos a las 4 semanas después de la intervención, hubo diferencias significativas a favor del grupo experimental en casi todas las variables temporoespaciales de la marcha, excepto en la longitud del paso de la extremidad no afectada y la simetría del tiempo del paso; en cuanto a la fuerza muscular para los músculos flexores de cadera y extensores de rodilla, no así para otros músculos.

Por lo tanto, las intervenciones combinadas de IM y SPCCT proporcionaron beneficios con mejoras en las variables de marcha spatiotemporal y afectaron la fuerza muscular.

Títulos, Autores, Año	Tipo de estudios, materiales, Métodos	Objetivo	Resultados	Conclusión
“Efectos de la imaginación motora guiada sobre la marcha funcional. Rendimiento en pacientes que han sufrido un ictus.” Juli Dave Año 2020	ECA de 82 pacientes con ACV. Un grupo experimental de 41 personas recibió 20’ de rehabilitación + 10’ de IM. El grupo control recibió 30’ de rehabilitación. 3 veces/ semana x 4 semanas. Variables medidas: Test de 10mts y Test de marcha funcional	Estudiar los efectos de la IM guiada sobre la marcha funcional en pacientes que sufrieron un ACV	Los resultados del estudio mostraron que el rendimiento funcional de la marcha ha mejorado en pacientes que han sufrido un ACV debido a la IM guiada.	Este estudio concluye que la IM guiada mejora el rendimiento de la marcha funcional en pacientes que han sufrido un ACV en comparación con el tratamiento convencional solo.
“Entrenamiento de imágenes motoras sobre la fuerza muscular y el rendimiento de la marcha en sujetos ambulantes con accidente cerebrovascular” Vijaya K. Kumar; M, Chakrapa; Rakshith Kedamba Año:2016	ECA de 40 pacientes con hemiparesia post- ACV(may 3 meses). Divididos en dos grupos de 20 personas cada uno. Ambos grupos recibieron un entrenamiento orientado a la tarea para las extremidades inferiores por 45’ - 60’. El grupo experimental además recibió 30’ de IM para la movilidad de MMII.	Evaluar los efectos de la combinación IM con la práctica física en la fuerza de los músculos paréticos de las extremidades inferiores y el rendimiento de la marcha en personas ambulatorias	Ambos grupos encontraron un cambio significativo en todas las medidas de resultados. El grupo experimental tubo una mejoría significativa en los músculos del MMII	El entrenamiento adicional de IM para tareas específicas mejora la fuerza muscular parética y el rendimiento de la marcha en pacientes con ACV

	El entrenamiento se realizó 4 días por semana durante 3 semanas. Se evaluó fuerza muscular de MMII y velocidad de la marcha	con ACV.	parético y en la velocidad de la marcha en comparación con el grupo control	
“Imágenes motoras en la rehabilitación de la marcha y el equilibrio para la hemiparesia posterior a un ACV” Aparna gupta Año:2017	ECA de 30 pacientes con ACV en fase subaguda. Divididos en dos grupos de 15 cada uno. Ambos recibieron ejercicios terapéutico-convencionales y al grupo experimental, además, se les mostró un video para imaginar y sentir los movimientos normales de las extremidades paréticas. Se realizaron sesiones 4 veces por semana durante 3 semanas. Variables medidas: Marcha, velocidad de la marcha y equilibrio.	Examinar la efectividad relativa de la fisioterapia Vs la fisioterapia más el entrenamiento de IM en personas con hemiparesia para mejorar su marcha y su potencial equilibrio	Ambos grupos tuvieron cambios respecto a los valores de las variables. En cuanto al equilibrio y la velocidad de la marcha el grupo experimental tuvo resultados más significativos. En cuanto a la marcha no hay diferencias significativas entre grupos.	La IM facilita una recuperación más rápida y complementa la fisioterapia convencional. Mejora las capacidades locomotoras del paciente.
“Influencia del entrenamiento en imágenes motoras en la rehabilitación de la marcha en pacientes con ACV subagudo”. Kristine M. Oostra, Anne Oomen, Guy Vanderstraeten, Guy Vingerhoets, Año:2015	ECA de 44 participantes con disfunción de la marcha después de un ACV, divididos en dos grupos, (21 y 23). Todos los participantes recibieron una rehabilitación standar de 2hs 5 días a la semana. Además, uno de los grupos recibió 30’ de entrenamiento en IM y el	Evaluar el efecto de la práctica mental sobre la capacidad de imaginación motora y evaluar la influencia de la imaginación motora en la rehabilitación	Se encontraron diferencias significativas entre los grupos, y la intensidad de las imágenes cinestésicas y los resultados de la prueba de marcha mejoraron más en el grupo de imágenes	El entrenamiento de imágenes motoras puede tener un efecto beneficioso sobre la función de la marcha en casos de accidente cerebrovascular subagudo; sin embargo, se requiere una confirmación a

	otro recibió 30' de una práctica de relajación muscular. Variables medidas: Capacidad de IM. Velocidad de la marcha y evaluación de MMII (coordinación, equilibrio, velocidad)	de la marcha en el accidente cerebrovascular subagudo.	motoras que en el grupo de relajación muscular	más largo plazo
"Un ensayo controlado aleatorio de imágenes motoras combinadas con terapia de clase de circuito progresivo estructurado sobre la marcha en sobrevivientes de un accidente cerebrovascular" Sunee Bovonsunthonchai, NilarAung, Vimonwan Hiengkaew Jarugool Tretriluxana Año:2018	ECA de 40 participantes con ACV. El grupo experimental (20) recibió 25' de IM y el grupo control recibió 25' de educación para la salud. Luego cada grupo realizó un entrenamiento orientado a la tarea por 65'. Se desarrollo 3 veces por semana durante 4 semanas. Variables medidas: Variables de la marcha temporoespacial y fuerza muscular del miembro inferior afectado.	Investigar el efecto de la IM con la terapia de clase de circuito progresivo estructurado (SPCCT) frente a la educación en salud con la terapia de clase de circuito progresivo estructurado (SPCCT) sobre la marcha en los pacientes con ACV.	El grupo experimental mostró mayor mejoría que el grupo de control en todas las variables de la marcha temporoespacial, excepto en la longitud del paso no afectada y la simetría del tiempo del paso que no mostraron diferencias. Además, se observó aumento en la fuerza de los músculos flexores de la cadera y extensores de la rodilla afectados en el grupo experimental.	La combinación de IM con SPCCT proporcionó un mayor efecto terapéutico en la marcha y la fuerza muscular de las extremidades inferiores en los sobrevivientes de un ACV.
"Un ensayo controlado aleatorio simple ciego de ocho semanas sobre entrenamiento de equilibrio de doble tarea y práctica de imágenes motoras en"	ECA de 30 pacientes con ACV. Se asignó 15 al grupo experimental y 15 al grupo control. En el grupo experimental se diseñó un entrenamiento de	Describir los efectos del uso de la IM como complemento en la rehabilitación de pacientes	La movilidad de los pacientes (TUGT), el equilibrio dinámico (BBS) y el riesgo de caída (TUGT)	La imaginación motora es una estrategia de tratamiento eficaz para mejorar el equilibrio y la movilidad en

sobrevivientes de un accidente cerebrovascular isquémico” María Zafar, Misbah Ghous, Saira Jahan Año: 2020	doble tarea por 28’ junto con la práctica de IM. En el grupo de control, se administró la misma intervención, excepto la práctica de IM Ambos recibieron sesiones 4 veces por semana durante 8 semanas. variables medidas: La movilidad y el equilibrio.	con ACV sobre la movilidad y el equilibrio.	mostraron mejoras a favor del grupo experimental en comparación con el grupo de control	pacientes con ACV y brinda mejores resultados en combinación con los tratamientos convencionales
“Estudio de eficacia para mejorar el equilibrio y la marcha en pacientes con accidente cerebrovascular subagudo mediante entrenamiento del equilibrio con imágenes motoras adicionales: un estudio piloto” Young Hyeon Bae, Young Jun Ko, MSc, HyunGeun Ha, Msc, So Yeon Ahn, WanHee Lee, Suk Min Lee Año:2015	Estudio de 20 participantes con ACV. Dividieron 10 en un grupo experimental y 10 en un control. El grupo experimental recibió entrenamiento de equilibrio durante 20’ al día con imágenes mentales adicionales durante 10’. El grupo de control recibió entrenamiento de equilibrio durante 30 minutos al día. Las sesiones se realizaron 3 días a la semana, durante un período de cuatro semanas. Variables medidas: Equilibrio y marcha	Determinar el efecto del entrenamiento del equilibrio con imágenes motoras adicionales en el equilibrio y la mejora de la marcha en pacientes con ACV subagudo.	Las puntuaciones de las pruebas de equilibrio, marcha y alcance funcional aumentaron significativamente en el grupo experimental.	El entrenamiento específico del equilibrio con imágenes motoras adicionales puede dar como resultado mejores resultados de rehabilitación de la marcha y la capacidad de equilibrio que el entrenamiento del equilibrio solo
“Práctica grupal de imágenes motoras para la rehabilitación de la marcha en personas con hemiparesia posterior a un accidente cerebrovascular: un estudio piloto” Ruth Dickstein, Sandra Levy, Sara Shefia, Sarit Holtzman, Sara Peleg y Jean-Jacques Vatine Año:2014	Estudio piloto de 20 personas que padecían hemiparesia posterior a un ACV. El estudio se llevó a cabo en dos centros comunitarios aplicando un diseño cruzado completo. Se dividieron en dos grupos. Las primeras 5 semanas un grupo recibió entrenamiento con IM orientadas a mejorar la	Examinar si la aplicación de la práctica de imágenes motoras en grupo a individuos que viven en la comunidad con hemiparesia crónica mejora la marcha	Las comparaciones dentro del tratamiento (antes y después) y entre tratamientos (experimental y control) no indicaron cambios significativos en ninguna variable de la marcha. Sin	A pesar de la falta de evidencia de la efectividad de la práctica de imágenes motoras en grupo para mejorar la marcha en personas con hemiparesia crónica, el contraste entre los resultados medidos y los informes verbales

	marcha. El otro grupo recibió entrenamiento con IM orientada a MMSS. Las siguientes 5 semanas cada grupo practico el entrenamiento que había realizado el otro grupo. Variables medidas: Fuerzas de transmisión al retro pie y al antepié. Duración del periodo de apoyo de la extremidad afectada.		embargo, los informes verbales de la mayoría de los participantes aludieron a satisfacción con la intervención experimental y a un aumento de la confianza en sí mismos.	positivos merece mayor investigación
“Eficacia combinada de la terapia de espejo con imágenes motoras sobre la marcha en pacientes con ACV”. Nueva Hatwar, Suchetha, Dhanesh Kumar. Año:2017	Se reclutó un total de 38 pacientes para el estudio. Se dividieron en dos grupos: Grupo A (n = 19) y Grupo B (n = 19). Al grupo A se le aplicó imaginería motora y rehabilitación convencional, mientras que al grupo B se le aplicó terapia de espejo de miembros inferiores, imaginería motora y rehabilitación convencional. Las intervenciones se realizaron durante 2 semanas (5 días a la semana). Variables medidas: Índice de marcha dinámica (DGI) y del componente de miembros inferiores de la evaluación Fugl Meyer (FMALE)	El propósito del estudio fue evaluar la efectividad combinada de la terapia de espejo de miembros inferiores y la imaginería motora sobre la marcha en pacientes con ACV	Tanto el Grupo A como el Grupo B mostraron mejoras significativas en DGI y FMALE. La comparación de entre los dos grupos no mostró una diferencia estadísticamente significativa.	Se puede concluir que la combinación de la terapia de espejo con imágenes motoras es igualmente efectiva que la imágenes motoras sola para mejorar la marcha y la función en pacientes con ACV

VII. Resultados

Mediante el análisis de los artículos seleccionados se encuentran puntos en común en la modalidad de trabajo y evaluación para el uso de la IM en la rehabilitación de la marcha que mencionamos a continuación:

Variables de evaluación

- Para determinar los cambios en marcha a partir de la rehabilitación se evaluó:
- La velocidad de la marcha
- Distancia del paso al caminar.
- Carga de peso en MMII durante la marcha.
- Equilibrio durante la marcha al realizar tareas variadas.
- Fuerza muscular de MMII
- También se evaluó la capacidad de imaginación motora

Instrumentos de evaluación

- **Caminata de 10mts:**
Esta prueba se utiliza para evaluar la velocidad de la marcha en metros por segundo durante un período corto.
- **Time Up And Go (TUG):**
Es una prueba clínica de tareas dinámicas de equilibrio en bipedestación.
- **Evaluación funcional de la marcha (FGA):**
Se trata de una escala de 10 ítems que se utiliza para evaluar la estabilidad postural durante las tareas de marcha.
Consta de elementos como la marcha en superficie plana, el cambio en la velocidad de la marcha, la marcha con giros de cabeza horizontales y verticales, la marcha y el giro de pivote, el paso sobre obstáculos, la marcha con base de sustentación angosta, la marcha con los ojos cerrados, la deambulación hacia atrás.
- **Medición de la distancia del paso:** Es la distancia entre puntos sucesivos de contacto de pies opuestos (desde el punto del choque del talón de una extremidad hasta el punto del choque del talón de la opuesta)
- **Medición de la carga de peso en los MMII:**
- **Evaluación de movilidad orientada al rendimiento de Tinetti:** Determina la percepción del equilibrio y la estabilidad durante actividades diarias. Evalúa el equilibrio estático en cuanto al equilibrio en situaciones estáticas, como sentado en

una silla y de pie y la marcha en cuanto a su ejecución y la estabilidad durante el movimiento.

- **Capacidad de imaginería motora:**

_KVIQ (Cuestionario de imágenes visuales y cinestésicas):

El objetivo de este cuestionario es determinar el grado con el que los individuos son capaces de visualizar y sentir movimientos imaginados.

_Prueba MIQR (Cuestionario de imágenes de movimiento):

Evalúa la capacidad de imaginería mental. Destinados a ser implementados en poblaciones de adultos y atletas sanos e incluyen movimientos que requieren altos grados de habilidad y coordinación.

Aplicación de la imaginería motora en la rehabilitación

Intervención con IM

La intervención se realizaba en un espacio cómodo y tranquilo y el paciente sentado con los ojos cerrados.

En la mayoría de los estudios el modo de aplicar la IM se realizó de la siguiente manera:

-Fase 1 - Familiarización:

Se comunica la dinámica de los ejercicios.

-Fase 2 - Relajación:

Generalmente mediante ejercicios de respiración.

-Fase 3 - Indicaciones sobre los movimientos a trabajar:

Los movimientos se presentan por audio, video o verbalmente-, se usa uno de estos o se combina.

. **Audio:** la persona escucha en una grabación lo que tiene que simular.

. **Video:** el paciente mira un video de los movimientos a imaginar y luego lo practica.

. **Verbalmente:** el profesional indica que movimientos tienen que imaginar, o se invita a que ellos recuerden una secuencia y la ensayen mentalmente.

-Fase 4 - Práctica IM visual:

Se visualizan realizando el movimiento

-Fase 5 - Práctica IM cinestésica:

Perciben las sensaciones corporales de realizar el movimiento.

Los movimientos propuestos para imaginar están relacionados con movimientos de MMII, con movimientos similares a lo ejercitado en la práctica física y movimientos que compensan las alteraciones de la marcha de cada sujeto.

Combinación de la IM con la rehabilitación convencional

En los estudios analizados, el uso de IM como complemento de la rehabilitación de la marcha mostró diferentes posibilidades para su combinación.

En la mayoría de los procedimientos primero se realizaba la práctica de IM y luego la práctica física.

También se implementó realizando primero el movimiento real, luego registrando los aspectos a mejorar sobre la ejecución, siguiendo la práctica mental donde se ensayaban los ajustes sobre el movimiento inicial y por último la práctica real del movimiento intentando generar cambios sobre el mismo.

Generalmente los ejercicios físicos seleccionados para trabajar en la rehabilitación fueron sobre los que se basaban para ensayar mentalmente.

Protocolo de intervención

- En la mayoría de los estudios se trabajó entre 4 y 12 semanas, 3 veces por semana.

Requisitos excluyentes para aplicar la imaginería motora

- Nivel cognitivo del paciente: Personas con alteraciones de atención, memoria y comprensión de indicaciones.

Resultados clave

-**Nikita Vishnu** en 2020 comprobó que agregar la práctica de la imaginería motora a la rehabilitación de la marcha se obtuvieron mejores resultados. **Juli Dave** en 2020 registro mejoras en la marcha funcional con el uso de la IM guiada.

-**Vijaya K. Kumar** al combinar ejercicios de entrenamiento específico para MMII más la imaginería motora obtuvieron un aumento de fuerza en MMII y un aumento de la velocidad de la marcha en comparación con el grupo que no realizó imaginería motora. **Sunee Bovonsunthoncha** et al 2020 también mostró con su estudio un aumento en la fuerza muscular del miembro inferior afectado y mejoras en los parámetros temporo-espaciales de la marcha, incluida la velocidad; con el grupo que usó IM.

-**Aparna Gupta** 2017; **Young Hyeon Bae** 2015 mostraron que la práctica de IM ayudó a obtener mejores resultados en cuanto al equilibrio y la marcha en comparación con el grupo que no realizó IM. **María Zafar** et al 2020, registró en su estudio una mejora en los valores de movilidad, equilibrio y riesgo de caída sobre el grupo experimental que usó IM.

-**Ruth Dicksteina** en 2014 no encontró cambios significativos sobre la marcha al implementar una rehabilitación basada únicamente en ejercicios de IM.

-**Dra. Kristine M.Oostra** 2015 investigó sobre la capacidad de IM y si el nivel de IM influye sobre los resultados en la recuperación.

Los resultados mostraron que la capacidad de IM aumenta en los pacientes luego de practicarla. También encontraron que no hay correlación entre la capacidad de IM y los resultados de la aplicación de la IM en la rehabilitación de la marcha.

Por otro lado, mostraron que hubo cambios favorables sobre la marcha al aplicar IM en la rehabilitación.

-**Nueva Hatwar** et al 2017 compararon el efecto IM por un lado y la IM más la terapia en espejo por otro.

Los resultados presentaron cambios favorables y similares para ambos grupos, por lo tanto, la IM presentó más injerencia en la recuperación.

Sunee Bovonsunthonchai et al, 2020 estudiaron los efectos de la IM sobre la rehabilitación de la marcha y pudieron demostrar que la IM favorece la recuperación de la fuerza muscular y la capacidad de la marcha.

VIII. Conclusión

Los resultados de la revisión bibliográfica sugieren que la práctica de la IM como complemento en la rehabilitación de la marcha, es capaz de aportar efectos terapéuticos

positivos. Pudiendo mejorar los parámetros espaciotemporales, reduciendo el miedo a caer, facilitando la ejecución de los movimientos y consiguiendo mayor estabilidad y seguridad.

La IM es una técnica segura y de bajo coste, que no necesita un contexto institucional para ser ensayada y no expone a los pacientes a riesgos de seguridad, pudiendo comenzar la intervención en una etapa más temprana de la rehabilitación cuando poco o ningún movimiento, siempre y cuando se cumplan con los requisitos para ejercitarla.

También es importante aclarar que algunos estudios mostraron que aplicar solo la IM en la rehabilitación, no generó cambios en los parámetros de la marcha.

Por lo tanto, la IM es efectiva cuando es complemento de la rehabilitación convencional.

Podríamos decir que un aspecto relevante de la IM como ejercicio terapéutico es permitir al paciente un estado de mayor conciencia corporal frente a sus desafíos físicos, facilitando nuevas estrategias de movimiento para mejorar su funcionalidad.

De la misma manera para el kinesiólogo es un recurso que suma aspectos del plano cognitivo a la rehabilitación, dando las posibilidades de desarrollar nuevas estrategias que ayuden a los pacientes en sus procesos de recuperación y de reeducación.

En cuanto a la aplicación de la IM es necesario que haya más estudios para esclarecer qué tipo de intervención, qué volumen de entrenamiento, son los más eficientes y qué pacientes son los idóneos para recibir el tratamiento.

A través de la información recopilada y analizada para esta tesina de grado intento poder brindar un aporte al enfoque kinésico sobre la importancia de los aspectos cognitivos, funcionales y personales a la hora de desarrollar una planificación de tratamiento. Tomando al paciente y sus necesidades reales en primer plano.

IX. Bibliografía

1. An updated definition of stroke for the 21st century: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2013 Jul;44(7):2064-89.
2. García Alfonso C, Martínez Reyes AE, García V, Ricaurte Fajardo A, Torres I, Coral Casas J. Actualización en diagnóstico y tratamiento del ataque cerebrovascular isquémico agudo.

Univ Médica. 25 de junio de 2019;60(3):1-17.

3. Kuklina EV, Tong X, George MG, Bansil P. Epidemiology and prevention of stroke: a worldwide perspective. *Expert Rev Neurother*. 2012 Feb;12(2):199-208
4. Miguel Alberto Borrueal, Irene Patricia Mas, Gastón Diego Borrueal. Estudio de carga de enfermedad: Argentina. Ministerio de Salud de la Nación, 2010.
5. Oficina Científica de Asesoramiento Legislativo (OCAL). Impactos del ataque cerebrovascular en Argentina. 11 de abril de 2023
6. Alberdi Odriozola F, Iriarte Ibararán M, Mendía Gorostidi Á, Murgialdai A, Marco Garde. Pronóstico de las secuelas tras la lesión cerebral. *Med Intensiva*. mayo de 2009;33(4):171-81.
7. Khalid S, Malik AN, Siddiqi FA, Rathore FA. Overview of gait rehabilitation in stroke. *JPMA J Pak Med Assoc*. mayo de 2023;73(5):1142-5.
8. Alessandro L, Olmos LE, Bonamico L, Muzio DM, Ahumada MH, Russo MJ, et al. REHABILITACIÓN MULTIDISCIPLINARIA PARA PACIENTES ADULTOS CON ACCIDENTE CEREBROVASCULARES. 2020;
9. Cantilo-Negrete J, Carino-Escobar RI, Ortega-Robles E, Arias-Carrión O. A comprehensive guide to BCI-based stroke neurorehabilitation intervention. *MethodsX*. 18 de octubre de 2023;11102452
10. Silva S, Borges LR, Santiago L, Lucena L, Lindquist AR, Ribeiro T. Motor imagery for gait rehabilitation after stroke. *Cochrane Database Syst*
11. Mulder Th. Motor imagery and action observation: cognitive tools for rehabilitation. *J Neural Transm*. octubre de 2007;114(10):1265-78.
12. Guerra ZF, Lucchetti ALG, Lucchetti G. Motor Imagery Training After Stroke: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *J Neurol Phys Ther*. octubre de 2017.
13. Moyano V Á. El accidente cerebrovascular desde la mirada del rehabilitador. *Rev Chil*

Rehabil. 2010;21(4). doi:10.5354/2735-7996.2010.75396.

14.Oostra KM, Oomen A, Vanderstraeten G, Vingerhoets G. Influence of motor imagery training on gait rehabilitation in sub-acute stroke: A randomized controlled trial. J Rehabil Med. 2015;47(3):204-9.

15.Ministerio de Salud de la Nación. Protocolo de manejo inicial del ataque cerebrovascular (ACV) isquémico agudo. Buenos Aires: Ministerio de Salud de la Nación; 2020.

16. Pigretti Santiago G, Alet Matías J, Mamani Carlos E, Alonzo Claudia, Aguilar Martín, Álvarez Héctor J et al . Consenso sobre accidente cerebrovascular isquémico agudo. Medicina (B. Aires) [Internet]. 2019; 79(Supl 2): 1-46. Disponible en: https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0025-76802019000400001&lng=es.

17. Povedano G. ACV en el anciano [Internet]. Buenos Aires: Sociedad Argentina de Gerontología y Geriatría; 2017. Disponible en: <http://www.sagg.org.ar/wp/wpcontent/uploads/2017/07/ACV-EN-EL-ANCIANO.pdf>

18. Pradeep MN, Dimple S, Reddy ANG. Function of HDL in stroke as well as comparison of its levels in ischemic and hemorrhagic stroke. Int J Innov Sci Res Technol. 2025 Jan 31;10(1):1290–1334. doi:10.5281/zenodo.14769374

(19)National Institute of Neurological Disorders and Stroke. Stroke overview. National Institutes of Health [Internet]. Bethesda (MD): National Institute of Neurological Disorders and Stroke; [citado 2025 Abr 29]. Disponible en: <https://www.ninds.nih.gov/health-information/stroke/stroke-overview>

20. Irimia P, Carmona Iragui M, Martínez-Vila E. Ataque isquémico transitorio. Medicine (Barcelona). 2011;10(72):4882–6.

21. García Alfonso C, Martínez Reyes A, García V, Ricaurte-Fajardo A, Torres I, Coral J. Actualización en diagnóstico y tratamiento del ataque cerebrovascular isquémico agudo. Universitas Medica. 2019;60(3):41–57. Disponible en: <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/vnimedica/article/view/24640>

22. Arauz Antonio, Ruíz-Franco Angélica. Enfermedad vascular cerebral. Rev. Fac. Med. 2012 Jun; 55(3): 11-21. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0026-17422012000300003&lng=es.

23. Arias Cuadrado A. Rehabilitación del ACV: evaluación, pronóstico y tratamiento. Galicia Clin. 2009;70(3):25–40. Disponible en: <https://galiciaclinica.info/gc/article/view/70-3-81>

24. Urcia-Fernández Fernando, Cam-Chiock Diana. Perfil epidemiológico de los pacientes con secuelas de accidente cerebrovascular atendidos en un instituto de rehabilitación de Lima-Perú. Rev Med Hered. 2023 Jul; 34(3): 132-142. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1018-130X2023000300132&lng=pt.

25. Franco Ricart C, Sánchez C, Fuenmayor L, Brizuela A, Chirinos A. Enfermedad cerebrovascular: epidemiología, diagnóstico y tratamiento. Acta Cient Estud. 2009;7(1):41–8

26. Gómez Hernández AE, Archila Díaz JF, Gan Acosta A. Modelo cinemático directo para el análisis de la marcha humana. Rev Tecnol Avanzada. 2011;2(18):1–8.

27. Molina Rueda F, Carratalá Tejada M. La marcha humana: biomecánica, evaluación y patología. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2020.

Pankheaw T, Hiengkaew V, Bovonsunthonchai S, Tretriluxana J. Effect of progressive bridging exercise on weight-bearing during the extension phase of sit-to-stand, and on sit-to-stand ability in individuals with stroke: a randomised controlled trial. Clin Rehabil. 2022 Nov;36(11):1463–75. doi: 10.1177/02692155221107107. PMID: 35815985.

29. Lotze M, Cohen LG. Volition and imagery in neurorehabilitation. Cogn Behav Neurol. 2006;19(3):135–40. doi:10.1097/01.wnn.0000209875.56060.06.

30. Vilanou C, Garcia Farrero J, de la Arada R. De la pedagogía de Herbart a la pedagogía culturalista. Ars Brevis. 2018; volumen:[páginas].

31. James W. Principles of Psychology. Vol. 2. New York: Henry Holt and Company; 1918.

32. Guillot A, Collet C. Contribution from neurophysiological and psychological methods to the study of motor imagery. Brain Res Brain Res Rev. 2005 Dec 15;50(2):387–97. doi:10.1016/j.brainresrev.2005.09.004. Epub 2005 Nov 3. PMID: 16271398.

33. 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. doi:10.1016/j.nrl.2013.02.003.
34. Di Nota PM, Levitan M, Olsen K, Eaton J, Daskalakis ZJ, Chen R. Motor imagery in dancers: Enhanced kinesthetic and visual imagery abilities and sensorimotor integration. *Front Psychol*. 2022;13:899724. doi:10.3389/fpsyg.2022.899724
35. Fansler CL, Poff CL, Shepard KF. Effects of mental practice on balance in elderly women. *Phys Ther*. 1985 Sep;65(9):1332–8. doi:10.1093/ptj/65.9.1332. PMID: 4034667.
36. Moran A, O'Shea H. Práctica de imágenes motoras y procesos cognitivos. *Front Psychol*. 2020 Mar 3;11:394. doi: 10.3389/fpsyg.2020.00394. PMID: 32194491; PMCID: PMC7063062.
37. Nordin SM, Cumming J. Where, when, and how: a quantitative account of dance imagery. *Res Q Exerc Sport*. 2007 Sep;78(4):390–5. doi:10.1080/02701367.2007.10599437. PMID: 17941544.
38. Decety J, Jeannerod M, Prablanc C. The timing of mentally represented actions. *Behav Brain Res*. 1989 Aug 1;34(1–2):35–42. doi:10.1016/s0166-4328(89)80088-9. PMID: 2765170.
39. Kosslyn SM, Thompson WL, Ganis G. The role of mental imagery in the brain. In: Kosslyn SM, editor. *Mental imagery: Cognitive and neural perspectives*. Cambridge: MIT Press; 2006. p. 127-142.
40. Naito E, Kochiyama T, Kitada R, Nakamura S, Matsumura M, Yonekura Y, Sadato N. Internally simulated movement sensations during motor imagery activate cortical motor areas and the cerebellum. *J Neurosci*. 2002 May 1;22(9):3683–91. doi:10.1523/JNEUROSCI.22-09-03683.2002. PMID: 11978844; PMCID: PMC6758350.
41. Braun SM. Motor learning in neurological rehabilitation: practising skills with movement imagery [dissertation]. Maastricht: Maastricht University; 2010. doi:10.26481/dis.20100623sb.
42. Rubio-Belmonte C, Pamio AJ, Gómez-Martínez M. Cuestionario de evocación mental de imágenes, movimientos y actividades (CEMIMA): análisis de sus propiedades psicométricas. *Cad Bras Ter Ocup*. 2022;30:e3096. doi:10.1590/2526-8910.ctoAO23643096.

43. Moreno Verdú M. Validación de la versión española de los cuestionarios “Movement Imagery Questionnaire-Revised Second Edition” (MIQ-RS) y “Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire” (KVIQ) en personas con Enfermedad de Parkinson [tesis doctoral]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 2021. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14352/3542>
44. Hall C, Martin K, Hardy L. Development and validation of a movement imagery questionnaire. *J Sport Exerc Psychol*. 1997 Dec;19(4):423-43. doi: 10.1123/jsep.19.4.423.
45. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Control motor: llevando la investigación a la práctica clínica. 5ª ed. Edición en español de la obra original *Motor Control: Translating Research Into Clinical Practice*. Barcelona: Wolters Kluwer; 2017.
46. Grèzes J, Decety J. Functional anatomy of execution, mental simulation, observation, and verb generation of actions: a meta-analysis. *Hum Brain Mapp*. 2001 Jan;12(1):1–19. doi:10.1002/1097-0193(200101)12:1<1::AID-HBM10>3.0.CO;2-V. PMID: 11198101; PMCID: PMC6872039.
47. Munzert J, Lorey B, Zentgraf K. Cognitive motor processes: the role of motor imagery in the study of motor representations. *Brain Res Rev*. 2009 May;60(2):306-26. doi: 10.1016/j.brainresrev.2008.12.024. Epub 2009 Jan 7. PMID: 19167426.
48. Ietswaart M, Johnston M, Dijkerman HC, Joice S, Scott CL, MacWalter RS, Hamilton SJ. Mental practice with motor imagery in stroke recovery: randomized controlled trial of efficacy. *Brain*. 2011 May;134(Pt 5):1373–86. doi:10.1093/brain/awr077. Epub 2011 Apr 22. PMID: 21515905; PMCID: PMC3097892.
49. Ma J, Li Z, Zheng Q, Li S, Zong R, Qin Z, Wan L, Zhao Z, Mao Z, Zhang Y, Yu X, Bai H, Zhang J. Investigating unilateral and bilateral motor imagery control using electrocorticography and fMRI in awake craniotomy. *Neuroimage*. 2024 Dec 1;303:120949. doi:10.1016/j.neuroimage.2024.120949. Epub 2024 Nov 19. PMID: 39571645.
50. Mizuguchi N, Nakata H, Uchida Y, Kanosue K. Imágenes motoras y rendimiento deportivo. *Rev Aptitud Física Med Deportiva*. 2012;1(1):103–11. doi:10.7600/jpfs.1.103.

51. Van der Meulen M, Allali G, Rieger SW, Assal F, Vuilleumier P. The influence of individual motor imagery ability on cerebral recruitment during gait imagery. *Hum Brain Mapp.* 2014 Feb;35(2):455–70. doi:10.1002/hbm.22192. Epub 2012 Sep 27. PMID: 23015531; PMCID: PMC6869533.
52. Hardwick RM, Caspers S, Eickhoff SB, Swinnen SP. Correlatos neuronales de la imaginación motora, la observación de la acción y la ejecución del movimiento: una comparación entre metaanálisis cuantitativos. *Neurosci Biobehav Rev.* 2018 Nov;94:31–44. doi: 10.1016/j.neubiorev.2018.08.003.
53. Hetu S, et al. Brain regions activated during Motor Imagery [Internet]. 2013. Disponible en: <https://www.researchgate.net/figure/Brain-regions-activated-during-Motor-Imagery-from-Hetu-et-al-2013>
54. Censor N, Sagi D, Cohen LG. Common mechanisms of human perceptual and motor learning. *Nat Rev Neurosci.* 2012 Sep;13(9):658–64. doi:10.1038/nrn3315. PMID: 22903222; PMCID: PMC4880370.
55. D'Hooghe M, Vereeck L, Maes L, et al. The role of neuroplasticity in motor rehabilitation and imagery techniques in stroke recovery. *Neurosci Biobehav Rev.* 2019 Dec;107:1-14. doi: 10.1016/j.neubiorev.2019.09.018.
56. Leisman G, Moustafa AA, Shafir T. Thinking, walking, talking: integratory motor and cognitive brain function. *Front Public Health.* 2016 May 25;4:94. doi:10.3389/fpubh.2016.00094. PMID: 27252937; PMCID: PMC4879139.
57. Moseley GL. Graded motor imagery is effective for long-standing complex regional pain syndrome: a randomised controlled trial. *Pain.* 2004 Mar;108(1-2):192-8. doi: 10.1016/j.pain.2004.01.006. PMID: 15109523.
58. Dintén-Fernández A, Fernández-González P, Koutsou A, Alguacil-Diego IM, Laguarda-Val S, Molina-Rueda F. Enfoques top-down y bottom-up para el tratamiento de la heminegligencia espacial en sujetos con ictus: revisión sistemática. *Rehabilitación.* 2019;53(2):93–103. doi:10.1016/j.rh.2018.10.001.
59. Valdivieso-Jiménez Glauco, Macedo-Orrego Luis. Neurociencias y psicoterapia: mecanismo top-down y bottom-up. *Rev Neuropsiquiatr.* 2018 Jul;81 (3): 183-195. Disponible

en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-859720180003000006&lng=es. <http://dx.doi.org/https://doi.org/10.20453/rnp.v81i3.3386>.

60. **Seebacher B, Reindl M, Kahraman T.** Factors and strategies affecting motor imagery ability in people with multiple sclerosis: a systematic review. *Physiotherapy*. 2023 Mar;118:64–78. doi: 10.1016/j.physio.2022.09.005.

61. Rozand V, Lebon F, Stapley PJ, Papaxanthis C, Lepers R. A prolonged motor imagery session alters imagined and actual movement durations: potential implications for neurorehabilitation. *Behav Brain Res*. 2016 Jan 15;297:67-75. doi: 10.1016/j.bbr.2015.09.036.

62. Deng N, Soh KG, Abdullah BB, Huang D, Luo S, Rattanakoses W. Does motor imagery training improve service performance in tennis players? A systematic review and meta-analysis. *Behav Sci (Basel)*. 2024 Mar 5;14(3):207. doi: 10.3390/bs14030207

63. Bezzola L, Merillat S, Gaser C, et al. The effect of leisure activity golf practice on motor imagery: an fMRI study in middle adulthood. *Neuroimage*. 2012;59(2):1608-1616. doi: 10.1016/j.neuroimage.2011.08.073.

64. Michel M, Terragno E, Bereau M, Magnin E, Gueugneau N, Soares AV, Sagawa Y. Exploring motor imagery as a therapeutic intervention for Parkinson's disease patients: a scoping review. *medRxiv*. 2024 Mar 29. doi: 10.1101/2024.03.29.24305071.

65. Díaz-López N, Monge-Pereira E, Jodra-Centeno E, Molina-Rueda F, Miangolarra-Page JC. Use of recognition of laterality through implicit motor imagery for the improvement of postural control and balance in subacute stroke patients: a randomized controlled study. *Rev Neurol*. 2022 Jun 16;74(12):375–82. English, Spanish. doi:10.33588/rn.7412.2022039. PMID: 35698432; PMCID: PMC11502202.

66. Newsom J, Knight P, Balnave R. Use of mental imagery to limit strength loss after immobilization. *J Sport Rehabil*. 2003 Aug;12(3):249-58. doi: 10.1123/jsr.12.3.249.

67. Kim SH, Cho SH. Benefits of virtual reality program and motor imagery training on balance and fall efficacy in isolated older adults: a randomized controlled trial. *Medicina (Kaunas)*. 2022 Oct 28;58(11):1545. doi: 10.3390/medicina58111545.

68. Martínez-Misa P, González-González Y, Alonso Calvete A, Da Cuña-Carrera I. Efectos de la imaginería motora tras accidente cerebrovascular. *Arch Neurocién (Mex)*. 2021 Jun 22;26(2):40–5. doi: 10.31157/an.v26i2.279.
69. Mulder T. Motor imagery and action observation: cognitive tools for rehabilitation. *J Neural Transm (Vienna)*. 2007;114(10):1265–78. doi:10.1007/s00702-007-0763-z. PMID: 17579805; PMCID: PMC2797860.
70. Lebon F, Collet C, Guillot A. Benefits of motor imagery training on muscle strength. *J Strength Cond Res*. 2010 Jun;24(6):1680-7. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181d8e936. PMID: 20508474.
71. 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. doi: 10.1016/j.nrl.2015.09.008.
72. Oostra KM, Oomen A, Vanderstraeten G, Vingerhoets G. Influence of motor imagery training on gait rehabilitation in sub-acute stroke: A randomized controlled trial. *J Rehabil Med*. 2015;47(8):732–738. doi: 10.2340/16501977-1908.
73. Suggate SP. Beyond self-report: measuring visual, auditory, and tactile mental imagery using a mental comparison task. *Behav Res Methods*. 2024 Dec;56(8):8658–76. doi:10.3758/s13428-024-02496-z. PMID: 39271632; PMCID: PMC11525388.
74. Ladda AM, Lebon F, Lotze M. Using motor imagery practice for improving motor performance – A review. *Brain Cogn*. 2021 Jun;150:105705. doi:10.1016/j.bandc.2021.105705.
75. Rousseau C, Barbiero M, Pozzo T, Papaxanthis C, White O. La gravedad destaca un papel dual de la ínsula en los modelos internos. *Cereb Cortex*. 2020;30(12):6514-6523. doi: 10.1093/cercor/bhaa376
76. Ahn SY, Lee WH, Lee SM, Bae YH, Ko YJ, Ha HG. An efficacy study to improve balance and gait in subacute stroke patients using additional motor imagery during balance training: a pilot study. *J Phys Ther Sci*. 2015;27:3245–8

77. NA, SB, VH, JT. A randomized controlled trial of motor imagery in spinal cord injury rehabilitation. *Sci Rep*. 2020;10:694. doi:10.1038/s41598-020-63914-8
78. Hatwar P, Shinde N. Combined effectiveness of mirror therapy and motor imagery on gait and lower extremity function in post-stroke patients. *Int J Curr Res Rev*. 2019;11(11):19–25. doi:10.31782/IJCRR.2019.11112
79. Dickstein R, Levy S, Shefi S, Holtzman S, Peleg S, Vatine JJ. Práctica grupal de imágenes motoras para la rehabilitación de la marcha en personas con hemiparesia posterior a un accidente cerebrovascular: un estudio piloto. *NeuroRehabilitation*. 2014;34(2):267–76. doi:10.3233/NRE-131035.
80. Gupta A. Motor imagery in gait and balance rehabilitation. *Global Journal for Research Analysis*. 2017;6(8):7–9.
81. Kedamba RK, Kumar VK. Motor imagery training on muscle strength and gait performance in ambulatory stroke subjects: a randomized clinical trial. *J Clin Diagn Res*. 2016;10(8):YC01–5. doi:10.7860/JCDR/2016/16254.7358
82. Sawant NV. The effect of guided motor imagery on functional gait performance in stroke patients. *Indian Journal of Physiotherapy and Occupational Therapy*. 2020;14(4):223–8
83. Bovonsunthonchai S, Aung N, Hiengkaew V, Tretriluxana J. A randomized controlled trial of motor imagery combined with structured progressive circuit class therapy on gait in stroke survivors. *Sci Rep*. 2020;10:694. doi:10.1038/s41598-020-63914-8
84. Oomen A, Oostra KM, Vanderstraeten G, Vingerhoets G. Influence of motor imagery training on lower limb function in subacute stroke: a randomized case study. *J Rehabil Med*. 2015;47(3):204–9.