



RIDUNAJ
Repositorio Institucional
Digital UNAJ



Tesinas de Grado

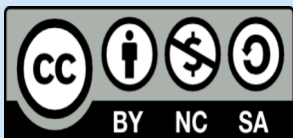
Albornoz, Micaela Soledad

Reeducación de la marcha en pacientes adultos mayores con accidente cerebro vascular

2024

Instituto de Ciencias de la Salud

*Carrera: Licenciatura en Kinesiología y
Fisiatría*



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons.
Atribución – No comercial – Compartir igual 4.0
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

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

Cita recomendada:

Albornoz MS. Reeducación de la marcha en pacientes adultos mayores con accidente cerebro vascular [Tesis de grado]. Florencio Varela: Universidad Nacional Arturo Jauretche; 2024. 71 p. Disponible en:
<https://rid.unaj.edu.ar/handle/123456789/3282>



INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD

LICENCIATURA EN KINESIOLOGÍA Y FISIATRÍA

TESINA DE GRADO

**REEDUCACION DE LA MARCHA EN PACIENTES ADULTOS MAYORES
CON ACCIDENTE CEREBRO VASCULAR**

Autora

Albornoz, Micaela Soledad

Legajo

12926

Director

Troiano, Néstor

Fecha de presentación

25/09/2024

Agradecimientos

En primer lugar, a mi mamá por acompañarme y alentarme a seguir durante todo este tiempo de estudio.

A mi hermana por su apoyo incondicional y estar presente en cada parcial o final que me tocaba rendir con un mensaje o una llamada deseándome buena suerte.

A mis hermanos por acompañar largas noches de estudio y las vueltas a casa a altas horas de la noche.

A Sol Valenzuela porque fue un gran apoyo y una gran compañera de estudio, una amiga que la universidad me regalo.

A mis amigos Lucas, Karina, Marisa, Miriam y Paula que me bancan desde el primer año de cursada, también a mis compañeros de la UNAJ porque todos fueron parte de este proceso de crecimiento académico.

A mi tutor el Lic. Néstor Troiano por compartir sus conocimientos y guiarme en el desarrollo de la tesina.

Agradecida a la vida por permitirme el paso por la Universidad pública, por compartir tantos años, momentos de alegría y de felicidad, por permitirme crecer como personas forjando valores que llevare siempre en mi corazón.

¡¡Gracias Universidad Nacional Arturo Jauretche!!

Abreviaturas

ACV: Accidente cerebro vascular

OMS: Organización mundial de la salud

AVD: Actividades de la vida diaria

MB: Método Bobath

FNP: Facilitación neuromuscular propioceptiva

IM: Imaginación motora

EEF: Estimulación eléctrica funcional

RV: Realidad virtual

OPS: Organización Panamericana de la Salud

ENT: Enfermedad No transmisible

AVP: Años de Vida perdidos

AVAD: Años de Vida ajustados por discapacidad

INDEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de la República Argentina

AIT: Ataque isquémico transitorio

HMD: Pantalla montada en la cabeza

SPS: Sistema de proyección de pantalla grande

CAVE: Entorno virtual automático de cueva

RM: Resonancia magnética

TUG: Timed up and Go

LEMOCOT: Lower Extremity Motor Coordination Test

6MWT: Prueba de la caminata de los 6 minutos

FMA: Fugl-Meyer

PSS: Escala de evaluación postural para pacientes de ACV

BBS: Escala de equilibrio de Berg

FAC: Categoría de deambulación funcional

MBI: Índice de Barthel modificado

Índice

Agradecimientos.....	1
Abreviaturas.....	2
Imágenes.....	5
Tablas.....	6
Cuadros.....	6
I. Introducción.....	7
II. Problema de investigación y objetivos.....	8
II.1 Objetivos generales.....	9
II.2 Objetivos específicos.....	9
III. Justificación.....	9
IV. Marco teórico.....	11
IV.1. Definición de Accidente Cerebro Vascular.....	11
IV.2. Datos epidemiológicos.....	11
IV.3. Clasificación de Accidente Cerebro Vascular.....	12
IV.4. Factor de riesgo.....	15
IV.4.1 Factor de riesgo modificables.....	15
IV.4.2 Factor de riesgo no modificables.....	15
IV.5. Estadios del ACV.....	17
IV.6. Marcha.....	18
IV.7. Evaluación.....	20
IV.8. Tratamiento kinésico.....	22
IV.8.1. Realidad virtual.....	22
IV.8.2. Imaginación motora.....	26
IV.8.3. Estimulación eléctrica funcional.....	32
IV.8.4. Facilitación neuromuscular propioceptiva.....	37
IV.8.5 Tabla comparativa de Métodos de la marcha.....	43
V. Estrategia metodológica.....	47
IV.1 Estrategia de búsqueda.....	48
VI. Contexto de análisis.....	49
VII. Resultados.....	54
VIII. Conclusión.....	59
IX. Referencia bibliográfica.....	60

Imágenes

Imagen N° 1: Sistema No inversivo

Imagen N° 2: Sistema semi-inversivo

Imagen N° 3: Sistema totalmente inversivo

Imagen N° 4: FES de un canal

Imagen N° 5: FES de doble canal

Imagen N° 6: Actividad basada en ejercicios de PNF

Tablas

Tabla número 1: Factores de riesgo. Elaboración propia basado en Sánchez JC, Amoza S, Martín IJ. Reeducación funcional tras un ictus. Elsevier; 2014

Tabla 2: Escala de acciones cerebrovasculares de los institutos Nacionales de la Salud. Escala de elaboración propia basado en American Stroke Association: A guideline for healthcare professionals from the American Heart Association. 2013

Cuadros

Cuadro N° 1: Beneficios de IM en la rehabilitación, extraído de A quantitative investigation of mental fatigue elicited during motor imagery practice: Selective effects on maximal force performance and imagery ability. Brain Sci [Internet]. 2023.

I. Introducción

Según varios artículos científicos consultados el Accidente Cerebro Vascular (ACV) es el motivo más común de muerte y la primera causa de discapacidad a largo plazo en personas adultas.

Afectando a millones de personas por año en todo el mundo, estas personas quedan con secuelas a largo plazo que afectan las actividades de la vida diaria (AVD)¹, así mismo se observan alteraciones funcionales que interfieren en el bienestar de la persona, el estilo de vida y en el desarrollo de las actividades en un ambiente social².

Además, estos pacientes atraviesan cambios que abarcan más allá del sistema motor, se afecta gran parte el sistema cognitivo y emocional³, es posible que se produzca una afectación a nivel de comunicación y entendimiento del lenguaje, como lo es la afasia y la disartria⁴⁻⁵, llevando al paciente a enfrentar problemas como baja autoestima, depresión y aislamiento³⁻⁶.

Aparecen con frecuencia diferentes discapacidades luego de que un individuo sufre un ACV, entre las deficiencias motoras suelen manifestarse hemiparesia o hemiplejia del lado izquierdo o derecho del cuerpo, según donde se localice el daño cerebral⁵. También pueden mostrar signos de espasticidad la cual contribuye a efectos negativos para la persona⁷.

Por ello, la autonomía de estos pacientes se ve afectada por la alteración en la estructura y la función del cuerpo⁸. Dentro de la gama de alteraciones físicas se destaca la presencia de la disfunción en la deambulación, la alteración en dicha función afecta a la participación y la relación con su entorno⁸. Debido a esto la recuperación de esta función tiene importancia para la autonomía del paciente²⁻³⁻⁸⁻⁹⁻¹⁰.

Por las razones mencionadas anteriormente, la recuperación de esta función es un objetivo principal para el paciente y para el terapeuta⁹, por ello la rehabilitación kinésica impacta positivamente en la recuperación de esta función a través de la reeducación¹¹.

Sin embargo, existen diferentes metodologías para rehabilitar a las personas que han padecido un ACV. En relación con la marcha, función que afecta notoriamente a la autonomía y la participación en actividades de la comunidad, contamos en el campo del conocimiento clínico con diferentes métodos a saber: Facilitación neuromuscular

propioceptiva (FNP), Imaginación motora (IM), Estimulación eléctrica funcional (EEF) y Realidad virtual (RV). A partir de la epidemiología, la prevalencia y consecuencias en la calidad de vida que generan esta patología, me interesa orientar mi trabajo hacia la investigación de los beneficios en los distintos métodos de reeducación de la marcha en población adulta con ACV en la etapa subaguda.

II. Problema de investigación y objetivos

Con el paso del tiempo, el avance de los estudios científicos y la tecnología han ayudado a comprender cada vez más que ocurre en el organismo cuando sufre un Accidente cerebro vascular, se sabe que gran porcentaje de la población que sobrevive a un ACV, padece sus secuelas, una de ellas, la disfunción en la deambulacion.

La marcha resulta de la cooperación de 3 articulaciones, la cadera, la rodilla y el tobillo, si uno de estos se ve afectada inmediatamente influye en el ciclo normal de la marcha¹⁸. Esta alteración en la funcionalidad, junto con la debilidad muscular, predisponen al paciente a una inseguridad en la ejecución del gesto motor¹⁹.

En la autonomía del paciente lograr la marcha independiente es indispensable, por eso, se convierte en uno de los objetivos más importantes en la rehabilitación en un paciente con ACV¹⁷⁻¹⁹. Ya que, la adquisición de esta función mejora la calidad de vida y la salud en general¹⁷.

Así como avanzó el conocimiento de lo que ocurre antes, durante y después de esta patología, también creció el conocimiento de los diferentes métodos para rehabilitar a esta población afectada.

Es por esto, por lo que se plantea el siguiente interrogante ¿Cuáles son los beneficios en los distintos métodos de reeducación de la marcha en población adulta con ACV en la etapa subaguda?

II.A Objetivo General

El objetivo general de este trabajo es realizar un análisis de la bibliografía sobre los diferentes métodos de reeducación de la marcha en pacientes con ACV en etapa subaguda.

II.B Objetivos específicos

- Conocer el impacto funcional que produce el ACV en la deambulaci3n.
- Analizar los diferentes m3todos de reeducaci3n de la marcha.
- Describir las caracter3sticas t3cnicas de cada m3todo y relacionar con la etapa subaguda de ACV en personas adultas mayores.
- Describir las indicaciones y las contraindicaciones de cada uno.

III. Justificaci3n

Buscar una marcha independiente en las personas que han sufrido un ACV es primordial para generar una autonom3a total en sus vidas, adem3s no solo determina la independencia en la vida diaria, sino que tambi3n influye en la salud general¹⁷.

Estos pacientes suelen necesitar ayuda para lograr su cuidado personal, como as3 tambi3n para realizar actividades de la vida diaria¹². Tambi3n, se ve afectado la posibilidad de trabajar, de ser part3cipe de tener una vida en comunidad y de lograr una independencia total de sus vidas¹²

El defecto en la marcha es producido por cambios en el control voluntario de las extremidades, problemas con la integración de la percepción, el equilibrio, el tono muscular que afectan directamente el movimiento. Por el cual este déficit llega a ser una secuela que evita la interacción del paciente con el medio ambiente³.

Pese a que esta patología deja secuelas en la marcha, el paciente que logra alcanzar algún tipo de deambulaci3n, muestra patrones de marcha distintos en comparaci3n con la marcha de una persona sin patología, este patr3n de marcha patol3gico predispone al paciente a tener un alto riesgo de sufrir caídas⁹.

Las características funcionales que lleva a una limitaci3n en la marcha presentan una preocupaci3n constante para estas personas, las cuales deben afrontar un tratamiento kinésico a largo plazo¹³.

Por las causas ya mencionadas, aumentar la calidad en la deambulaci3n es un prop3sito primordial para la reeducaci3n de la marcha, y es imprescindible la investigaci3n de las diferentes estrategias terapéuticas para la reeducaci3n de esta funci3n⁹⁻¹³.

Ya que, esta patología afecta la autonomía del paciente, considero así la importancia de aumentar la investigaci3n en este campo. A través de esta revisi3n bibliográfica buscar la comprensi3n y el uso correcto de cada uno de estos métodos, para que puedan implementarlos en el tratamiento de sus pacientes.

Por eso, el siguiente trabajo tiene como prop3sito investigar sobre diferentes métodos de reeducaci3n de la marcha, a saber: Realidad virtual, Facilitaci3n neuromuscular propioceptiva, Imaginaci3n motora y Estimulaci3n eléctrica funcional, a partir del análisis de los métodos de reeducaci3n de la marcha y de la comprensi3n de su conveniente uso, con sus características particulares, pretendo incrementar el conocimiento y contribuir a la comunidad científica con informaci3n valiosa.

IV. Marco teórico

IV.1 Definición de Accidente cerebro vascular

El Accidente cerebro vascular es la afección neurológica focal (o a veces general) de aparición súbita, que perdura más de 24 horas (o causa muerte) y de presunto origen vascular¹⁴.

IV.2 Datos epidemiológicos

Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS), clasifica el Accidente cerebro vascular como una enfermedad No transmisible (ENT)¹⁸.

Las ENT son las principales causas de muerte y de carga de morbilidad en el 2019, causaron 5,8 millones de muertes, pérdida de 226 millones de años de vida ajustados por discapacidad, la pérdida de 121 millones de años de vida debido a muerte prematura y produjeron 105 millones de años de vida con discapacidad¹⁸.

Dentro de las ENT, el accidente cerebro vascular ocupa en la región de las Américas los siguientes puestos:

- 2° puesto en causa de muerte, con un valor de tasa de defunción de 47,3 por 100.000 habitantes¹⁸.
- 3° puesto en Años de Vida perdidos (AVP), con un valor de tasa AVP de 835,5 por 100.000 habitantes¹⁸.
- 4° puesto en Años de Vida ajustados por discapacidad (AVAD), con un valor de tasa de 1.023,0 por 100.000 habitantes¹⁸.

Según la OPS en Argentina, los datos expuestos ponen en evidencia que el accidente cerebro vascular, muestra diferencia de valores según el sexo, por ejemplo, en la tasa de defunción en el sexo femenino ocupa el 4° puesto en el rango etario 55-75 años, ocupando el puesto luego del cáncer de mama, enfermedad isquémica del corazón e infecciones respiratorias bajas y a partir de los 75 años en adelante ocupa el 3° en causa de muerte¹⁸.

En el caso del sexo masculino a partir de los 70 años en adelante, el accidente cerebro vascular ocupa el 4° puesto en causa de muerte, luego de la enfermedad isquémica del corazón, infecciones respiratorias bajas y enfermedad pulmonar obstructiva crónica¹⁸.

Vinculando ambos sexos la estadística de la OPS arroja los siguientes datos de las diferentes tazas con su medición¹⁸:

- 4° causa de muerte, con tasa de defunción de 51,1 por 100,000 habitantes¹⁸.
- 3 causa de años de vida perdidos, con una tasa de 924,1 por 100.000 habitantes¹⁸.
- 3° causa de años de vida ajustados por discapacidad, con una tasa de 1059.0 por 100.000 habitantes¹⁸.

Según datos que arrojo el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de la República Argentina (INDEC) en el año 2020 se registró un total de 17.728 muertes por causa de un accidente cerebro vascular. Además, la estadística diferencio las cifras según el sexo, en ese mismo año se registró 8.948 cosas de defunciones en el sexo masculino y 8.620 casos del sexo femenino²⁰.

IV.3 Clasificación de Accidente cerebro vascular

El ACV se clasifica en ACV isquémico y ACV hemorrágico, los cuales se diferencian por su mecanismo de afectación vascular¹⁵.

El ACV isquémico es la oclusión de un vaso sanguíneo cerebral, que produce una disminución o ausencia de flujo sanguíneo a una región del cerebro¹⁵. Existe isquemia global y focal; dentro de la isquemia global comprende el descenso rápido el aporte sanguíneo por debajo de los niveles necesario para mantener el funcionamiento del

cerebro, el daño comprende ambos hemisferios cerebrales que pueden incluir o no el tronco encefálico y el cerebelo. Las causas incluyen la disminución de gasto cardiaco (ej: paro cardiaco) o resistencia periférica (ej: shock sistémico)¹⁶

Existe isquemia focal cuando se afecta solo una zona del cerebro, y se consideran dos tipos de isquemia cerebral focal:

Ataque isquémico transitorio (AIT): es un episodio de disfunción cerebral focal con una duración menor a una hora, los signos clínicos persisten en un lapso de cinco a diez minutos, en cuanto a las neuroimágenes no se presenta ningún tipo de particularidad. Los pacientes con AIT tiene un mayor riesgo de sufrir un infarto cerebral¹⁶.

Infarto cerebral: es la alteración del aporte sanguíneo a un territorio encefálico, con presentación de déficit neurológico que persiste por más de 24 horas e indica la presencia de necrosis tisular confirmado por las neuroimágenes¹⁶. Según su etiología se subdividen en:

1. Infarto aterotrombótico: se presenta por aterosclerosis en el vaso sanguíneo que impiden la llegada de sangre al cerebro. La aterosclerosis se debe al depósito de material graso (placa de ateroma) en las paredes internas del vaso sanguíneo produciendo la disminución de la luz del vaso y, en consecuencia, imposibilita el aporte de sangre al cerebro¹⁵.
2. Infarto cardioembólico: en este caso se caracteriza por enfermedad en el corazón que favorece en la formación de trombos¹⁵.
3. Infarto lacunar: el infarto se localiza en las arterias perforantes, por lo cual se consideran infartos de tamaño pequeño (<15 mm de diámetro). No afecta la corteza cerebral y el más común en personas con antecedentes de hipertensión o factores de riesgo vascular¹⁵.
4. Infarto de causa rara: son poco frecuentes, se debe a enfermedades de las arterias (displasia fibromuscular, estasis arteriales, etc.) o por enfermedades sistémicas (trastornos de la coagulación, disección arterial, etc.) o puede ser la primera manifestación de la enfermedad¹⁵.
5. Infarto de causa indeterminada: la causa no está aclarada o coexisten dos o más posibles causas¹⁵.

El ACV hemorrágico es una extravasación de sangre en la cavidad cefálica, consecuencias de una rotura del vaso sanguíneo, arterial o venoso, por mecanismo espontáneo, no traumático. Cuenta con variabilidad en localización, forma y tamaño que se explican a continuación¹⁶

Hemorragia intracerebral: se presenta comúnmente en pacientes con hipertensión arterial, la sintomatología comienza de forma aguda, con cefaleas, focalidad neurológica y alteración de la conciencia¹⁶.

1. Hemorragia profunda: es subcortical, afectando los ganglios basales y el tálamo. La hemorragia se dirige al sistema ventricular y clínicamente muestra deficiencia en el lenguaje, alteración en el campo visual y trastornos del nivel de conciencia¹⁶.
2. Hemorragia lobular: es cortical o subcortical, predomina en las regiones temporoparietales, pero en cualquier hemisferio. En su etiología debe considerarse malformaciones vasculares, los tumores y las discrasias sanguíneas, entre otras¹⁶.
3. Hemorragia cerebelosa: muestra diferentes hallazgos según su volumen, donde más de 3 cm indica progresión rápida y fatal. Presenta cefalea occipital o frontal, síndrome vestibular agudo y ataxia¹⁶.
4. Hemorragia del trocero cerebral: comúnmente suele localizarse en la protuberancia y rara vez en el bulbo¹⁶.

Hemorragia intraventricular: la hemorragia se localiza en el interior de las paredes ventriculares, sin lesión parenquimatosa periventricular que pueda originarla. Su presentación clínica se asemeja a una hemorragia subaracnoidea¹⁶.

Hemorragia subaracnoidea: la extravasación de sangre se localiza en el espacio subaracnoideo, la rotura de un aneurisma es su causa más habitual¹⁶.

El cuadro clínico se presenta con cefaleas atípica, pérdida de conciencia, diplopía, crisis epilépticas o signos neurológicos focales¹⁶.

IV.4 Factor de riesgo

Un factor de riesgo es una variable que puede ser formado por el propio cuerpo; o formado por un evento que tiene un origen externo. Ambos preceden al comienzo de la enfermedad. Se clasifican en factores de riesgos modificables y no modificables¹⁵.

Factor de riesgo No modificables	Factores de riesgo modificables
Edad	Hipertensión arterial
Sexo	Diabetes mellitus
Raza	Dislipidemia
Factor genético	Tabaquismo
Otros factores de riesgo	Alcoholismo
	Obesidad
	Drogas
	Anticonceptivos orales
	Dieta
	Inactividad física
	Cardiopatías

Tabla número 1. Elaboración propia basado en Sánchez JC, Amoza S, Martín IJ. Reeducción funcional tras un ictus. Elsevier; 2014

IV.4.1 Factores de riesgo no modificables

Los factores de riesgo no modificables son aquellas particularidades que permiten reconocer a un individuo o población con mayor probabilidad de padecer una enfermedad cerebrovascular. Entre los factores de riesgo no modificables se encuentra las siguientes¹⁵:

-*Edad*: con el paso del tiempo el daño producido por la edad repercute en el sistema cardiovascular junto con el aumento de otros factores de riesgo modificables aumentan el riesgo de sufrir un ACV¹⁵.

-*Sexo*: en general es más frecuente en hombres, pero en el caso del rango de entre 35-45 años y después de los 85 años, la prevalencia es mayor para las mujeres¹⁵.

-*Raza*: los individuos de raza negra tienen más incidencia a sufrir algún tipo de ACV por razones de una mayor prevalencia en hipertensión arterial, obesidad y diabetes en comparación con la raza blanca¹⁵.

-*Factor genético*: dentro de estos factores se encuentran antecedentes familiares, la interacción de factores genéticos y factores ambientales, y enfermedades vasculares cerebrales monogénicas¹⁵.

-*Otros factores de riesgo*: se considera como factores el bajo peso al nacer, los factores socioeconómicos, entre otros¹⁵.

IV.4.1 Factores de riesgo modificables

Los factores de riesgo modificables son aquellos los cuales pueden cambiar y ser corregidos para evitar o reducir el riesgo de sufrir un ACV¹⁵.

Dentro de los aspectos negativos de los factores modificables se encuentran:

-*Hipertensión arterial*: es el factor de riesgo más importantes del ACV isquémico y hemorrágico. Cuando el paciente presenta valores de presión arterial sistólica superior a 140mmHg o presión diastólica superior a 90mmHg, aumenta la probabilidad de sufrir un ACV¹⁵.

-*Diabetes mellitus*: asociado de forma significativa al ACV, con predominio al ACV isquémico de origen trombótico. Las mujeres tienen un riesgo relativo de la enfermedad mayor en comparación con los hombres¹⁵.

-*Dislipidemia*: los valores de colesterol >200mg/dl aumentan el riesgo de un ACV isquémico por causa aterotrombótico. Mientras que los valores bajos se asocian a un mayor riesgo de hemorragia intraparenquimatosa¹⁵.

-*Tabaquismo*: el riesgo de padecer un ACV isquémico es mayor en fumadores, ya que el tabaco aumenta la progresión de la placa de ateroma. En fumadores pasivo la probabilidad de sufrir una ACV aumenta hasta tres veces¹⁵.

-*Alcoholismo*: aumenta el riesgo de sufrir cualquier subtipo de ACV. Con más posibilidad de producir un ACV hemorrágico¹⁵.

-*Obesidad*: cuanto mayor es el índice de masa corporal, mayor es el riesgo de sufrir un ACV. En el caso de la obesidad con predominio abdominal con valores de circunferencia de cintura <102cm en hombre o >88 en mujeres, es un índice de riesgo para isquemia cerebral¹⁵.

-*Drogas*: las drogas simpaticomiméticas producen varios mecanismos en el cuerpo que pueden causar una isquemia cerebral. Los mecanismos son vasoespasmo, miocardiopatía, arritmias, infarto agudo de miocardio, endocarditis, entre otros¹⁵.

-*Anticonceptivos orales*: aumentan la probabilidad de un ACV por causa aterotrombótica, relacionado por su factor estrogénico¹⁵.

-*Cardiopatías*: dentro de las patologías cardíacas que se vinculan a un riesgo de ACV se encuentran los trastornos del ritmo cardíaco, las valvulopatías, los trastornos de miocardio y el foramen oval impermeable¹⁵.

En cuanto a los aspectos positivos en los factores modificables se encuentran:

-*Dietas*: incorporar en la dieta el aumento en el consumo de frutas y vegetales, además de disminuir el sodio y las grasas ayudan a reducir el riesgo de ACV¹⁵.

-*Actividad física*: es recomendable 150min de ejercicio de intensidad moderada o 75min de ejercicio a alta intensidad por semana para reducir los riesgos de ACV. Ya que mediante la actividad física regula la presión arterial, el peso, la enfermedad cardiovascular y la diabetes¹⁵.

IV.5 Estadios post-ACV

- Fase aguda: comienza con la instauración inicial del ACV, el paciente se encuentra en cama²². El tratamiento se fija en la restauración del flujo sanguíneo

para lograr descender las secuelas y las probabilidades de mortalidad del paciente¹⁵.

- Fase subaguda: esta etapa inicia con el paciente clínicamente equilibrado y estable, principalmente las funciones cardiorrespiratorias, además el paciente debe comprender las indicaciones dadas por el kinesiólogo y favorecer a la participación en la rehabilitación⁴⁹.
- Fase crónica: esta fase empieza cuando el paciente ha vencido la etapa subaguda, en esta etapa el paciente cuenta con un programa de rehabilitación que será necesario para toda su vida⁴⁹.

IV.6 Marcha

La marcha de un paciente que ha sufrido un ACV tiende a mostrar rasgos asimétricos en comparación con la marcha de una persona sin patología alguna⁹.

En la asimetría temporal se tiene en cuenta el tiempo de oscilación, el tiempo de postura o una relación entre las dos extremidades entre el tiempo de oscilación y la postura, se refleja en la marcha patológica con un aumento en el tiempo de oscilación del miembro parético y/o aumento en el tiempo de apoyo en el miembro no afectado, produciendo una reducción de la velocidad de la marcha, ya que aumenta el tiempo de la zancada y reduce el periodo de cadencia⁹.

Mientras que la asimetría espacial hace referencia la diferencia en la longitud del paso parético y no parético, generalmente se observa una longitud del paso más amplia del lado parético, pero pueden encontrarse pacientes que muestran una asimetría en dirección opuesta. Esta característica específicamente no afecta la velocidad de la marcha⁹.

En cuanto a la fase de apoyo, en un paciente sin patología el inicio de la marcha comienza con unos 15° de flexión de cadera en el apoyo de talón, y prosigue a un 10° de extensión durante la fase de apoyo en periodo final, con el objetivo de direccionar el tronco hacia delante y permitir un paso contralateral normal, en comparación con la marcha del paciente con ACV esto no se ve reflejado por que se observa una limitación que disminuye la extensión de la cadera⁹.

Las razones por el cual la extensión de cadera esta disminuida puede ir desde un acortamiento excesivo del extensor de cadera o una sobre activación del musculo flexor de la cadera. En la fase de apoyo, comúnmente la sobre activación de los músculos flexores plantares contribuyen a una disminución en la extensión de la cadera, yaque esta sobre activación evita la dorsiflexión del tobillo, interviniendo en la progresión de la pierna necesaria para la extensión de cadera⁹.

La rodilla puede demostrar tres patrones distintos, 1) aumento de la flexión de la rodilla durante la fase de apoyo; 2) reducción de la flexión de rodilla en la fase inicial de apoyo, seguida de hiperextensión de rodilla en fase final de apoyo y movimiento retrasado de la flexión de rodilla en la fase inicial de balanceo; o 3) hiperextensión de rodilla en toda la fase de apoyo, las causas puede ser hiperactividad de los músculos de la pantorrilla, que dirige la parte inferior de la pierna hacia atrás y la obligue a hiperextenderla o que sea un mecanismo compensatorio para que la pierna parética soporte peso⁹.

Por otro lado, normalmente el tobillo comienza con 8° de dorsiflexión en la fase inicial hasta llegar a unos 17° de flexión plantar para lograr el despegue de los dedos de pie, para contribuir a la propulsión hacia delante y aumentar la longitud del paso contralateral. En el caso de los pacientes con ACV la hiperactividad de los flexores plantares del tobillo hace que el pie se coloque en una forma plana en el inicio de la fase de apoyo, evitando así la flexión de la puntera la cual afecta directamente al despegue del pie y la propulsión de la pierna para lograr el paso⁹.

En la fase de balanceo, dentro de la normalidad se necesita una flexión de cadera y oscilación lateral del tronco, la cadera comienza con 9° de extensión en el despegue del pie, hasta llegar a 20° de flexión de cadera en la mitad de balanceo, para lograr el avance de la extremidad oscilante con una longitud de paso normal. Encambio, en los pacientes con ACV que tiene la incapacidad para realizar la flexión de cadera, ocurre que inician la fase temprana de balanceo con movimientos lentos de pelvis y del tronco, y dirigen el peso corporal al lado no afectado produciendo una disminución del espacio libre entre los pies⁹.

En cuanto a la rodilla, en la normalidad dentro del primer tercio de la fase de balanceo la rodilla llega a un ángulo máximo de 65° de flexión y antes del contacto inicial del talón llega a una flexión de 4°⁹.

En los pacientes con ACV la flexión de rodilla se encuentra disminuida durante la fase de balanceo, a causa de una hiperactividad del musculo recto femoral y un empuje inadecuado. Además, la disminución de la flexión de cadera y la hiperactividad de los músculos flexores plantares contribuyen a un patrón de marcha de rodilla rígida. Asimismo, en la fase de balanceo la rodilla puede mostrar una disminución en la extensión antes del golpe de talón, por excesivo trabajo de los flexores de rodilla o por una rigidez de la parte anterior del muslo⁹.

Por otro lado, el tobillo debe mantener una posición neutra en la mitad del movimiento hasta el contacto inicial, para facilitar la separación de las extremidades y evitar el choque de los dedos del pie contra el suelo, en contraste los pacientes con ACV tienen falta de trabajo por parte de los dorsiflexores e hiperactividad de los flexores plantares⁹.

Junto con las compensaciones de las demás articulaciones ya mencionadas, producen la reducción del espacio libre entre los pies, el arrastre de los dedos y una circunducción compensatoria de la pierna⁹.

IV.7 Evaluación

El uso del examen neurológico estandarizado asegura que los componentes primordiales de un examen neurológico se realicen de manera ordenada⁴⁶.

Escala de acciones cerebrovasculares de los institutos Nacionales de la Salud⁴⁶

Esta escala se utiliza para medir la gravedad del ACV, cuenta con 11 categorías, dentro de sus categorías incluye nivel de conciencia, evaluación de mirada, visual, parálisis facial, brazo motor, pierna motora, ataxia de extremidades, sensorial, lenguaje, disartria e inatención⁴⁷. Su puntuación oscila entre 0 a 42, de acuerdo con esta puntuación 7 o menos es un ACV leve, de 8 a 14 es un ACV moderado, y 15 o más se considera un ACV grave⁴⁸.

	Título	Respuestas y puntajes
1 ^a	Nivel de conciencia	0: alerta 1: somnolencia 2: obnubilación 3: coma/no responde
1B	Preguntas de orientación	0: responde ambas correctamente 1: responde correctamente 2: no responde correctamente
1C	Respuestas a comando	0: realiza ambas tareas correctamente 1: realiza 1 tarea correctamente 2: no realiza ninguna tarea
2	Mirada	0: movimientos horizontales normales 1: parálisis parcial de la mirada 2: parálisis completa de la mirada
3	Campo visual	0: sin defecto del campo visual 1: hemianopsia facial 2: hemianopsia completa 3: hemianopsia bilateral
4	Movimiento facial	0: normal 1: debilidad facial menor 2: debilidad facial parcial 3: parálisis unilateral completa
5	Función motora en brazo	0: sin desvío 1: desvío antes de 5 segundos 2: caída antes de 10 segundos 3: sin esfuerzo contra la gravedad 4: sin movimiento
6	Función motora en pierna	0: sin desvío 1: desvío antes de 5 segundos 2: caída antes de 5 segundos 3: sin esfuerzo contra la gravedad 4: sin movimiento
7	Ataxia de las extremidades	0: sin ataxia 1: ataxia en 1 miembro 2: ataxia en 2 miembros
8	Sensorial	0: sin pérdida sensorial 1: pérdida sensorial leve 2: pérdida sensorial grave
9	Lenguaje	0: normal 1: afasia leve 2: afasia grave 3: afasia muda o global
10	Disartria	0: normal 1: disartria 2: disartria grave
11	Extinción o falta de atención	0: ausente 1: leve (pérdida de 1 modalidad sensorial perdida) 2: grave (pérdida de 2 habilidades perdidas)

IV.8 Tratamiento Kinésico

IV.8.1 Realidad virtual

La Realidad virtual se define como el *“uso de simulaciones interactivas creadas con hardware y software de computadora para presentar a los usuarios oportunidades para participar en entornos que parecen y se sienten similares a los objetos y eventos del mundo real”*²¹

El término Realidad Virtual se empezó a utilizar a fines de la década de 1980, con el paso de tiempo la realidad virtual se fue instalando como una herramienta en la rehabilitación, como así también dentro del sistema de salud, el cual se transformó en un tipo de tratamiento disponible y accesible⁵².

La RV es una tecnología novedosa formada por la colaboración de diferentes campos científicos, entre ellos la biomecánica, la ingeniería de tecnologías de internet, la rehabilitación y la neurociencia cognitiva. Este método es utilizado en la rehabilitación de los pacientes con ACV, por lo que se logra a través de programas de ejercicios creados para simular objetos y actividades de la vida real utilizando una computadora⁴⁹.

La RV exagera un mecanismo cerebral conocido como simulación incorporada que aumenta el esfuerzo que impone el paciente sobre el tratamiento⁵². Es más, se le brinda un entorno interactivo, motivacional y participativo, que puede ser manipulado por el terapeuta para crear un tratamiento individualizado³ y de retroalimentación en tiempo real el cual contribuye a la recuperación motora²⁵.

Fisiológicamente la RV aumenta la función de las neuronas espejo, a través del mecanismo en el cual el individuo observa una acción realizada por otra persona, que a

su vez se ve reflejado en el individuo que observa y se activa un conjunto de neuronas que codifican esa acción. De esta manera se activa el sistema motor por la activación de las neuronas en espejo⁵³.

El paciente interactúa en una simulación que se asemeje a lo real o simplemente imaginario, se coloca al paciente en situación de práctica del gesto motor, las cuales varían en exigencias, creando tareas duales o situaciones inesperadas ya que son ajustadas por el terapeuta, con el objetivo de que el paciente aprenda a adaptarse a diferentes situaciones mientras practica su marcha⁵⁰.

La RV es utilizada como una importante herramienta de entrenamiento sensoriomotor, el efecto visual de retroalimentación ofrece modular una red neuronal en la corteza motora, premotora y parietal, de esta manera favoreciendo la reorganización cortical²³. Igualmente, la posibilidad de un feedback visual permite una autocorrección inmediata del paciente, acompañado de un entrenamiento repetitivo, intensivo, y específico para la funcionalidad de las tareas, ayudando la activación de la plasticidad neuronal³⁻²³.

El mecanismo por el cual el usuario interactúa con la RV va desde un dispositivo simple; como un mouse o un joystick, a un sistema más elaborado; con el uso de cámaras, sensores o dispositivos de retroalimentación táctil. De modo que, la intervención también varía, ya que, el paciente puede demostrar diferentes niveles de capacidad física, que van desde un estado inactivo, por ejemplo, sentarse al frente de una computadora, hasta muy activo como puede ser movimientos que desafían todo el cuerpo²⁵.

La realidad virtual puede ser clasificada según el grado de inmersión, esto define la sensación de presencia o la ilusión de “estar allí” que proporciona el entorno virtual²⁵.

El “estar allí” puede ser creada por varias tecnologías o su combinación²⁵⁻²⁶.

- *No inmersivo*: ejemplo; desde una estación de trabajo convencional, el usuario navega por los entornos de 2D con el teclado y el mouse²⁵. A través de la pantalla de una computadora o un sistema de juegos de consola con una perspectiva en tercera persona²⁶.(Imagen N°1)
- *Semi-inmersivo*: ejemplo; en este caso se utiliza sistema de proyecciones, por esto es necesario que el sujeto se coloque en bipedestación sobre una

plataforma de fuerza mientras ven una representación de virtual en 3D proyectada en una pantalla grande²⁵⁻²⁶. (Imaginen N°2)

- *Totalmente inversivo*: ejemplo: se logra a través de un hardware, en donde la visión del usuario está totalmente involucrada a través de una pantalla montada en la cabeza (HMD), un sistema de proyección de pantalla grande (SPS), o un entorno virtual automático de cueva (CAVE)²⁵⁻²⁶.(Imagen N° 3)

Hay que tener en cuenta que no solo se realiza una retroalimentación visual, sino que también se le puede proporcionar una estimulación por medio del oído, el tacto, el movimiento, el equilibrio o el olfato²⁴.

El uso de la tecnología en la rehabilitación para crear un entorno virtual²⁶ se dirige en la búsqueda de inducir a la reorganización cortical, mejorar la movilidad funcional y la calidad del movimiento³.

La ventaja de utilizar la RV en la rehabilitación es el poder de enfrentar a los pacientes a interactuar con objetos y eventos en tiempo real de manera óptima en un entorno acorde a la situación. Además, se desafía al paciente a adaptar su forma de caminar, porque se lo expone a situaciones inesperadas, tareas duales o a resolver problemas a partir de sus habilidades²¹.

Por otra parte, el paciente accede a un entorno seguro, ya que resguarda las limitaciones cognitivas, motrices y psicológicas⁴⁹.

La RV es ventajosa ya que ofrece tareas orientadas a objetivos y a repetición. Por lo tanto, tiende a facilitar un entorno enriquecido de posibilidades, donde los pacientes pueden descifrar y solucionar problemas, incluso controlar nuevas habilidades²⁴.

También a través de la realidad virtual se logra la disminución de las barreras que evitan el acceso al servicio de rehabilitación, las barreras más comunes son las barreras geográficas y las de accesibilidad⁵¹.

La realidad virtual muestra efectos colaterales sobre el paciente, los cuales puede aparecer por el nivel de inversión y tener una duración de 1 hora o 6 horas después, incluso 24 horas después de la exposición⁶⁶.

Esto sucede por problemas en la integración sensorial y espacial, el cual desarrolla una errónea adecuación entre el sistema visual, el sistema vestibular y el sistema postural.

En el momento que el paciente está expuesto a la RV, se reciben señales de movimiento, pero el sistema vestibular no detecta movimiento y tampoco cambios posturales, en ese momento el paciente no logra integrar rápidamente esta información y se producen molestias y problemas fisiológicos. Dentro de los efectos colaterales más frecuentes se encuentran náuseas, molestias estomacales, trastornos visuales, desorientación, inestabilidad postural, dolor de cabeza y dolores posturales⁶⁶.



IMAGEN N°1: Sistema No inversivo basado en un juego. Extraído de Entrenamiento de remo en canoa con realidad virtual basado en juegos para mejorar el equilibrio postural y la función de las extremidades superiores: un estudio controlado aleatorio preliminar de 30 pacientes con accidente cerebrovascular subagudo. Med Sci Monit [Internet]. 2018.



IMAGEN N°2: Sistema semi-inmersivo, extraída de Realidad virtual: marcha mejorada en personas después de un accidente cerebrovascular: efecto de la velocidad del flujo óptico y el nivel de inmersión en la biomecánica de la marcha. J Neuroeng Rehabil [Internet]. 2023

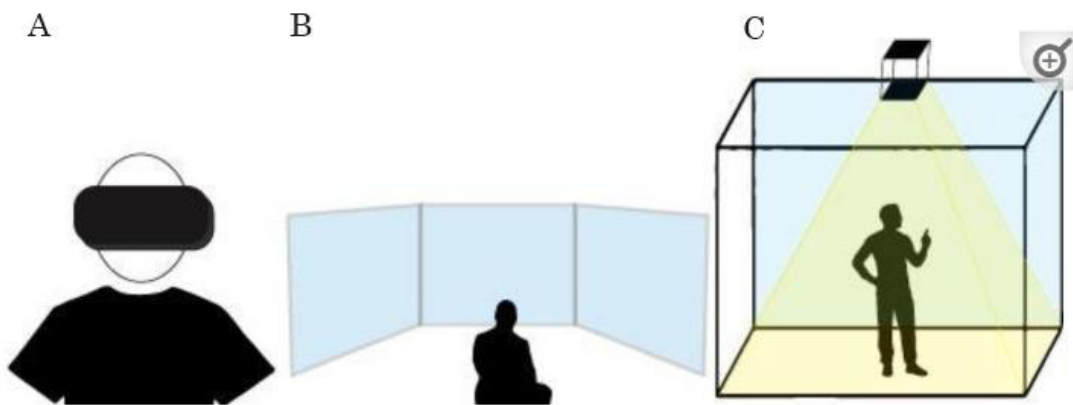


Imagen N 3: Sistema totalmente inmersivo. A) pantalla montada en la cabeza, B) proyección total, C) entorno virtual automático de cueva, extraída de artículo Realidad virtual inmersiva en la rehabilitación posterior a un accidente cerebrovascular: una revisión sistemática. 2023.

IV.8.2 Imaginación motora

La Imaginación Motora es una representación mental de un movimiento sin involucrar su movimiento real en el cuerpo, la cual se logra a través de un proceso semejante a la percepción en ausencia de cualquier información externa²⁷.

Dentro de la imaginación motora existen dos formas de llevarla a cabo: por un lado, las *imágenes motoras implícitas*, donde consiste en observar imágenes o videos, sin necesidad de que el paciente asuma el trabajo de imaginar un movimiento; por otro lado, las *imágenes motoras explícitas* básicamente el paciente debe imaginar de forma consciente y voluntaria la secuencia de movimiento, sin movimiento real de ninguna parte del cuerpo²⁷⁻²⁸.

Además, la imaginación motora cuenta con varios componentes las cuales son:

- *Simulación mental*: es preciso que el paciente simule mentalmente la realización de un movimiento, donde deben generar una representación de ellos mismos ejecutando la acción deseada, visualizando el cuerpo y los movimientos⁶².
- *Imágenes cinestésicas*: corresponden a la experiencia subjetiva que implica imitar las sensaciones de movimiento, la sensación de posición y el esfuerzo del cuerpo⁶².
- *Imágenes visuales*: comprende la visualización de movimientos corporales, incluyendo el contexto ambiental y cualquier objeto relevante dentro del entorno⁶².
- *Imágenes temporales*: es el proceso en el cual la representación mental se destacan la sincronización y la secuencia del movimiento, haciendo hincapié en la duración, el ritmo y la coordinación de las acciones, lo que permite reafirmar mentalmente las habilidades motoras⁶².

El poder de imaginar una secuencia de movimiento y reproducir la acción de forma física tienen aspectos comunes, pero existe una disociación de estos dos procesos, esto ayuda a comprender como las personas que han sufrido un ACV pueden realizar representaciones internas, aunque no puedan realizar el movimiento²⁹.

El proceso de la imaginación motora no depende de la capacidad de ejecutar el movimiento real, por lo tanto, los pacientes con ACV pueden utilizarlo como practica para entrenar el gesto motor y así contribuir a la recuperación física³¹.

Llevando este método de reeducación a la práctica, se habla con el paciente y se decide de forma conjunta el tipo de movimiento a entrenar, eligiendo entre movimientos aislados o movimientos vinculados a tareas de la vida diaria, por ejemplo, algún gesto motor relacionado con un deporte o el gesto motor de tocar un instrumento musical⁶⁰.

Cuando se decide el movimiento a realizar, se le comunica al paciente que debe realizar la tarea motora mental en repetidas ocasiones una tras otra y en una velocidad cómoda, esta práctica se realiza en un tiempo determinado con el objetivo de inducir patrones de sincronización sostenidos. Como se nombró anteriormente, se debe prestar atención a la velocidad de la representación mental y evitar imaginar movimientos muy rápidos o lentos para evitar que el paciente imagine secuencias de movimientos automatizados o sucesiones de movimientos individuales aislados⁶⁰.

Las IM están íntimamente conectada al aprendizaje motor, por lo que apunta al proceso de adquisición y refinamiento de habilidades motoras mediante la practica repetitiva. Es por esto, que las IM favorecen el aprendizaje motor a través de 3 fases⁶²:

- *Ensayo cognitivo*: permite al paciente ensayar los movimientos mentales y por consecuencia fomentar la planificación cognitiva y la organización de las acciones. Al ensayar en repetidas ocasiones se optimiza sus planes motores, mejorando la precisión, la coordinación y la sincronización.
- *Activación neuronal*: al estimular los mismos circuitos que se activan con la ejecución física, fomenta al cambio neuroplástico que respalda al aprendizaje motor, con la activación repetida de estos circuitos neuronales se refuerza la adquisición de las habilidades y la consolidación motora.
- *Transferencia de habilidades*: las IM refuerza la transferencia en las habilidades entrenadas desde un punto cognitivo a un punto físico, ya que los individuos desarrollan una comprensión más profunda del movimiento⁶².

La representación de imagen en el cerebro activa en conjunto una red que abarcan diferentes áreas motoras centrales, las cuales son la corteza motora primaria, el área

motora suplementaria y la corteza premotora, que son las encargadas de la planificación, iniciación y ejecución de comandos motores. Sin embargo, otras estructuras como los ganglios basales, el putamen, el cerebelo, el lóbulo parietal inferior y superior, y áreas somatosensoriales también intervienen en la representación mental⁵⁶.

Asimismo, intervienen el lóbulo parietal superior y el lóbulo parietal inferior con una función crucial de integración sensoriomotora durante las imágenes motoras. Esta integración fusiona la información virtual, propioceptiva y cinestésica, logrando una representación mental razonable del movimiento⁶².

La imaginación motora se apoya en el sistema neuronas en espejo, ya que son una clase de neuronas visomotoras que aumenta su actividad sináptica cuando se realiza la ejecución o la observación de un movimiento dirigidos a un objetivo²⁹. Los individuos guardan esquemas motores para la ejecución del movimiento real, cuando se utiliza la IM refuerzan estos patrones de movimiento, este proceso utiliza los mismos esquemas motores de un movimiento real para reforzar los patrones de coordinación y lograr el desarrollo de habilidades motoras³⁰, a través de la imitación motora, la comprensión de las intenciones de los demás y la facilitación a la simulación interna de los movimientos observados⁶².

Se considera a este tipo de tratamiento como un método de “puerta trasera al sistema motor” ya que, el paciente con ACV desempeña un tipo de rendimiento motor independientemente de la función residual que haya quedado⁵⁷. Aunque cualquier tipo de persona puede representar una imagen en su mente, la capacidad de visualizar esa imagen no es la misma en todas las personas, sin embargo, se ve alterado por las diferencias existentes en cada individuo. En cuanto mayor sea la capacidad del individuo de representar esa imagen en su mente, mayor será los beneficios de la IM, por esa razón reconocer las diferencias en la visualización motora de cada individuo ayuda a mejorar los resultados de esta intervención⁵⁸⁻⁶².

Al momento de implementar la imaginación motora en el tratamiento, el método no necesita la utilización de ningún equipo o máquina para poder realizarla, es por ello que los pacientes con ACV puede realizar dicho método fácilmente en sus casas después de recibir la capacitación profesional correspondiente⁵⁷.

Por otro lado, disminuye la carga financiera de los pacientes con ACV y de su familia los cuales afrontan un tratamiento a largo plazo⁵⁷. Por ende, esta metodología de

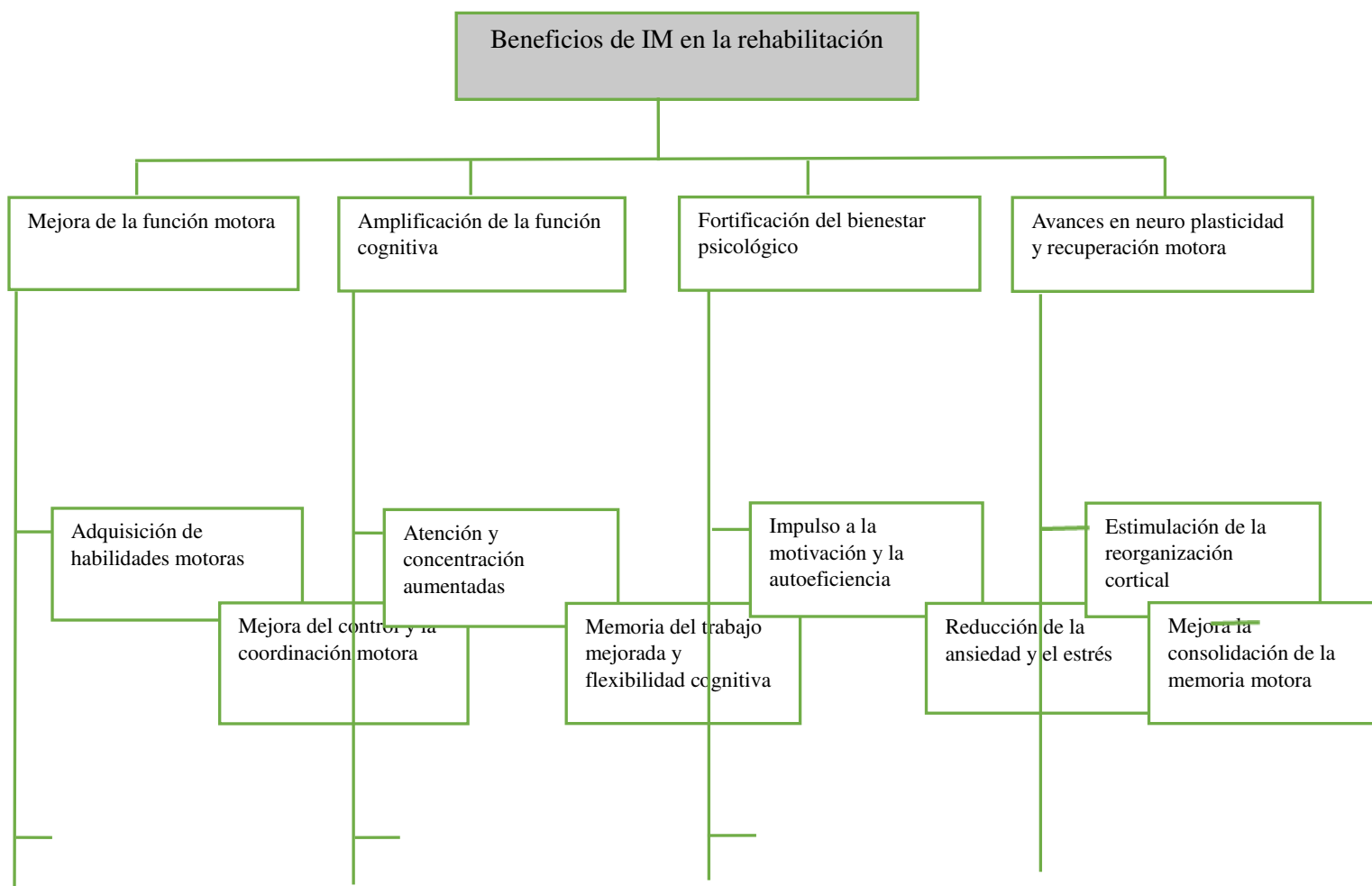
reeducación de la marcha se considera de bajo impacto económico en el paciente, además es una alternativa de fácil aplicación y por lo tanto fácil ejecución para el individuo con ACV, apartando a este grupo a las personas con trastornos cognitivos²⁸.

Luego que el paciente supere la etapa aguda del ACV, se recomienda comenzar con el tratamiento de imaginación motora, inclusive si el paciente no logra realizar movimientos activamente, ya que la utilización de la imaginación motora logra favorecer la reactivación temprana de las áreas cerebrales que también intervienen en la ejecución motora⁵⁹.

Al momento de poner en práctica la imaginación motora existen varios factores que pueden influir negativamente en el tratamiento, uno de los factores puede ser el envejecimiento y el deterioro del paciente, también el tipo de tarea requerida y la representación corporal durante la imaginación motora⁵⁹.

Asimismo, se debe tener en cuenta que cuando se realiza la representación mental en reiteradas ocasiones pueden inducir a la fatiga mental, que se define como un estado psicobiológico de disminución del rendimiento cognitivo por una actividad cognitiva excesiva. Ya que, desde una perspectiva metabólica representa un gasto de energía alta, porque se aumentan las señales que llegan a las áreas corticales y subcorticales por la activación exorbitante. Por ello se recomiendan sesiones de duración por debajo de los 20 min para prevenir su aparición⁶¹.

Sin embargo, el uso de las IM en la rehabilitación de los pacientes con ACV, tiene aspectos positivos las cuales reafirman las funciones motoras, aumenten las capacidades cognitivas, amplifica el bienestar psicológico y fomenta la neuroplasticidad y la recuperación motora, en el siguiente cuadro se detallan estos aspectos⁶¹.



Rehabilitación para el tratamiento de deficiencias motoras específicas

Optimización en la función ejecutiva

Promoción de la conciencia corporal y el sentido de propiedad

Facilitación del reaprendizaje y la comprensión

Cuadro N° 1: Beneficios de IM en la rehabilitación, extraído de A quantitative investigation of mental fatigue elicited during motor imagery practice: Selective effects on maximal force performance and imagery ability. Brain Sci [Internet]. 2023.

IV.8.3. Estimulación eléctrica funcional

La Estimulación eléctrica funcional utiliza la estimulación eléctrica neuromuscular para lograr la activación de los músculos en el momento de realizar un movimiento³³. El EEF conlleva la colocación de electrodos en un punto motor para enviar una corriente eléctrica y producir una contracción muscular⁶³

La estimulación eléctrica funcional se compone de elementos básicos los cuales son un estimulador eléctrico, los electrodos que administran la estimulación y sensores para permitir el control del paciente⁶⁵.

- *Estimulador eléctrico*: es el encargado de generar las descargas eléctricas para producir las contracciones musculares, esta estimulación se logra a través de un par de electrodos utilizados para administrar pulsos de estimulación complejos.

- *Electrodos de estimulación:* se diferencian por el nivel de invasividad, colocados en la superficie del cuerpo o directamente implantados total o parcialmente.
- *Sensores:* se colocan para permitir un nivel adicional de personalización, como por ejemplo un goniómetro para activar la estimulación del músculo al detectar cierto rango del movimiento⁶⁵.

Existe una clasificación enEEF, las cuales son *no invasivo e invasivos*, con respecto EEF no invasivo los electrodos se adhieren a la superficie del cuerpo⁶³, estos electrodos que puede ser rígidos o flexibles suelen utilizarse con hidrogel, crema o gel conductor para lograr reducir la impedancia de la interfaz electrodo-piel³². La amplitud de corriente utilizada varia de 2 mA a 120mA, su colocación en la piel facilita la intervención temprana y permite modificar la intensidad eléctrica sin cirugía⁶³.

Estos electrodos se colocan en la superficie de la piel, donde proporciona corrientes eléctricas transcutáneas para estimular los nervios periféricos que activan los músculos³⁵. Sin embargo, este tipo de estimulación no es factible apuntar a la estimulación de músculos profundos, ya que requiere mayor intensidad y puede dar como resultado la estimulación de músculos no específicos⁶³

Por otro parte, elEEF no invasivo ha demostrado algunos aspectos negativos como, cambios en la resistencia en la piel produciendo irritación, molestia física e incomodidad estética³⁵. Además, el uso de electrodos transcutáneos puede aumentar el riesgo de lesión en la piel en pacientes con déficit cognitivos o sensoriales. Otro aspecto negativo aparece por la intolerancia del paciente a causa de la activación de los receptores del dolor, la mal ubicación de los electrodos, la fijación insegura de los mismo y la deficiencia en la contracción muscular⁶³.

En cambio, en la EEF invasivo los electrodos se clasifican en electrodos implantados y percutáneos, los cuales se diferencian por su duración y la profundidad de colocación⁶³. Por un lado, los electrodos implantados se utilizan con un objetivo de uso a largo plazo y su ubicación es cerca del nervio objetivo. En cambio, los electrodos percutáneos son elegidos con el fin de utilizarlos un corto plazo y normalmente se colocan en la piel para que a través de ella penetren y estimulen parcialmente las neuronas motoras. Con respecto a la amplitud de corriente utilizada para el EEF invasivo es de 25mA, su colocación requiere cirugía y su ubicación e intensidad eléctrica no se puede modificar⁶³.

Los electrodos de tipo EEF invasivo son intramusculares que se implantan y se conducen de forma inalámbrica o a través de cables percutáneos³⁴. Existen diferentes tipos de electrodos, los cuales son epimisial, epineural, intraneural y manguito. En el caso de los electrodos de tipo epimisial están sobre el musculo, el electrodo epineural se coloca sobre el nervio, el electrodo intraneural se encuentra dentro del nervio y el manguito se encuentra alrededor del nervio⁶⁴

Para comprender el funcionamiento del EEF, se debe tener en cuenta su neurofisiología. Este sistema se limita a la disfunción de la motoneurona superior, ya que el EEF necesita que la motoneurona inferior este intacta, porque el punto motor de nervio proximal puede ser estimulado a través de este sistema. El potencial de acción que produce el EEF es idéntico al fenómeno “a todo o nada” del potencial de acción que se produce de forma fisiológicamente natural⁶⁴.

No obstante, hay una diferencia en el reclutamiento de las fibras musculares, cuando el potencial de acción se produce de forma fisiológicamente natural se inicia reclutando las neuronas de menor diámetro para luego reclutar las fibras de mayor diámetro, en cambio cuando el potencial de acción lo produce el EEF lo hace a través del “orden de reclutamiento inverso”, esto quiere decir que recluta primero las fibras nerviosas de gran tamaño, luego las de menor tamaño por lo tanto inerva unidades motoras grandes. Se debe tener en cuenta que cuando se manipula los parámetros del estímulo, la amplitud, la duración del pulso y la frecuencia afecta directamente a las características de la fuerza de contracción muscular⁶⁴.

Por ello, en el momento de la colocación del EEF para corregir la marcha del paciente se debe determinar los valores de los distintos parámetros de la estimulación. Tanto la ubicación de los electrodos y la intensidad de la estimulación que se utilizara para lograr el movimiento objetivo⁶⁵.

La colocación de electrodo debe realizarse sobre el musculo que se busca estimular, esto se logra con el conocimiento de la anatomía funcional, aunque localizar la ubicación optima del electrodo se trate de una prueba y error, una vez colocado el electrodo sobre el recorrido del nervio del musculo a activar, se administra la estimulación y se verifica que el movimiento logrado sea el deseado. Por otro lado, la intensidad que se utilice determinara que músculos se contraen y su fuerza de contracción. A medida que se aumenta la intensidad de la estimulación se tiene en cuenta varios valores clínicos:

- *Umbral sensorial*: es la menor intensidad en la cual el paciente puede percibir la estimulación, aun sin la producción de algún movimiento.
- *Umbral motor*: es la mínima intensidad requerida para producir una contracción visible.
- *Intensidad máxima tolerable*: es el nivel de intensidad más alto que el paciente tolera sin sentir molestias.
- *intensidad de estimulación operativa*: es la intensidad utilizada para administrar estimulación durante el uso real de EEF.

En el caso de los pacientes con ACV con marcha patológica se utiliza para la estimulación de los músculos dorsiflexiones del pie para evitar la caída de este en la fase de balanceo y permitir un patrón de marcha que se aleje de lo patológico³⁶⁻⁶³.

Además de los beneficios del uso del EEF para tratar el déficit en la marcha del paciente con ACV, el EEF muestra infinidad de beneficios a nivel sistema nervioso central, acompañado de mejoras en la estructura del cuerpo y como resultado un aumento en la funcionalidad, estos beneficios se explican a continuación.

Como ya se mencionó, el EEF produce contracciones musculares inducidas por una corriente eléctrica pero además proporciona un acondicionamiento para reforzar las conexiones neuronales y lograr alteraciones corticales³⁴. A nivel central fortalece las sinapsis espinales e induce cambios corticales, ya que, hay un aumento de la excitabilidad, el metabolismo y la reorganización de la corteza motora³⁴.

Asimismo, produce un efecto protésico, ya que aumenta el rendimiento de la marcha y lo torna más eficaz, este efecto se evidencia por la disminución en el gasto de energía, a través del aumento de los parámetros de la velocidad al caminar, el incremento del ángulo de la dorsiflexión paretica del tobillo al pisar el talón y el aumento en la potencia de flexión plantar paretica al impulsarse⁶⁴.

También impide la atrofia muscular por desuso, reduce los espasmos y disminuye el tono muscular³⁶. Así mismo, puede utilizarse para aumentar el rendimiento físico y mejorar el rango de movilidad, de igual forma se puede utilizar para volver a aprender a reclutar las fibras musculares y así favorecer la activación muscular en la extremidad inferior paretica⁶³.

En términos generales el EEF permite la activación de señales eferentes desde la periferia, que logran una mayor funcionalidad en la fuerza de contracción y aumentan la resistencia a la fatiga muscular³⁴.

De acuerdo con el uso correcto del EEF se debe tener en cuenta estas contraindicaciones⁶⁵.

- *Mal estado de la piel:* la aparición de lesiones por presión o irritación en la piel impiden la colocación de electrodos autoadhesivos.
- *Epilepsia mal controlada:* en el caso de que haya pasado un tiempo considerable sin experimentar un episodio de epilepsia y este controlado con medicación, se puede utilizar EEF.
- *Embarazo:* se toma precaución, ya que se desconoce el efecto del EEF sobre el feto.
- *Marcapasoscardiacos:* la estimulación eléctrica puede interferir en el funcionamiento del marcapaso.
- *Tumor canceroso:* cuando el tumor se localiza en el área de estimulación eléctrica, no se debe utilizar EEF porque es posible el incremento del tumor por el aumento de flujo sanguíneo.
- *Metal expuesto:* cuando el paciente tiene piezas metalizadas ortopédicas en el área de estimulación no debe utilizarse EEF.
- *Fractura no cicatrizada:* la contracción muscular que produce el EEF puede llevar a desplazar la fractura.
- *Toxina botulínica:* paciente que ha recibido tratamiento con toxina botulínica en los últimos 6 meses no puede recibir estimulación⁶⁵.

A modo ilustrativo en la imagen N°4 se observa la colocación de un EEF de un solo canal que inerva el recorrido del nervio peroneo, con objetivo que estimular la dorsiflexión de tobillo. Por otro lado, en imagen N° 5 se muestra un EEF de doble canal, el cual estimula la flexión-extensión de cadera y de rodilla para pacientes que muestran un mayor déficit en la marcha⁴².

Imagen N°4



Imagen N° 5



Imagen 1 y 2: Extraída de Neuromodulation for functional electrical stimulation. Phys Med Rehabil Clin N Am. 2019.

IV.8.4. Facilitación Neuromuscular Propioceptiva

La Facilitación neuromuscular propioceptiva fue desarrollada en la década del 1940 por el Dr. Herman Kabat y Margaret Knott y se utilizaban en pacientes con poliomielitis, tras el paso del tiempo y con su desarrollo se convirtió en un enfoque de rehabilitación para patologías de origen neurológico y musculoesquelético³⁷.

La FNP es definido como “método para promover o acelerar la respuesta del mecanismo neuromuscular a través de la estimulación de los propioceptores”³⁷.

La abreviatura FNP considera los términos *propioceptivos*, ya que hace referencia a

cualquier receptor sensorial que brindan información sobre el movimiento y la posición del cuerpo³⁹, comprende interoceptores (receptores musculares, tendinoso, articular) y exteroceptores (receptores cutáneos, visuales, auditivos, y vestibulares)⁶⁷; *neuromuscular* porque incluye nervios y músculos; y *facilitación* porque permite hacer el movimiento más fácil³⁹, permitiendo que el movimiento se efectúe de una forma coordinada, desde una perspectiva de emplear correctamente la fuerza, la movilidad, la estabilidad y la programación logrando adaptación a la tarea y a la situación en el cual se desarrolla ese movimiento⁶⁷.

La FNP cuenta con determinados principios las cuales son fundamentales para el tratamiento, por un lado este tipo de tratamiento se realiza desde un abordaje integral porque se tiene en cuenta la totalidad de la persona, además tiene en cuenta el potencial existente del paciente y trata de explotarlo al máximo, por otro lado se plantea el tratamiento desde una perspectiva positiva en lo físico y en psicológico, y por último el objetivo principal es acompañar al paciente a alcanzar su nivel de funcionalidad más alto⁴¹.

La FNP es un enfoque terapéutico que emplea información cutánea, propioceptiva y auditiva en busca de beneficiar la funcionalidad en el gesto motor, para que la marcha logre efectividad en el movimiento y el paciente alcance sus objetivos en el tratamiento³⁸.

El kinesiólogo utiliza esta técnica manual específica y controlada, para mejorar el estado funcional del paciente a través de la incorporación de movimientos en distintos planos, involucra una gran resistencia que se debe efectuar en sentido espiral y diagonal, para conseguir una mayor respuesta neuromuscular³⁸⁻³⁹. Además, este enfoque de tratamiento muestra una variabilidad en los efectos positivos sobre los pacientes, entre los cuales se muestran una mejora del dolor; aumento del rango de movimiento, aumento en la fuerza y la resistencia muscular; también mejora la coordinación, la estabilidad proximal y la progresión funcional³⁸.

Esta técnica reúne la exploración de los reflejos posturales (el más importante el reflejo de estiramiento) y el uso de la contracción excéntrica para la activación de los músculos agonistas³⁹, también promueve el fortalecimiento y relajación de los grupos musculares mediante contracciones concéntricas⁴⁰, en busca de fluides en el movimiento para lograr que la tarea se realice de forma efectiva³⁸.

Los procedimientos básicos del FNP suelen utilizarse en el tratamiento de cualquier diagnóstico, siempre que estos no causen dolor o lo aumenten⁴¹. Los procedimientos se dividen en propioceptores y exteroceptores. Por un lado, la estimulación de los propioceptores son⁶⁷:

Resistencia: imponer resistencia en una contracción muscular, aumenta la respuesta a la estimulación cortical⁴¹. Es producida en dirección opuesta al movimiento y en los tres planos del espacio en busca de facilitar la coordinación inter e intra muscular⁶⁷. En contracciones musculares excéntricas o concéntricas deben realizar el movimiento de forma armónica, mientras que los antagonistas de los músculos facilitadores se encuentran inhibidos, la actividad coordinada debe permitir aumentar la fuerza y el aprendizaje motor⁴¹.

Irradiación y refuerzo: cuando la resistencia es aplicada correctamente produce irradiación y refuerzo. Es la respuesta que aumenta la contracción o la relajación en los músculos sinérgicos y en los patrones de movimientos⁴¹. Esta irradiación puede aplicarse en sentido craneal-caudal, caudal-craneal, distal-proximal, proximal-distal, derecha-izquierda o izquierda-derecha ajustándose al estado físico del paciente⁶⁷.

Contacto manual: el contacto manual estimula los receptores de la piel y guía al paciente sobre la correcta dirección del movimiento, colocando la presión en sentido contrario al movimiento. Ayuda al musculo a desarrollar su capacidad de contraste y brinda seguridad y confianza al paciente⁴¹.

Posición y mecánica del cuerpo: el cuerpo del kinesiólogo debe estar alineado con el movimiento o fuerza deseada. La resistencia proviene del cuerpo del terapeuta, mientras que las manos y los brazos se mantienen relajados para percibir la respuesta de paciente. Además, evita que el terapeuta llegue a la fatiga y pueda facilitar el control de la dirección de la resistencia⁴¹. La posición del paciente debe desarrollarse de una forma confortable, segura, indolora y apta para la actividad a realizar, teniendo en cuenta el nivel cognitivo, la edad y el desarrollo motor del paciente⁶⁷

Ordenes verbales: las ordenes verbales se utiliza para indicarle al paciente que debe hacer y cuando debe hacerlo. Las instrucciones deben ser claras y pueden combinarse con movimientos pasivos para explicar al paciente el movimiento buscado. Se debe utilizar un tono de voz más alto cuando se busca una contracción muscular mayor, y un tono de voz calmo cuando se busca una relajación⁴¹.

Vista: la retroalimentación aumenta las contracciones musculares, ya que la vista ayuda al paciente a controlar y corregir el movimiento. Además, el contacto visual entre kinesiólogo-paciente beneficia a la comunicación e interacción entre los dos⁴¹.

Tracción o aproximación: La tracción estimula los receptores de las articulaciones y de los músculos, se debe mantener la tracción en todo el movimiento, combinando con la resistencia adecuada⁴¹. La aproximación rápida se busca para obtener una respuesta de tipo refleja, en cambio la aproximación lenta se utiliza de una forma gradual y dentro de la tolerancia del paciente⁴¹.

Estiramiento: el estímulo de estiramiento se logra con la elongación del musculo, el estiramiento se utiliza durante las actividades normales como movimiento preparatorio para facilitar la contracción muscular⁴¹.

Sincronismo: el sincronismo es la secuencia, el desenvolvimiento y la adaptación en la velocidad del movimiento para realizarlo de una forma coordinada⁴¹⁻⁶⁷.

Patrones: son los movimientos sinérgicos en masa que componen el movimiento funcional normal⁴¹.

Por otro lado, se encuentran la estimulación de los exteroceptores⁶⁷:

Estimulación táctil: a través de la presión lumbrical el terapeuta evita producir dolor en el paciente, y se obtiene información cutánea, trófica, sobre la calidad de la piel, y la localización de la tracción muscular⁶⁷.

Retroalimentación visual: el terapeuta le indica al paciente que observe los movimientos que realiza porque, la información que ingresa por los ojos aumenta la excitabilidad de las neuronas que producen el movimiento. Esta información ayuda a mantener la estabilidad mientras realiza una tarea, ayuda a aumentar la retroalimentación. Pero en algunos casos se puede pedir al paciente que cierre los ojos para evitar compensaciones que perturben el movimiento⁶⁷.

Estimulación verbal: Sirve para explicar los ejercicios, se distinguen 3 tipos de ordenes verbales; preparatoria cuando se explica el movimiento a efectuar; de acción cuando es corta y precisa durante el movimiento; y correctiva para modificar el movimiento. La entonación cambia a calmada cuando es en busca de relajación o dinámica y motivadora si se quiere trabajo activo e intenso⁶⁷.

A continuación, se describirán las diferentes técnicas de FNP⁴¹. Unos de los objetivos es tratar la estructura anatómica a través del estiramiento muscular, la tonificación de un grupo muscular, la coordinación inter o intramuscular, otro de los objetivos es aprender a hacer un movimiento. Estos objetivos se distinguen en las cuales se dividen en técnicas para los músculos agonistas y los antagonistas⁶⁷.

Técnicas para los agonistas:

Iniciación rítmica: los movimientos rítmicos del cuerpo o de un miembro, en el rango deseado que comienza con un movimiento pasivo y evoluciona hacia un movimiento activo resistido⁴¹.

Repetición: se realiza para facilitar el aprendizaje motor de los movimientos funcionales⁴¹.

Estiramientos repetidos:

- Los estiramientos repetidos desde el inicio del recorrido (estiramiento inicial) benefician el arranque del movimiento, además, el reflejo de estiramiento aparece con la elongación del musculo⁶⁷.
- Los estiramientos repetidos durante el recorrido (estiramiento repetido), aumentan la conciencia corporal, motora y la coordinación de los movimientos. Además, el reflejo de estiramiento aparece en el musculo cuando realiza una contracción⁴¹⁻⁶⁷

Esta técnica presenta contraindicación, cuando el paqciente³ presenta inestabilidad articular, dolores, fracturas, osteoporosis o debilidad muscular grave no debe utilizarse esta técnica⁶⁷.

*Sostener:*El kinesiólogo le enseña al pacientemantener una posición con cierta amplitud del movimiento. Esta técnica mejora la percepción de una posición o el inicio de una actividad con trayecto determinado⁶⁷.

Técnicas para los antagonistas⁶⁷:

Combinaciones de isotónicos: estas combinaciones de contracciones musculares tienen en cuenta las contracciones concéntricas, excéntricas y de estabilización de un grupo de músculos sin relajación. Comenzando con el movimiento donde el paciente tiene mayor fuerza y coordinación⁴¹.

Sostén-relajación: en el tratamiento directo se realiza una contracción isométrica de los músculos acortados seguido de una relajación. En el caso del tratamiento indirecto se opone resistencia a los sinergistas de los músculos acortados⁴¹.

Contracción-relajación: en el tratamiento directo se realiza contracciones isotónicas resistidas de los músculos antagonistas, seguidas de una relajación y un aumento de la amplitud del movimiento. En el tratamiento indirecto se usa la contracción de los músculos agonistas para no realizar el movimiento⁴¹.

Inversión de antagonistas:

- Inversiones dinámicas: en este caso el movimiento activo sufre un cambio de dirección al sentido contrario (agonista al antagonista).
- Inversiones de estabilizadores: el kinesiólogo realiza una resistencia a la contracción isotónica que realiza el paciente para evitar el movimiento.
- Estabilización rítmica: En este caso las contracciones isométricas son de forma alternada, sin intención de lograr un movimiento⁴¹.



Imagen N°6 Actividad basada en método PNF. A) Disociación de cintura en decúbito lateral; B) Sentarse y levantarse; C) Posicionamiento para la transferencia anteroposterior del peso corporal y la marcha frontal; D) Posicionamiento para la transferencia laterolateral del peso corporal y la marcha lateral. Extraído de Effects of a training program based on the proprioceptive neuromuscular facilitation method on post-stroke motor recovery: a preliminary study. J Bodyw Mov Ther [Internet]. 2014

IV.8.5 Tabla comparativa de Métodos de la marcha

	Realidad virtual	Imaginación motora	Estimulación eléctrica funcional	Facilitación neuromuscular propioceptiva
Definición	Es el uso de simulación interactiva creadas con hardware y software de computadora para presentar a los usuarios oportunidades para participar en entornos que parecen y se sienten similares a los objetivos y eventos de mundo real ²¹ .	Es una representación mental de un movimiento sin involucrar su movimiento real en el cuerpo, la cual se logra a través de un proceso semejante a lo percepción en ausencia de cualquier información externa ²⁷ .	Es la utilización de la estimulación eléctrica neuromuscular para lograr la activación de los músculos en el momento de realizar un movimiento ³³ . El FES conlleva la colocación de electrodos en un punto motor para enviar una corriente eléctrica y producir una contracción muscular ⁶³	Método para promover o acelerar la respuesta del mecanismo neuromuscular a través de la estimulación de los propioceptores ³⁷ .
Clasificación	-No inversivo -Semi inversivo -Totalmente inversivo ²² .	-Imágenes motoras implícitas -Imágenes motoras	-Estimulación eléctrica función invasivo -Estimulación eléctrica	-Estimulación de los propioceptores. -Estimulación de los

		explícitas ^{27-28.}	funcional invasivos ⁶³	exteroceptores ^{67.}
Neurofisiología	<p>-Mecanismo cerebral conocido como simulación incorporada^{52.}</p> <p>-Activación la función de las neuronas en el espejo^{53.}</p> <p>-Retroalimentación en tiempo real^{22.}</p>	<p>-Activan a nivel central varias áreas del cerebro como, corteza motora primaria, el área motora suplementaria, la corteza premotora, también los ganglios basales, el putamen, el cerebro, lóbulos parietales^{56.}</p> <p>-Activación de neuronas en espejo^{29.}</p>	<p>-Estimulación de los nervios periféricos y de los músculos^{64.}</p>	<p>-Abordaje integral del paciente.</p> <p>A través de estimulación propioceptiva^{41.}</p>
Elementos básicos para llevar a cabo el tratamiento	<p>-Dispositivos simples como un mouse o joystick a dispositivos más complejos con cámaras, sensores y retroalimentación táctil^{25.}</p>	<p>-Capacidad de representar una imagen en su mente^{58-62.}</p>	<p>-Estimulador eléctrico</p> <p>-Electrodos de estimulación</p> <p>-Sensores⁶⁵</p>	<p>-Kinesiólogo con el conocimiento de la técnica manual específica y controlada^{38-39.}</p>
Ventajas	<p>-Entrenamiento para que</p>	<p>-Reactivación temprana de</p>	<p>-Aumenta la contracción</p>	<p>-Abordaje integral del</p>

	<p>el paciente pueda interactuar con objetos, eventos en tiempo real y situaciones inesperadas en un entorno seguro²².</p> <p>-Resguardo de las limitaciones cognitivas, motrices y psicológicas⁴⁹.</p> <p>-Entorno enriquecido en posibilidades, ofreciendo tareas con un objetivo y a repetición²⁴.</p>	<p>las áreas cerebrales⁵⁹.</p> <p>-Aumenta las capacidades cognitivas, el bienestar psicológico, fomenta la neuroplasticidad y recuperación motora⁶¹.</p>	<p>muscular y aumenta la resistencia a la fatiga muscular³⁴.</p> <p>-Refuerzo de conexiones neuronales e induce a cambios corticales³⁴.</p> <p>-Efecto protésico⁶⁴.</p> <p>-Impide la atrofia muscular, espasmos musculares y disminuye el tono muscular⁶³.</p>	<p>paciente, teniendo en cuenta el potencial, con abordaje positivo desde lo psicológico y físico⁴¹.</p>
Contraindicaciones	-	-	<p>-Mal estado de la piel</p> <p>-Epilepsia mal controlada</p> <p>-Embarazo</p> <p>-Marcapaso cardiaco</p> <p>-Tumor canceroso</p> <p>-Metal expuesto</p> <p>-Fractura no consolidada</p> <p>-Toxina botulínica⁶⁵.</p>	<p>-Para los estiramientos repetitivos está contraindicado su uso en pacientes con inestabilidad muscular, dolor, fracturas, osteoporosis o debilidad muscular grave⁶⁷.</p>

Efectos colaterales	<ul style="list-style-type: none"> -Nauseas -Molestias estomacales -Trastornos visuales -Desorientación -Inestabilidad postural -Dolor de cabeza -Dolor postural⁶⁶. 	-Fatiga mental ⁶¹ .	<ul style="list-style-type: none"> -Lesiones en la piel³⁵. -Intolerancia del paciente por dolor, mal ubicación de los electrodos o deficiencia de la contracción muscular⁶³. 	-
----------------------------	---	--------------------------------	--	---

V. Estrategia metodológica

Para realizar este trabajo de investigación se llevo a cabo una búsqueda bibliográfica seleccionando artículos científicos de la base de datos de PubMed, Lilacs y PEDro. Los criterios de búsqueda se basaron en artículos publicados con una antigüedad de 10 años, comprende artículos publicados desde 2014 a 2024. Los artículos elegidos fueron publicados en inglés y se utilizaron términos MeSH, DeCS y términos libres que se detallan en la tabla 1 y la tabla 2.

Además, para la selección de artículos se han utilizados criterios de inclusión y exclusión que se detallaran a continuación.

Criterios de inclusión

- Artículos con participantes mayores de edad.
- Artículos donde los pacientes con ACV estén en el periodo subagudo o hasta 6 meses del inicio de la enfermedad.
- Artículos donde el tema principal sea la reeducación de la marcha en pacientes con ACV.
- Artículos donde incluyan los métodos de marcha ya explicados como medida para reeducar la marcha.
- Artículos publicados entre 2014-2024.

Criterios de exclusión

- Artículos donde los pacientes estén en el periodo agudo o crónico de la enfermedad.
- Artículos donde el tema principal no sea relevante para esta investigación.
- Artículos que incluyan otros métodos de reeducar la marcha.
- Artículos publicados por fuera del periodo de tiempo del año 2014-2024.

V.1. Estrategia de búsqueda

V.1.a. Palabras claves

Para la búsqueda bibliográfica se utilizaron diferentes palabras claves, los cuales se detallarán en el siguiente cuadro. Estas palabras corresponden a términos DeCs, Mesh y termino libre.

Tabla N°1:

Palabra	Termino libre	Decs	Mesh
#1	Accidente cerebro vascular	Accidente Cerebrovascular	“Stroke” [Mesh Terms]
#2	Realidad virtual	Realidad virtual	“virtual reality” [MeSH Terms]
#3	Imaginación motora	-	-
#4	Estimulación eléctrica funcional	-	-
#5	Facilitación neuromuscular propioceptiva	Ejercicios de Estiramiento Muscular	“Muscle Stretching Exercises” [Mesh Terms]
#6	Paso	Marcha	“Gaits”[MeSH Terms]
#7	Métodos	Métodos	“Methods” [Mesh Terms]
#8	Rehabilitación	Rehabilitación	“Rehabilitation” [Mesh Terms]

V.1.b. Tabla N°2 combinación de palabras claves.

	Termino	Conector	Termino	Conector	Termino	Conector	Termino
#9	#1	AND	#7	AND	#8	AND	#6
#10	#9	OR	#2				
#11	#9	OR	#3				
#12	#9	OR	#4				
#13	#9	OR	#5				
#14	#1	AND	#6	AND	#2		
#15	#1	AND	#3				
#16	#1	AND	#5				
#17	#1	AND	#4				

VI. Contexto de análisis

Los artículos elegidos para el análisis cumplieron con los criterios de inclusión anteriormente mencionados. Cabe destacar que los artículos seleccionados presentan una antigüedad de 10 años. Dentro de las investigaciones se recolecto solo artículos que hicieron énfasis en tratamiento de reeducación de la marcha en sus 4 variantes IM, EEF, RV, FNP.

A continuación, se expondrán uno por uno los artículos analizados cuya información proporcione los resultados.

1. “Efecto del entrenamiento de la marcha con realidad virtual sobre la participación de supervivientes de un accidente cerebrovascular subagudo: un ensayo controlado aleatorio”⁶⁸

de Rooij et al⁶⁸ realizó en el año 2021 un ensayo controlado aleatorio, cegado por el evaluador, con 2 grupos paralelos para investigar el efecto de la RV con participantes que han sufrido un ACV en etapa subaguda. En total participaron 50 pacientes, los cuales 27 pacientes recibieron tratamiento con RV y 23 pacientes recibieron tratamiento

sin RV. Ambos grupos recibieron 2 sesiones por semana, con una duración de 30 minutos cada una, durante 6 semanas. Ambos grupos fueron evaluados con comienzo de la intervención y al final de la intervención, además se le realizó un seguimiento a los 3 meses.

Kinesiólogos experimentados llevaron a cabo ambos tratamientos teniendo en cuenta las habilidades y las necesidades de cada paciente, modificando la intensidad y la cantidad en progresión, asegurando un incremento en la dificultad del entrenamiento en el transcurso de las 6 semanas, con el uso de la Escala de relación de categorías de esfuerzo percibido de Borg (rango de 1-10) y en uso de un podómetro (contador de pasos).

El grupo de entrenamiento con RV, se capacitó en un laboratorio interactivo de análisis en tiempo real de la marcha (GRAIL; Motekforce Link, Ámsterdam, Países Bajos), el GRAIL consiste en una cinta de correr con un sistema de captura de movimiento y una pantalla semicilíndrica de 180° donde se realiza proyección de entornos tridimensionales sincronizadas. Mientras que el grupo de intervención sin RV recibió entrenamiento en una cinta rodante convencional y ejercicios funcionales de marcha.

2. “Reorganización cerebral en supervivientes de un accidente cerebrovascular subagudo después de un entrenamiento basado en realidad virtual: un estudio preliminar”⁶⁹

Xiao et al⁶⁹ realizaron un estudio preliminar, publicado en el 2017. Este estudio reclutó 8 pacientes, 6 hombres y 2 mujeres con edad entre 41 y 72 años que sobrevivieron a un ACV con una antigüedad de 3 meses desde el episodio inicial del ACV confirmado por resonancia magnética (RM). La intervención consistió en colocar al paciente frente a una cinta de correr y mostrarle un entorno virtual que se proyectaba en una TV de 42 pulgadas, recibieron 15 sesiones de 60 minutos cada una, por 3 semanas. Los parámetros de la marcha se evaluaron al inicio de la intervención y al finalizar las 15 sesiones, se llevó a cabo una caminata cronometrada de 10 metros, evaluación Fulg-Meyer: Extremidad inferior y Escala de evaluación del equilibrio de Brunel, además se evaluó la reorganización cortical a través de una RM.

3. *“El entrenamiento de la marcha con estimulación eléctrica funcional mejora la movilidad en las personas después de un accidente cerebrovascular”*⁷⁰

Dantas MTAP⁷⁰ et al realizaron un estudio en el año 2023 de tipo ensayo cruzado, aleatorio y longitudinal, en el cual se reclutaron 28 pacientes post-ACV con antigüedad de la patología de 3 meses, reclutados de un centro de rehabilitación en São Paulo, Brasil. Este estudio busca verificar la influencia de la secuencia de entrenamiento con dos grupos distintos, el grupo A comienza el entrenamiento con cinta rodante y EEF, terminando solo con entrenamiento en cinta rodante mientras que el grupo B realizó el entrenamiento en forma inversa, primero realizó solo entrenamiento en cinta rodante y finaliza con cinta rodante y EEF.

Los pacientes recibieron tratamiento 2 veces por semana, con una frecuencia de 30 min por sesión, además las pruebas funcionales que se realizaron fueron antes de iniciar el tratamiento (Momento 1), luego de la 6° sesión (Momento 2) y al finalizar la sesión número 12 (Momento 3). Las escalas utilizadas fueron Timed up and Go (TUG) y 10MWT, Evaluación Fugl-Meyer, Berg Balance Scale, Lower Extremity Motor Coordination Test (LEMOCOT), Prueba de la caminata de los 6 minutos (6MWT)

El FES utilizado fue WalkAide, neuro estimulador de pie caído que cuenta con sensor de inclinación y acelerómetro.

4. *“La eficacia de la estimulación eléctrica funcional basada en un patrón de marcha normal en sujetos con accidente cerebrovascular temprano: un ensayo controlado aleatorio”*⁷¹

Tan Z et al⁷¹ realizaron un ensayo controlado, aleatorio, estratificado y simple ciego, publicado en el año 2014. Los pacientes fueron reclutados en el departamento de medicina de rehabilitación del Hospital Sun Yat-sen Memorial, la Universidad Sun Yat-sen y el Segundo Hospital Provincial de Medicina Tradicional China de Guangdong, China. Estos pacientes transcurrían un tiempo de 3 meses desde el inicio del ACV. En este estudio se formó 3 grupos con un total de 45 sujetos que completaron el estudio, 16 sujetos en el grupo de cuatro canales, 15 en el grupo de placebo de cuatro canales y 14 el grupo de dos canales.

La intervención contó con rehabilitación convencional que incluía fisioterapia 30 minutos y terapia ocupacional 30 minutos, 1 sesión por días, 5 veces a la semana por 3 semanas. El grupo de cuatro canales recibieron EEF de 4 canales que estimulaba la

extremidad inferior afectada para imitar el ciclo de la marcha; el grupo placebo recibieron la terapia FES de cuatro canales, pero solo se encendía la luz indicadora no emitía la corriente, este se realizó a propósito; el grupo de doble canal recibieron EEF de doble canal para activar los flexores plantares. En ambos grupos el EEF se administró con una frecuencia de 30 Hz con un ancho de pulso de 200 μ s, la amplitud actual se ajustó a la intensidad máxima tolerable de cada paciente. El ciclo de marcha del EEF de cuatro canales se fijó en 5 s y el del EEF de doble canal se fijó en 5 s encendido y 5 s apagado. Todos los sujetos fueron tratados de posición acostada, con la extremidad inferior afectada sostenida por dos cabestrillos, rodilla fijada, tobillo fijado en posición neutral para evitar la caída del pie. La intervención duró 30 min, 1 sesión por día, 5 días a la semana por 3 semanas. Se evaluó al paciente al inicio del estudio, luego semanalmente durante las 3 semanas de tratamiento en el hospital y a los 3 meses de seguimiento después del tratamiento, a través de diferentes escalas, Fugl-Meyer (FMA), Escala de evaluación postural para pacientes de ACV (PASS), Escala de equilibrio de Berg (BBS), Categoría de deambulación funcional (FAC), Índice de Barthel modificado (MBI).

5. *“Influencia del entrenamiento de imágenes motoras en la rehabilitación de la marcha en accidentes cerebrovasculares subagudos: un ensayo controlado aleatorio.”*⁷²

Oostra K et al⁷² realizaron un ensayo controlado aleatorio, publicado en 2015 en Bélgica. Con un total de 44 pacientes reclutados a través del hospital universitario, hospitales de Flandes Oriental y Occidental hasta el centro de rehabilitación del hospital universitario de Gante, los cuales 21 pacientes fueron colocados en el grupo de entrenamiento de imágenes motoras (IM) y 23 en el grupo de relajación muscular (RM).

Todos los pacientes recibieron 2 horas de fisioterapia y 1 hora de terapia ocupacional, 5 días a la semana. Además, el grupo IM recibió 30 minutos de práctica mental diaria, comenzando con 2 minutos de relajación, cada sesión fue impartida por dos terapeutas experimentados. Al momento de comenzar la sesión los pacientes fueron sentados en una silla de rueda, con los ojos cerrados, llevando a cabo una perspectiva interna (viéndose a ellos mismos realizar una tarea) y también una perspectiva cinestésica (sintiendo la experiencia de realizar la tarea), cada semana la situación a imaginar se complejizaban y se fijaba en la problemática de marcha de cada paciente.

El grupo RM recibió 30 minutos diarios, en el cual se instruía al paciente a tensar físicamente determinados grupos musculares en un orden preciso para luego relajarse y soltar la contracción muscular, además se hizo hincapié en la respiración diafragmática para contribuir a la relajación. Estos grupos fueron evaluados al comienzo del tratamiento y luego del transcurso de 6 semanas, se utilizaron diferentes pruebas como Cuestionario de imágenes de movimiento realizado, Prueba de trayectoria de marcha, Prueba de marcha de 10m, Escala de valoración de Fulg-Meyer de extremidades inferiores.

6. *“Entrenamiento de imágenes motoras sobre la fuerza muscular y el rendimiento de la marcha en sujetos ambulantes con accidente cerebrovascular: ensayo clínico aleatorizado”*⁷³

Kumar VK et al⁷³ realizaron un ensayo clínico aleatorio, cegado por el evaluador. Participaron un total de 40 participantes que sufrieron el inicio del ACV con antigüedad de al menos 3 meses. Se asignaron de forma aleatoria en grupo de 20 personas, el grupo experimental y el grupo control. Ambos grupos recibieron entrenamiento específico 45 a 60 minutos por sesión, 4 veces por semana durante 3 semanas. El grupo control se centró en ejercicios como sentarse y pararse, caminar, girar y realizar transferencias entre otros, con un nivel de dificultad en progresión sesión tras sesión. El grupo experimental recibió entrenamiento físico acompañado la práctica mental, comenzó con un período de familiarización y fue seguido por un entrenamiento de tareas de las extremidades inferiores durante las siguientes 2 semanas. Se entregó una cinta de audio pregrabada a cada paciente, con 2 minutos de relajación y 12 minutos de guía para realizar imágenes visuales cognitivas relacionadas con la marcha. Los datos de evaluación se recopilaron al principio y luego de 3 semanas, cuando finalizó la intervención. Se utilizó evaluación de la fuerza mediante el uso de un dinamómetro de mano y velocidad de marcha.

7. *“Los efectos del entrenamiento de la marcha en escaleras utilizando facilitación neuromuscular propioceptiva sobre la capacidad de equilibrio dinámico de los pacientes con accidente cerebrovascular.”*⁷⁴

Seo K et al⁷⁴, este estudio es de tipo experimental y aleatorio, publicado en el año 2015. Con el objetivo de entrenar la marcha a través de escaleras con técnicas de FNP para mejorar el equilibrio. Participaron 30 pacientes con ACV, los cuales tenían menos de 6

meses desde el inicio de la patología. Fueron asignados aleatoriamente 15 en grupo control y 15 en grupo experimental de marcha en escaleras. Cada grupo recibió intervención 3 veces por semana, por 4 semanas. El grupo control camino 10m de ida y vuelta en el suelo y el kinesiólogo entreno la marcha mediante PNF. El grupo experimental recibió entrenamiento en escaleras de madera con un ancho de 0,8m, un plano de escalón de 28 cm y una altura de 10cm y entrenamiento del patrón de marcha de PNF por parte del terapeuta. Fueron evaluados antes y después de la intervención con la Escala de equilibrio de Berg, Prueba Timed Up and Go y Prueba de alcance funcional.

VII. Resultados:

A continuación, se detallarán los resultados obtenidos de cada autor en los artículos ya mencionados.

1. Los autores de este ensayo evaluaron a dos grupos de rehabilitación de la marcha, uno con RV y otro sin RV, en ambos grupos hubo una mejoría con respecto a la marcha, pero estos autores concluyeron que no se demostró una diferencia significativa en el uso de la RV para el tratamiento de la marcha en comparación con el grupo sin RV. Sin embargo, hacen hincapié en los comentarios personales de los participantes que utilizaron RV haciendo referencia al disfrute, la inmersión, la claridad, la facilidad del sistema de RV, y la falta de molestias o efectos adversos⁶⁸.
2. Este ensayo que evaluó 8 participantes arrojó resultado positivos en los parámetros de la marcha. Por un lado, la caminata cronometrada se disminuyó de $27,78 \pm 10,45$ segundos a $17,84 \pm 5,26$; la velocidad de la marcha aumente de $0,40 \pm 0,12$ m/s a $0,60 \pm 0,15$ m/s ($p < 0,05$); la escala de Fugl-Meyer aumentó de $23,38 \pm 4,03$ a $25,38 \pm 4,1$ ($p < 0,035$); la escala Brunel no se mostró diferencia significativa. En la evaluación cortical se revelo una reorganización de la red sensoriomotora que se correlaciona a una mejor función en la marcha⁶⁹.

3. Este ensayo demostró un cambio respecto del momento 1 al momento 2, en ambos grupos mejoró las alteraciones sensoriomotoras (FMA), pero el grupo A mejoró en gran medida la movilidad (TUG), equilibrio (BBS), la capacidad de resistencia (6MWT) y la coordinación del miembro paretico (LEMOCOT).

Con respecto al momento 2 frente al momento 3 no se obtuvo cambios significativos.

Sin embargo, el momento 1 en contraste al momento 3, ambos grupos presentaron mejora en la función sensoriomotora, el equilibrio, la coordinación del miembro no paretico y la capacidad de resistencia, pero el grupo B (Iniciado solo con cinta rodante) presentó mejor coordinación del miembro paretico y el grupo A (iniciado con cinta rodante y FES) presentó mejor movilidad.

A rasgo general se observó que cuando se utilizó FES el grupo A, el cual comenzó con cinta rodante y FES obtuvo mejor movilidad y aumentaron sus capacidades para caminar como el equilibrio, coordinación no paretica de la extremidad y la resistencia, en contraste el grupo B mejoró la coordinación de la extremidad paretica. Por otro lado, la función sensoriomotora mejoró indistintamente del orden del entrenamiento, por lo tanto, el orden del entrenamiento cambió el resultado⁷⁰.

4. Los autores de este estudio expusieron que al inicio del tratamiento la puntuación de FMA, PASS y BBS no mostró diferencias significativas entre los 3 grupos. Después de las 3 semanas, hubo una diferencia significativa en las puntuaciones de FMA entre los grupos de cuatro canales y de dos canales ($P = 0,024$), pero no hubo diferencias significativas entre los grupos de cuatro canales y de placebo ($P = 0,062$). Los valores de MBI luego de 3 semanas mejoraron el 64,2 % para el grupo de cuatro canales, del 37,5 % para el grupo de placebo y del 34,3 % para el grupo de dos canales.

Después de 3 semanas de tratamiento, se observó una mejora significativa en los 3 grupos. El 56% del grupo de cuatro canales caminaba de forma independiente, en comparación con el 20% en el grupo de placebo y el 21% en el de dos canales.

Luego de tres meses se reevaluaron los grupos, donde casi todos los sujetos demostraron una mejoría adicional desde que terminó. El 68% del grupo de

cuatro canales caminaba de forma independiente en comparación con el 40% de los grupos de placebo y el 35,7 del grupo de dos canales.

En conclusión, la EEF de cuatro canales y el de dos canales pueden mejorar la capacidad de caminar, la función motora y el equilibrio, pero la EEF de 4 canales puede ser un enfoque más eficaz⁷¹.

5. Los resultados de la prueba de trayectoria de la marcha no arrojo diferencias entre los pacientes de ambos grupos, en cuanto al cuestionario de imágenes de movimientos revisados luego del tratamiento se notó una mejoría significativa en el grupo IM en comparación con el grupo de RM, el puntaje para la evaluación de Fugl-Meyer mejoraron significativamente en ambos grupos (pag<0,001 para ambos grupos) por otro lado en la prueba de caminata de 10m se observó una disminución significativa de ambos grupos. En conclusión, este estudio indica que tiene un resultado modesto el uso de la imaginación motora en la rehabilitación de la marcha⁷².

Cuadro: Efectos del rendimiento y del tratamiento de los pacientes en todas las medidas de resultad al inicio y luego de 6 semanas.

	grupo MIIt		grupo de RM	
	norte=21		norte=23	
	Inclusión	Después de 6 semanas	Inclusión	Después de 6 semanas
	Mediana (RIC)	Mediana (RIC)	Mediana (RIC)	Mediana (RIC)
MIQ-RSvis (/49)	35 (15)	40 (9)	37 (17)	33 (21)
MIQ-RSpiel (/49)	28 (13)	35 (9)	30 (15)	30 (22)
IWT/AWT	1,12 (1,17)	1,12 (0,64)	0,84 (0,83)	1,0 (0,45)
AW 10 m(s)	33,4 (27,0)	19,3 (21,3)	29,1 (30,6)	18,0 (19,1)
LE-FM (/34)	17,0 (11,0)	21,5 (12,0)	18,5 (9,0)	22,5 (10,0)

MIQvis:Subescala visual de segunda versión revisada del Cuestionario de imágenes de movimiento; MIQkin: Subescala cinestésica de segundaversión revisada del Cuestionario de imágenes de movimiento; IWT: tiempo de caminata de las imágenes; AWt: tiempo real de caminata; AW: marcha real; FM-IE: Fugl-Meyer deextremidades inferiores; MIIt: entrenamiento de imágenes motoras; RM: relajación muscular.

6. El resultado de este estudio arrojo una mejora significativa en ambos grupos después de tres semanas de intervención con p <0,05. En cuanto al grupo experimental mostro una gran mejoría en los músculos pareticos de la cadera, extensores de rodilla y dorsiflexores de tobillo, como así también en la velocidad de la marcha en comparación con el grupo control con p < 0,05. Este estudio demostró que el uso de la Imaginación Motora acompañada del entrenamiento físico es más eficaz para mejorar las capacidades de la marcha⁷³.

Cuadro de fuerza muscular en Newton y velocidad de la marcha para ambos grupos:

Fuerza del músculo parético	Grupos (n=20) en cada	Pre media ± DE	Media posterior ± DE	Puntuaciones de cambio medio (posteriores) con IC del 95%	valor p ^b
Flexores de cadera	Control	25,80± 7,29	36,90± 11,28	11,10(5,74-16,45)*	0,01 [§]
	Experimental	23,57± 6,78	46,70± 15,10	23,13(16,95-29,26)**	
Extensores de cadera	Control	43,15± 12,02	63,60± 20,86	20,45(13,45-32,82)*	0,01 [§]
	Experimental	44,04± 14,04	72,28± 17,70	28,25(18,31-38,19)*	
Flexores de rodilla	Control	34,24± 6,93	62,04± 18,68	27,80(19,15-36,45)*	0,12
	Experimental	29,24± 11,06	61,3± 16,55	32,13(27,01-37,26)*	
Extensores de rodilla	Control	78,54± 18,55	107,64± 28,56	29,09(17,82-40,37)**	0,01 [§]
	Experimental	72,23± 24,08	123,15± 32,99	50,92(28,43-65,85)**	
Dorsiflexores del tobillo	Control	22,23± 7,06	35,36± 9,73	13,12(7,78-18,86)*	0,01 [§]
	Experimental	20,20± 7,87	41,58± 10,82	21,38(16,37-26,38)*	
Flexores plantares del tobillo	Control	48,03± 13,11	72,05± 16,74	24,02(20,89-27,14)*	0,15
	Experimental	42,03± 12,78	64,04± 18,75	22,01(17,82-26,02)*	
Velocidad de marcha	Control	.52±.09	.60±.08	0,08(0,06-0,10)*	0,01 [§]
	Experimental	.49±.08	.63±.07	.14 (.12-.15)**	

7. Los resultados demostraron que el grupo experimental aumento significativamente sus valores en BBS y FRT ($p < 0,05$) pero los resultados de TUG disminuyo significativamente ($p < 0,05$), mientras que el grupo control no aumentaron sus valores en BBS y FRT, y su TUG no disminuyo. En conclusión, se mostro una diferencia en el resultado de la prueba BBS y TUG para ambos grupos⁷⁴.

Comparación de la capacidad de marcha de los sujetos experimentales y de control.

	GC (n=10)		GE (n=10)	
	Prueba previa	Post prueba	Prueba previa	Post prueba
BBS (partitura)	23,9 ± 3,9	25,0 ± 1,2	26,6 ± 6,8	34,3 ± 12,3 ^{*a}
Remolcador (seg)	55,9 ± 7,8	53,9 ± 2,4	53,5 ± 13,6	43,5 ± 13,1 ^{*a}
FRT (cm)	5,0 ± 2,5	5,7 ± 0,3	7,7 ± 1,5	9,2 ± 4,3 [*]

[Abrir en una ventana separada](#)

Media±SE, ^{*} Diferencia significativa con respecto a la prueba previa, $p < 0,05$; ^{una} diferencia significativa en las ganancias entre los dos grupos, $p < 0,05$; GE: grupo experimental; GC: grupo control; BBS: Balanza de Berg; TUG: Timed Up and Go; FRT: Prueba de alcance funcional

VIII. Conclusión

Los pacientes con ACV muestran una dificultad evidente en ejercer su autonomía, tanto como en relacionarse en comunidad y en formar una vida independiente, el cual conlleva a no poder realizar las actividades de la vida diaria, dentro de todas las dificultades que genera esta patología en este trabajo se hace hincapié en la dificultad de la marcha y la importancia de su recuperación.

El tema principal en este trabajo fue abordar las diferentes formas de reeducar la marcha en pacientes con ACV, se analizó y se explicó cada uno de los métodos de reeducación de la marcha, además se realizó un cuadro comparativo de los mismos en el cual se detallan cada uno.

Como ya se mencionó hay diferentes formas de reeducar la marcha, por un lado, la Realidad virtual es un método innovador y atractivo para el paciente, por otro lado, la Imaginación Motora es un método simple de realizar y sin necesidad de utilizar algún elemento, solo es necesario que el paciente pueda imaginar alguna situación en su mente, por otra parte se habló de Estimulación eléctrica funcional el cual es un método que utiliza una corriente eléctrica para intervenir en la estructura del cuerpo, por último se abordó la Facilitación neuromuscular el cual abarca la reeducación de la marcha a través de la estimulación de neuroreceptores.

Cada uno de los métodos de reeducación de la marcha tiene su particularidad, y en comparación son completamente distintas, aunque todos tienen el mismo fin, los estudios de investigación han aclarado la mente sobre su uso y la confiabilidad de llevar a cabo los diferentes métodos en cada tratamiento.

En esta revisión bibliográfica cada artículo seleccionado no superó los 50 participantes, de este modo no puede tomarse como una evidencia generalizada por el tamaño reducido de muestra. A mi criterio es necesario que se amplíe las

investigaciones de cada uno de los tratamientos para saber de forma concisa cual es el método más efectivo o si existe alguna discrepancia entre los diferentes métodos.

IX. Bibliografía

1. Katan M, Luft A. Global burden of stroke. *Semin Neurol* [Internet]. 2018;38(2):208–11. Available from: <http://dx.doi.org/10.1055/s-0038-1649503>
2. Beyaert C, Vasa R, Frykberg GE. Gait post-stroke: Pathophysiology and rehabilitation strategies. *Neurophysiol Clin* [Internet]. 2015;45(4–5):335–55. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neucli.2015.09.005>
3. Moreira MC, de Amorim Lima AM, Ferraz KM, Benedetti Rodrigues MA. Uso de la realidad virtual en la recuperación de la marcha entre pacientes que han sufrido un accidente cerebrovascular: una revisión sistemática de la literatura. *Disabil Rehabil Assist Technol* [Internet]. 2013;8(5):357–62. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3109/17483107.2012.749428>
4. Kaur M, Sakhare SR, Wanjale K, Akter F. Early stroke prediction methods for prevention of strokes. *Behav Neurol* [Internet]. 2022 [citado el 20 de marzo de 2023];2022:7725597. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35449792/>
5. Barthels D, Das H. Current advances in ischemic stroke research and therapies. *Biochim Biophys Acta Mol Basis Dis* [Internet]. 2020 [citado el 20 de marzo de 2023];1866(4):165260. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31699365/>
6. Ribeiro TS, de Sousa e Silva EMG, Sousa Silva WH, de Alencar Caldas VV, Silva DLA, Costa Cavalcanti FA, et al. Effects of a training program based on the proprioceptive neuromuscular facilitation method on post-stroke motor recovery: a preliminary study. *J Bodyw Mov Ther* [Internet]. 2014 [cited 2023 May 20];18(4):526–32. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25440202/>
7. Lee HS, Ryu H, Lee S-U, Cho J-S, You S, Park JH, et al. Analysis of gait characteristics using hip-knee cyclograms in patients with hemiplegic stroke. *Sensors (Basel)* [Internet]. 2021 [cited 2023 Mar 31];21(22):7685. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/s21227685>

8. Carvalho-Pinto BPB, Faria CDCM. Salud, función y discapacidad en pacientes con accidente cerebrovascular en la comunidad. *Braz J Phys Ther* [Internet]. 2016;20(4):355–66. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0171>
9. Balaban B, Tok F. Alteraciones de la marcha en pacientes con accidente cerebrovascular. *PM R* [Internet]. 2014;6(7):635–42. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pmrj.2013.12.017>
10. Selves C, Stoquart G, Lejeune T. Gait rehabilitation after stroke: review of the evidence of predictors, clinical outcomes and timing for interventions. *Acta Neurol Belg* [Internet]. 2020 [cited 2023 Apr 2];120(4):783–90. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32166723/>
11. Marque P, Gasq D, Castel-Lacanal E, De Boissezon X, Loubinoux I. Post-stroke hemiplegia rehabilitation: evolution of the concepts. *Ann Phys Rehabil Med* [Internet]. 2014;57(8):520–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rehab.2014.08.004>
12. Mikołajewska E. Asociaciones entre los resultados de la rehabilitación NDT-Bobath posterior al accidente cerebrovascular en parámetros de marcha, ADL y funciones de la mano. *Adv Clin Exp Med* [Internet]. 2013 [citado el 30 de julio de 2023];22(5):731–8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24285459/>
13. Barela A, Celestino M, Gama G, Russo-Junior D, Santana D, Barela J. Gait alterations induced by unloaded body weight in individuals with stroke while walking on moveable and fixed surfaces. *Med Eng Phys* [Internet]. 2021;95:9–14. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.medengphy.2021.07.002>
14. Estrategia paso a paso de la OMS para la vigilancia de accidentes cerebrovasculares [Internet]. Paho.org. [cited 2022 May 20]. Available from: <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2009/manuales.pdf>
15. Sánchez JC, Amoza S, Martín IJ. *Reeducación funcional tras un ictus*. Elsevier; 2014.
16. Díez Tejedor EE. Guía para el diagnóstico y tratamiento del ictus [Internet]. Sen.es. [citado el 13 de agosto de 2023]. Disponible en: https://www.sen.es/pdf/guias/Guia_oficial_para_el_diagnostico_y_tratamiento_d_el_ictus_2006.pdf

17. Selves C, Stoquart G, Lejeune T. Gait rehabilitation after stroke: review of the evidence of predictors, clinical outcomes and timing for interventions. *Acta Neurol Belg* [Internet]. 2020;120(4):783–90. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s13760-020-01320-7>
18. Causas principales de mortalidad, y discapacidad [Internet]. Paho.org. [citado el 13 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/enlace/causas-principales-mortalidad-discapacidad>
19. Li S, Francisco GE, Zhou P. Post-stroke hemiplegic gait: New perspective and insights. *Front Physiol* [Internet]. 2018;9. Available from: <http://dx.doi.org/10.3389/fphys.2018.01021>
20. INDEC, Instituto Nacional de Estadística y Censos de la REPUBLICA ARGENTINA. INDEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina [Internet]. Gob.ar. [citado el 16 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-4-32-94>
21. de Rooij IJM, van de Port IGL, Punt M, Abbink-van Moorsel PJM, Kortsmid M, van Eijk RPA, et al. Effect of virtual reality gait training on participation in survivors of subacute stroke: A randomized controlled trial. *Phys Ther* [Internet]. 2021 [cited 2023 May 4];101(5). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33594443/>
22. Ángel Arias C. Rehabilitation of the stroke: evaluation, prognosis and treatment. *Galic Clin*. 2009;70(3):25–40.
23. Pedreira da Fonseca E, da Silva Ribeiro NM, Pinto EB. Therapeutic effect of virtual reality on post-stroke patients: Randomized clinical trial. *J Stroke Cerebrovasc Dis* [Internet]. 2017;26(1):94–100. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2016.08.035>
24. Laver KE, Lange B, George S, Deutsch JE, Saposnik G, Crotty M. Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 2017 [cited 2023 May 5];11(1):CD008349. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29156493/>
25. Riva G, Mancuso V, Cavedoni S, Stramba-Badiale C. Virtual reality in neurorehabilitation: a review of its effects on multiple cognitive domains. *Expert Rev Med Devices* [Internet]. 2020 [cited 2023 May 5];17(10):1035–61. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32962433/>

26. Demeco A, Zola L, Frizziero A, Martini C, Palumbo A, Foresti R, et al. Realidad virtual inmersiva en la rehabilitación posterior a un accidente cerebrovascular: una revisión sistemática. *Sensores (Basilea)* [Internet]. 2023 [citado el 12 de julio de 2023];23(3). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/s23031712>
27. Santoro S, Lo Buono V, Corallo F, Cartella E, Micchia K, Palmeri R, et al. Motor imagery in stroke patients: a descriptive review on a multidimensional ability. *Int J Neurosci* [Internet]. 2019;129(8):821–32. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/00207454.2019.1567509>
28. López ND, Monge Pereira E, Centeno EJ, Miangolarra Page JC. Motor imagery as a complementary technique for functional recovery after stroke: a systematic review. *Top Stroke Rehabil* [Internet]. 2019;26(8):576–87. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/10749357.2019.1640000>
29. Silva S, Borges LR, Santiago L, Lucena L, Lindquist AR, Ribeiro T. Motor imagery for gait rehabilitation after stroke. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 2020 [cited 2023 May 23];9(9):CD013019. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32970328/>
30. Fernández Gómez E, Sánchez Cabeza Á. Imaginería motora: revisión sistemática de su efectividad en la rehabilitación de la extremidad superior tras un ictus. *Rev Neurol* [Internet]. 2018;66(05):137. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.33588/rn.6605.2017394>
31. Oostra K, 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* [Internet]. 2015;47(3):204–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2340/16501977-1908>
32. Bouton CE. Merging brain-computer interface and functional electrical stimulation technologies for movement restoration. *Handb Clin Neurol* [Internet]. 2020 [cited 2023 May 11];168:303–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32164861/>
33. Bethoux F, Rogers HL, Nolan KJ, Abrams GM, Annaswamy TM, Brandstater M, et al. Los efectos de la estimulación eléctrica funcional del nervio peroneo versus la ortesis de tobillo y pie en pacientes con accidente cerebrovascular crónico: un ensayo controlado aleatorio. *Reparación Neural Neurorehabil*

- [Internet]. 2014 [citado el 10 de mayo de 2023];28(7):688–97. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24526708/>
34. Dantas MTAP, Fernani DCGL, Silva TD da, Assis ISA de, Carvalho AC de, Silva SB, et al. Gait training with functional electrical stimulation improves mobility in people post-stroke. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2023 [cited 2023 Jul 12];20(9). Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph20095728>
 35. Kang GE, Frederick R, Nunley B, Lavery L, Dhaher Y, Najafi B, et al. The effect of implanted functional electrical stimulation on gait performance in stroke survivors: A systematic review. *Sensors (Basel)* [Internet]. 2021 [cited 2023 Apr 29];21(24):8323. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34960421/>
 36. Kesar TM, Perumal R, Jancosko A, Reisman DS, Rudolph KS, Higginson JS, et al. Novel patterns of Functional electrical stimulation have an immediate effect on dorsiflexor muscle function during gait for people poststroke. *Phys Ther* [Internet]. 2010 [citado el 13 de septiembre de 2023];90(1):55–66. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2522/ptj.20090140>
 37. Gunning E, Uszynski MK. Effectiveness of the proprioceptive neuromuscular facilitation method on gait parameters in patients with stroke: A systematic review. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2019;100(5):980–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2018.11.020>
 38. Nguyen PT, Chou LW, Hsieh YL. Terapia física basada en la facilitación neuromuscular propioceptiva en la mejora del equilibrio y la marcha en pacientes con accidente cerebrovascular crónico: una revisión sistemática y un metanálisis. *Life (Basilea)* [Internet]. 2022 [citado el 19 de mayo de 2023];12(6):882. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35743913/>
 39. Guiu-Tula FX, Cabanas-Valdés R, Sitjà-Rabert M, Urrútia G, Gómara-Toldrà N. La eficacia del enfoque de facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP) en la rehabilitación del accidente cerebrovascular para mejorar las actividades básicas de la vida diaria y la calidad de vida: una revisión sistemática y protocolo de metanálisis. *BMJ Abierto* [Internet]. 2017 [citado el 19 de mayo de 2023];7(12):e016739. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29233831/>

40. Junior VA dos S, Santos M de S, Ribeiro NM da S, Maldonado IL. Combinación de facilitación neuromuscular propioceptiva y realidad virtual para mejorar la función sensoriomotora en sobrevivientes de un accidente cerebrovascular: un ensayo clínico aleatorizado. *J Cent Nerv Syst Dis* [Internet]. 2019;11:117957351986382. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1177/1179573519863826>
41. Beckers D, Buck M, Adler SS. La facilitación neuromuscular propioceptiva en la práctica. Panamericana Editorial; 2003.
42. Wilson RD, Bryden AM, Kilgore KL, Makowski N, Bourbeau D, Kowalski KE, et al. Neuromodulation for functional electrical stimulation. *Phys Med Rehabil Clin N Am* [Internet]. 2019 [citado el 17 de octubre de 2023];30(2):301–18. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30954149/>
43. Graham JV, Eustace C, Brock K, Swain E, Irwin-Carruthers S. El concepto Bobath en la práctica clínica contemporánea. *Top Stroke Rehabilitación* [Internet]. 2009;16(1):57–68. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1310/tsr1601-57>
44. Pathak A, Gyanpuri V, Dev P, Dhiman NR. El concepto Bobath (NDT) como rehabilitación en pacientes con accidente cerebrovascular: una revisión sistemática. *J Family Med Prim Care* [Internet]. 2021 [citado el 26 de abril de 2023];10(11):3983–90. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35136756/>
45. Güçlü Gündüz A, Yazıcı G, Özkul Ç, Küçük H, Batur Çağlayan HZ, Nazlıel B. The effects of early neurodevelopmental Bobath approach and mobilization on quadriceps muscle thickness in stroke patients. *Turk J Med Sci* [Internet]. 2019 [cited 2023 Apr 26];49(1):318–26. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30761855/>
46. Jauch EC, Saver JL, Adams HP Jr, Bruno A, Connors JJB, Demaerschalk BM, et al. Guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association: A guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American stroke association. *Stroke* [Internet]. 2013;44(3):870–947. Available from: <http://dx.doi.org/10.1161/STR.0b013e318284056a>

47. Hui C, Tadi P, Patti L. Ischemic Stroke. 2023 [cited 2023 Apr 2]; Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29763173/>
48. Güçlü Gündüz A, Yazıcı G, Özkul Ç, Küçük H, Batur Çağlayan HZ, Nazlıel B. The effects of early neurodevelopmental Bobath approach and mobilization on quadriceps muscle thickness in stroke patients. Turk J Med Sci [Internet]. 2019 [cited 2023 Apr 26];49(1):318–26. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30761855/>
49. Miclaus RS, Roman N, Henter R, Caloian S. Lower extremity rehabilitation in patients with post-stroke sequelae through virtual reality associated with mirror therapy. Int J Environ Res Public Health [Internet]. 2021 [citado el 26 de enero de 2024];18(5):2654. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph18052654>
50. de Rooij IJM, van de Port IGL, Visser-Meily JMA, Meijer J-WG. Virtual reality gait training versus non-virtual reality gait training for improving participation in subacute stroke survivors: study protocol of the ViRTAS randomized controlled trial. Trials [Internet]. 2019 [citado el 26 de enero de 2024];20(1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s13063-018-3165-7>
51. Brassel S, Power E, Campbell A, Brunner M, Togher L. Recommendations for the design and implementation of Virtual reality for acquired brain injury rehabilitation: Systematic review. J Med Internet Res [Internet]. 2021 [citado el 27 de enero de 2024];23(7):e26344. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2196/26344>
52. Zhang Q, Fu Y, Lu Y, Zhang Y, Huang Q, Yang Y, et al. Impact of virtual reality-based therapies on cognition and mental health of stroke patients: Systematic review and meta-analysis. J Med Internet Res [Internet]. 2021 [citado el 27 de enero de 2024];23(11):e31007. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2196/31007>
53. Peláez-Vélez F-J, Eckert M, Gacto-Sánchez M, Martínez-Carrasco Á. Use of virtual reality and videogames in the physiotherapy treatment of stroke patients: A pilot randomized controlled trial. Int J Environ Res Public Health [Internet]. 2023 [citado el 2 de febrero de 2024];20(6):4747. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph20064747>
54. Lee MM, Lee KJ, Song CH. Entrenamiento de remo en canoa con realidad virtual basado en juegos para mejorar el equilibrio postural y la función de las extremidades superiores: un estudio controlado aleatorio preliminar de 30

- pacientes con accidente cerebrovascular subagudo. *Med Sci Monit* [Internet]. 2018 [citado el 17 de febrero de 2024];24:2590–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.12659/msm.906451>
55. De Keersmaecker E, Van Bladel A, Zaccardi S, Lefeber N, Rodríguez-Guerrero C, Kerckhofs E, et al. Realidad virtual: marcha mejorada en personas después de un accidente cerebrovascular: efecto de la velocidad del flujo óptico y el nivel de inmersión en la biomecánica de la marcha. *J Neuroeng Rehabil* [Internet]. 2023 [citado el 17 de febrero de 2024];20(1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s12984-023-01254-0>
56. Bajaj S, Butler AJ, Drake D, Dhamala M. Conectividad cerebral efectiva durante la visualización motora y la ejecución después de un accidente cerebrovascular y rehabilitación. *Clínica NeuroImage* [Internet]. 2015 [citado el 19 de febrero de 2024];8:572–82. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ncl.2015.06.006>
57. Li R-Q, Li Z-M, Tan J-Y, Chen G-L, Lin W-Y. Effects of motor imagery on walking function and balance in patients after stroke: A quantitative synthesis of randomized controlled trials. *Complement Ther Clin Pract* [Internet]. 2017;28:75–84. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ctcp.2017.05.009>
58. Kolbaşı EN, Ersoz Huseyinsinoglu B, Erdoğan HA, Çabalar M, Bulut N, Yayla V. What are the determinants of explicit and implicit motor imagery ability in stroke patients?: a controlled study. *Somatosens Mot Res* [Internet]. 2020;37(2):84–91. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/08990220.2020.1741344>
59. Fusco A, Gallotta MC, Iosa M, Morone G, Iasevoli L, Trifoglio D, et al. The dynamic motor imagery of locomotion is task-dependent in patients with stroke. *Restor Neurol Neurosci* [Internet]. 2016;34(2):247–56. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3233/rmn-150573>
60. Scherer R, Faller J, Friedrich EVC, Opisso E, Costa U, Kübler A, et al. Individually adapted imagery improves brain-computer interface performance in end-users with disability. *PLoS One* [Internet]. 2015 [citado el 24 de febrero de 2024];10(5):e0123727. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0123727>
61. Di Rienzo F, Rozand V, Le Noac'h M, Guillot A. A quantitative investigation of mental fatigue elicited during motor imagery practice: Selective effects on

- maximal force performance and imagery ability. *Brain Sci* [Internet]. 2023 [citado el 25 de febrero de 2024];13(7):996. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/brainsci13070996>
62. Almufareh MF, Kausar S, Humayun M, Tehsin S. Leveraging motor imagery rehabilitation for individuals with disabilities: A review. *Healthcare (Basel)* [Internet]. 2023 [citado el 26 de febrero de 2024];11(19):2653. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37830690/>
63. Shin HE, Kim M, Lee D, Jang JY, Soh Y, Yun DH, et al. Therapeutic effects of functional electrical stimulation on physical performance and muscle strength in post-stroke older adults: A review. *Ann Geriatr Med Res* [Internet]. 2022 [citado el 28 de febrero de 2024];26(1):16–24. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4235/agmr.22.0006>
64. Sheffler LR, Chae J. Technological advances in interventions to enhance poststroke gait. *Phys Med Rehabil Clin N Am* [Internet]. 2013 [citado el 1 de marzo de 2024];24(2):305–23. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pmr.2012.11.005>
65. Marquez-Chin C, Popovic MR. Functional electrical stimulation therapy for restoration of motor function after spinal cord injury and stroke: a review. *Biomed Eng Online* [Internet]. 2020;19(1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s12938-020-00773-4>
66. Cuevas BG, Aguayo LV. Efectos secundarios tras el uso de realidad virtual inmersiva en un videojuego. *Int J Psychol*. 2013;
67. Bertinchamp U. Concepto FNP: facilitación neuromuscular propioceptiva (método Kabat-Knott-Voss). *EMC - Kinesiterapia - Med Fís* [Internet]. 2010;31(3):1–10. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/s1293-2965\(10\)70719-2](http://dx.doi.org/10.1016/s1293-2965(10)70719-2)
68. de Rooij IJM, van de Port IGL, Punt M, Abbink-van Moorsel PJM, Kortsmit M, van Eijk RPA, et al. Effect of virtual reality gait training on participation in survivors of subacute stroke: A randomized controlled trial. *Phys Ther* [Internet]. 2021 [citado el 1 de abril de 2024];101(5). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/ptj/pzab051>
69. Xiao X, Lin Q, Lo W-L, Mao Y-R, Shi X-C, Cates RS, et al. Cerebral reorganization in subacute stroke survivors after virtual reality-based training: A

- preliminary study. *Behav Neurol* [Internet]. 2017 [citado el 3 de abril de 2024];2017:1–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1155/2017/6261479>
70. Dantas MTAP, Fernani DCGL, Silva TD da, Assis ISA de, Carvalho AC de, Silva SB, et al. Gait training with functional electrical stimulation improves mobility in people post-stroke. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2023;20(9):5728. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph20095728>
71. Tan Z, Liu H, Yan T, Jin D, He X, Zheng X, et al. The effectiveness of functional electrical stimulation based on a normal gait pattern on subjects with early stroke: A randomized controlled trial. *Biomed Res Int* [Internet]. 2014;2014:1–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1155/2014/545408>
72. Oostra K, 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* [Internet]. 2015;47(3):204–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2340/16501977-1908>
73. Kumar VK. Motor imagery training on muscle strength and gait performance in ambulant stroke subjects-A randomized clinical trial. *J Clin Diagn Res* [Internet]. 2016 [citado el 7 de mayo de 2024];10(3):YC01. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.7860/jcdr/2016/16254.7358>
74. Seo K, Park SH, Park K. The effects of stair gait training using proprioceptive neuromuscular facilitation on stroke patients' dynamic balance ability. *J Phys Ther Sci* [Internet]. 2015 [citado el 18 de mayo de 2024];27(5):1459–62. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1589/jpts.27.1459>