



UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE MEDICINA
KINESIOLOGIA

**Efectividad de la Estimulación Eléctrica
Funcional asociada a la terapia física, para
mejorar la funcionalidad de miembro superior,
en pacientes adultos diagnosticados de Accidente
Cerebro Vascular Isquémico. Revisión
Sistemática**

Tesis para optar al grado de

Licenciad en Kinesiología

Autores:

Cristian Huaiquimil Arratia
Yessenia Ñanculeo Huilcán

Docente Guía:

Klgo. Francisco Soto Rodríguez

Temuco, 2018



UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE MEDICINA
KINESIOLOGIA

**Efectividad de la Estimulación Eléctrica
Funcional asociada a la terapia física, para
mejorar la funcionalidad de miembro superior,
en pacientes adultos diagnosticados de Accidente
Cerebro Vascular Isquémico. Revisión
Sistemática**

Tesis para optar al grado de
Licenciado en Kinesiología

Autores:

Cristian Huaiquimil Arratia
Yessenia Ñanculeo Huilcán

Docente Guía:

Klgo. Francisco Soto Rodríguez

Temuco, 2018

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a todas las personas que han sido parte de este proceso, no sólo la tesis, sino durante toda mi carrera universitaria; Gracias a mis padres por apoyarme y dejarme seguir mis sueños, a mi hermana por acompañarme en mis noches de estudio, a mis amigos por siempre darme ánimo, a los tíos de la biblioteca por siempre ayudarme a buscar los libros y hacer de la U un poquito más llevadera, y en general a todos los tíos de la U por siempre saludar con una sonrisa. Además, un agradecimiento especial a nuestro tutor "el profe Pancho" por siempre darnos ánimo para seguir y mirar más alto, Y sobre todo, gracias a mi compañero Cristian, quien por su pasión a la Neurokinesiología inspiró este trabajo.

Chaltumay Ngenechen, ¡Marrichichew!

Yessenia Ñanculeo Huilcán.

Agradezco a mi familia por siempre apoyarme y creer en mí, a todos aquellos docentes de la universidad que nos guiaron paso a paso a lo largo de la carrera. Agradezco a nuestro docente guía por apoyarnos y aconsejarnos cada vez que lo necesitábamos. Gracias a todos esos compañeros que hicieron más grata la universidad por sobre todo a mi compañera Yessenia que a pesar de no siempre estar de acuerdo en lo mismo, supimos sobrellevar este gran trabajo, y fue de gran apoyo para mí.

Cristian Huaiquimil Arratia.

CONTENIDO

Resumen	7
Summary.....	8
Capítulo 1: “Marco Teórico”	10
1. Introducción.....	11
2. Enfermedades cerebrovasculares.....	13
2.1 Definición:.....	13
2.2 Epidemiología	14
2.3 Clasificación.....	15
2.3.1 Según Fisiopatología	15
2.3.2 Según duración de los síntomas:	16
2.4 Factores de Riesgo.....	17
2.5 Diagnóstico.....	18
2.5.1 Clínica.....	19
2.5.2 Exámenes de laboratorios	20
2.6 Tratamiento	22
2.6.1 Tratamiento Agudo.....	23
2.6.2 Tratamiento para secuelas posterior a un ACV	24
3. Estimulación eléctrica muscular	26

3.1	Definición de electroestimulación.....	27
3.2	Principios de la electroterapia	27
3.3	Estimulación eléctrica funcional	29
Capítulo 2:	“Diseño”.....	31
1.	Pregunta de investigación.....	32
2.	Justificación del Estudio.....	33
3.	Objetivo General del Estudio.....	35
4.	Objetivos específicos	35
5.	Diseño del Estudio.....	36
6.	Criterios de Elegibilidad.....	37
6.1	Criterios de Inclusión	37
6.2	Criterios de Exclusión	37
Capítulo 3:	“Revisión de la Literatura”	38
1.	Pregunta de Búsqueda.....	40
2.	Protocolo de Búsqueda	41
Tabla 1.	Protocolo de Búsqueda.....	43
3.	Resultados de la Búsqueda	46
Esquema 1:	Flujograma de Búsqueda.....	47
Capítulo 4:	“Resultados”	50
1.	Descripción de los artículos.....	51

2. Evaluación del Riesgo de Sesgo.....	63
Tabla 2. Resumen Riesgo de Sesgo.....	66
Capítulo 5: “Discusión”	67
1. Funcionalidad	68
2. Fuerza muscular.....	69
3. Promedio de sesiones.....	69
4. Otras variables	70
5. Limitaciones del estudio.....	70
Capítulo 6: “Conclusiones”	72
Capítulo 7: “Administración y Presupuesto”	74
1. Administración	75
2. Cronograma de actividades.....	76
Referencias	77
ANEXO 1	84
Tabla 3. Características de los estudios (Parte 1/2).....	84
Tabla 3. Características de los estudios (Parte 2/2).	85
Tabla 4. Características de las poblaciones.	86
Tabla 5. Modalidad de las Terapias.....	87
ANEXO 2	88
Escala de Evaluación Neurológica en ACV agudos: NIHSS	88

ANEXO 3	90
VALORACIÓN DEL RIESGO DE SESGO.....	90
• Ring, Haim et al. (2005)	90
• Alon, Gad et al. (2008)	91
• Hayward, Kathryn S. et al. (2013)	92

Resumen

Antecedentes: Los accidentes cerebro vascular (ACV) o ictus, se producen debido a una alteración en la circulación cerebral y dependiendo de su naturaleza, encontramos 2 grandes grupos: Isquémicos y hemorrágicos, los cuales debidos a sus secuelas posteriores, se ven tratadas con terapia física para favorecer su recuperación, siendo una de sus herramientas la electroestimulación.

Objetivo: El objetivo general de este estudio es determinar la efectividad de la estimulación eléctrica funcional (EEF) asociado a la terapia física en términos de mejorar la funcionalidad del miembro superior, en pacientes adultos diagnosticados con ACV-I.

Metodología: Se realizó una búsqueda sistemática de ensayos clínico aleatorizados en las bases de datos PubMed, Web Of Science, Scopus y Google Académico. Utilizando herramientas como “Mendeley” para la recopilación los artículos incluidos y su posterior análisis.

Criterios de selección: Idioma del estudio Inglés o Español, sujetos de estudio adultos > de 18 años diagnosticados con ACV isquémico, estudio realizados en la extremidad superior, tener como tratamiento base terapia física; poseer un grado parcial o completo de movimiento activo en la extremidad superior.

Resultados principales: Existe un efecto positivo en el uso de la EEF en torno a mejorar la funcionalidad de la extremidad superior en pacientes posterior a un ACV-I.

Conclusión de los autores: Existe evidencia que comprueba la efectividad de la EEF.

Summary

Background: Cerebrovascular accidents (CVA) or strokes occur due to an alteration in cerebral circulation and depending on their nature, we find 2 large groups: Ischemic (85%) and hemorrhagic (15%), which due to their Subsequent sequels, are treated with physical therapy to promote recovery, one of its tools being electrostimulation.

Objective: The general objective of this study is to determine the effectiveness of functional electrical stimulation (FES) associated with physical therapy in terms of improving the functionality of the upper limb in adult patients diagnosed with CVA-I.

Methodology: A systematic search of randomized clinical trials was carried out in PubMed, Web Of Science, Scopus and Google Academic databases. Using tools such as "Mendeley" for the collection of the included articles and their subsequent analysis.

Selection criteria: Study language English or Spanish, adult study subjects > 18 years diagnosed with ischemic stroke, study performed in the upper extremity, having physical therapy as a base treatment, having a partial or full degree of active movement in the upper extremity.

Main results: There is a positive effect in the use of FES in terms of improving the functionality of the upper extremity in patients after an CVA-I.

Conclusion of the authors: There is evidence that proves the effectiveness of the FES.

Capítulo 1: “Marco Teórico”

1. Introducción

El accidente cerebro vascular isquémico (ACV-I) es una afección neurológica producto de la falta de irrigación sanguínea al tejido cerebral. Es considerado un importante problema de salud pública en Chile, afectando a un 2,2% de la población general y de 8% en mayores de 65 años, lo que implica un aumento en el nivel de dependencia debido a la discapacidad que trae consigo esta patología (1).

Existe una gran variedad de técnicas dentro de las terapias físicas para tratar las distintas disfunciones que se producen como consecuencia de un ACV, como por ejemplo: ejercicios funcionales, terapias inducidas por restricción, terapias con uso de dispositivos robóticos, terapias de estimulación eléctrica, teniendo esta última diversas modalidades de aplicación, de la cual abordaremos más a fondo durante esta investigación la Estimulación Eléctrica Funcional (EEF).

Esta investigación consiste en una Revisión Sistemática (RS) realizada en 4 bases de datos: PubMed, Web of Science, Scopus y Google Académico, con el fin de determinar si es efectiva la electroestimulación funcional asociado a terapia física, para mejorar la funcionalidad del miembro superior en pacientes diagnosticados de Accidente Cerebro Vascular Isquémico. Fue realizada con términos en inglés para una búsqueda más global, y se aplicaron distintos filtros, en los cuales se pueden mencionar: edad, diseño de estudios, que fuese realizada en humanos, entre otros, para guiar de mejor manera a los resultados acorde a nuestra investigación.

La importancia de este trabajo, radica en que al realizar una RS, logramos recopilar la literatura de mejor evidencia posible para la realización de futuros estudios y/o para guiar el quehacer de los distintos profesionales de salud especializados en rehabilitación cuando se vean enfrentados a este tipo de terapia.

El propósito de esta tesis tiene como finalidad ayudar a disminuir el vacío de conocimiento que existe con respecto a la EEF en el proceso de rehabilitación de los usuarios posterior a un ACV-I enfocado en miembros superiores, sirviendo en un futuro como posible guía para la elección de tratamiento.

2. Enfermedades cerebrovasculares

2.1 Definición:

El concepto de ACV se refiere a todo trastorno en el cual un área del encéfalo se afecta de forma transitoria o permanente por una isquemia o hemorragia, estando uno o más vasos sanguíneos cerebrales afectados por un proceso patológico (1,2).

Los ACV o ictus, se producen debido a una alteración en la circulación cerebral y dependiendo de su naturaleza, encontramos 2 grandes grupos: Isquémicos (85%) y hemorrágicos (15%) (2).

- Los ACV-I: Se produce por la disminución del aporte sanguíneo ya sea de forma total o parcial. Dependiendo de cómo evolucione se pueden distinguir 2 tipos, los cuales se describen a continuación:
 - o Ataque isquémico transitorio (AIT): Se manifiesta como breves episodios de disfunción neurológicas, con una duración menor a 24 horas y de carácter reversible (3).
 - o Infarto cerebral: Ocurre cuando la isquemia cerebral es lo suficientemente prolongada como para producir una necrosis tisular, con un déficit neurológico mayor a 24 horas.

Si durante las primeras 24 a 72 horas no hay modificaciones en la sintomatología, se considera un infarto cerebral estable. Por el

contrario si existe una acentuación de la sintomatología en este periodo, se considera un infarto cerebral progresivo.

- Los ACV hemorrágicos: Generalmente suelen ser menos frecuentes que el isquémico, pero más letales. Se define como la extravasación de sangre dentro del encéfalo, secundario a la ruptura de un vaso sanguíneo (2).

Puede ocurrirle a cualquier persona y de un momento a otro, independiente de su edad, sexo o raza. No obstante, existen factores de riesgo que hacen aumentar la probabilidad de padecerlo.

2.2 Epidemiología

En el mundo 15 millones de personas han sufrido un ACV según datos aportados por la Organización Mundial de la Salud. Durante las últimas 4 décadas, las tasas de incidencia de ACV han disminuido un 42% en países desarrollados y aumentado 100% en países en vía de desarrollo (4). En Chile, según datos aportados por el Ministerio de Salud (MINSAL) en el año 2013, ocurren 69 casos al día de ACV, lo que corresponde a 24.964 casos nuevos, siendo la primera causa de muerte con un total de 9.004 fallecidos al año, es decir 1 persona por hora. Y la primera causa de años saludables perdidos por discapacidad y muerte prematura en mayores de 74 años (1).

Una proyección realizada por el INE en el año 2002 estima que para el año 2025, el 18% de la población tendrá más de 60 años (5).

El 26% de las personas mayores de 65 años son dependientes en actividades de la vida diaria posterior a los 6 meses posteriores al evento cerebrovascular y el 46% presentan déficits cognitivos (4).

2.3 Clasificación

Como se ha mencionado anteriormente, existen 2 grandes grupos dentro de las ECV, pero además estas pueden ser clasificadas según la causa, región cerebral afectada, etc.

2.3.1 Según Fisiopatología

- ACV Isquémico:
 - Aterotrombótico: Ocurre cuando un trombo crece sobre una placa aterosclerótica, produciendo una estenosis u oclusión de la arteria (2).
 - Cardioembólico: Se produce debido a la presencia de un coágulo que se forma en una zona distinta al cerebro, se desprende y viaja a través del torrente sanguíneo, generalmente proviene desde el corazón, puede quedar atrapado en una arteria cerebral generando isquemia (5).
 - Lacunar: Es un infarto de tamaño pequeño, con un diámetro menor a 1,5 cm, ubicado en una arteria perforante cerebral que ocasiona clínicamente un síndrome lacunar, es decir, hemiparesia motora

pura, síndrome sensitivo puro, síndrome sensitivo motriz, hemiparesia atáxica y disartria mano torpe (3,5).

- De causa desconocida: Infarto de tamaño pequeño, mediano o grande de localización cortical o subcortical, afecta principalmente a los jóvenes y son responsables del 40% de los ACV en menores de 50 años (3,5).

- ACV Hemorrágico:

- Hemorragia intracerebral (HIC): Usualmente se debe a la rotura vascular de arteriolas o arterias pequeñas que se produce en el interior del cerebro. Su causa más común es la hipertensión arterial (HTA). Dependiendo de su ubicación, puede ser parenquimatosa o ventricular (2,5).
- Hemorragia Subaracnoidea (HSA): Es la extravasación de sangre al espacio subaracnoideo encefálico. Su causa más frecuente, es la de origen traumático, y de las causas espontaneas es la rotura de aneurismas arteriales (2).

2.3.2 Según duración de los síntomas:

- Ataque Isquémico Transitorio (AIT): Como ya se mencionó anteriormente, corresponde a una disfunción neurológica con una duración menor a 24 y de carácter reversible, aunque en un 70% de los casos los síntomas del AIT se resuelven en menos de 20 minutos. Las características clínicas son las siguientes: son de inicio abrupto, son máximos desde el inicio, resuelven

gradualmente (la mayoría antes de una hora), síntomas que se localizan según el territorio vascular afectado y pueden presentarse en forma repetitiva.

- ACV Propiamente Tal: Están incluidos todos los ACV cuya duración sea mayor a 24 horas, como los son el infarto cerebral y el ACV hemorrágico (5).

2.4 Factores de Riesgo

Según el MINSAL, un factor de riesgo (FR) es cualquier rasgo, característica o exposición de un individuo que aumente su probabilidad de sufrir una enfermedad o lesión (6). Tener conocimiento sobre los FR es de suma importancia para prevenir posibles eventos adversos, como lo es en este caso un ACV.

Dentro de los factores de FR de un ACV, encontramos factores tanto modificables como no modificables.

- **No modificables:** Como su nombre lo dice, los factores no modificables o inmodificables son aquellos intrínsecos de la persona, inalterables (1,3).
 - o Edad (>45 años.): La incidencia de ictus se duplica cada 10 años a partir de los 55 años
 - o Sexo: Más frecuente en mujeres (probablemente por mayor número de mujeres en edad avanzada)

- Antecedentes familiares.
- **Modificables:** Son aquellos en los que mediante alguna intervención, podemos evitar que influyan negativamente sobre nuestra salud (1,3).
 - Hipertensión arterial (HTA), Diabetes Mellitus (DM), Síndrome Metabólico, Dislipidemia: La HTA es el factor de riesgo más importante junto con la edad.
 - Consumo de tabaco, alcohol, entre otros.
 - Colesterol elevado, Peso.
 - Nivel de actividad física: La práctica de ejercicio físico se asocia a un menor riesgo de episodios vasculares.
 - Anticonceptivos orales: Tanto los anticonceptivos orales como la terapia hormonal incrementan el riesgo de padecer un ACV
 - Tipo de alimentación.
 - Estrés.

2.5 Diagnóstico

La rápida identificación del ACV y su adecuado tratamiento, es vital para disminuir el daño cerebral irreversible, evitar recurrencias y conseguir una mejor recuperación funcional del paciente (7).

El primer paso es determinar los hallazgos clínicos que se presentan, reconocer los síntomas de manera inmediata, mejora la probabilidad de tener un tratamiento oportuno y específico, y un mejor pronóstico (8).

El ACV es de comienzo súbito, los síntomas son claramente reconocibles y no es infrecuente que suceda mientras se está durmiendo. Por lo que en general, las personas que sufren un ACV-I estando despiertos, presentan una serie de síntomas comunes. Los cuales se detallarán en la clínica.

2.5.1 Clínica

Dentro de los síntomas que pueden ser observados en la clínica, el 90% de las personas que sufren un ACV presenta de forma súbita al menos uno de los siguientes (9):

- Asimetría facial con un lado caído.
- Debilidad en uno de los brazos, es incapaz de mantenerlos elevados a la misma altura.
- Problemas para gesticular el habla.

Además se deben tener en cuenta los siguientes síntomas si es que se presentan de manera aislada, aunque no siempre suelen ser indicador de un ACV los cuales son: Confusión, vértigo, mareos, amnesia, disfagia, disartria, escotoma centelleante, incontinencia urinaria o fecal, pérdida de visión más alteración de consciencia,

síntomas focales asociados a migraña, pérdida de conocimiento, actividad tónica y/o clónica, progresión paulatina de síntomas (particularmente sensoriales) afectando a varias partes del cuerpo (3).

A pesar de lo señalado, no es posible diferenciar clínicamente un infarto de una hemorragia cerebral, por lo que antes de tomar cualquier medida terapéutica, se debe realizarse una Tomografía Axial Computarizada (TAC) de cerebro, la que descarta una hemorragia en el 100% de los casos (10). Durante las primeras horas de un infarto cerebral, el TAC puede ser normal o mostrar signos precoces de infarto que nos serán de gran ayuda para valorar la extensión del infarto e instaurar un tratamiento fibrinolítico (7). Si el TAC no muestra ningún resultado, puede ser debido a que el infarto es pequeño o fue realizada de manera prematura, y en los próximos días se hará visible (10).

También es necesario realizar una evaluación neurológica, para determinar la gravedad del ACV y su pronóstico. Para ello contamos con escalas de evaluación como la National Institute of Health Stroke Score (NIHSS) [ANEXO 2] (11).

2.5.2 Exámenes de laboratorios

- **Exámenes generales de sangre:** Tienen 3 objetivos principalmente: buscar una eventual causa del déficit neurológico, detectar complicaciones médicas y optimizar el manejo metabólico del paciente. Estos deben ser realizados al momento del ingreso, y durante el seguimiento (10).

- **TAC de cerebro:** El TAC permite una excelente detección y delineamiento de la HIC aguda. Puede mostrar 4 posibilidades: nada, infartos antiguos, hallazgos precoces del infarto actual u otras lesiones. La rapidez, disponibilidad y sensibilidad de la TAC para detectar una hemorragia, hace de esta herramienta la primera elección como método diagnóstico.(10,12).

- **Resonancia Nuclear Magnética (RNM):** La información proporcionada por la RNM supera ostensiblemente a la obtenido por un TAC, sin embargo posee múltiples contraindicaciones: marcapasos, fragmentos metálicos en el cuerpo, como: clip de aneurismas y prótesis mecánicas. A pesar de ser mejor una RNM no reemplazara al TAC debido a su rápida respuesta, disponibilidad y bajo costo económico (10,12).

- **Ecografía doppler dúplex carotídeo-vertebral:** Es un examen de ultrasonido que muestra qué tan bien está circulando la sangre a través de las arterias carótidas. Se realiza cuando existe la sospecha clínica que estos vasos son los causantes de la isquemia (10,13).

- **Ecocardiograma:** Se realiza para la detección de una eventual fuente cardio-embólica. Mediante ultrasonidos, la ecocardiografía aporta información acerca de la forma, tamaño, función, fuerza del corazón, movimiento y grosor de sus paredes y el funcionamiento de sus válvulas. Además, puede aportar información de la circulación pulmonar y sus presiones (14).

- **Estudio de trombofilia:** Se estudia en casos especiales (menores de 40 años, sin causa aparente del infarto cerebral o antecedentes protrombóticos personales o familiares). La trombofilia puede asociarse a con alteraciones de la pared vascular y del flujo sanguíneo. Tener conocimiento acerca de la trombofilia, es de importancia ya que su tratamiento puede disminuir la recurrencia de 414% anual de la ACV-I (10,15)
- **Angiografía cerebral por sustracción digital:** Aún es el examen "gold standard" para detectar patología vascular, desde el callao de la aorta hasta vasos intracraneanos. Su uso tiene una morbilidad de 1% y una mortalidad de 0.1%. En un futuro próximo su utilidad **diagnóstica** probablemente será reemplazada por técnicas no invasivas como angio-TAC y angio-RNM. Su uso terapéutico será discutido más adelante (10).

2.6 Tratamiento

El ACV es una emergencia médica que requiere una intervención inmediata, ya que alrededor de esta zona de infarto puede existir flujo sanguíneo residual suficiente para mantener la viabilidad celular, aunque no su función normal, durante un tiempo determinado que dependerá de la magnitud de dicha perfusión residual (16).

El tratamiento del ictus se basa en 2 apartados: el tratamiento agudo y la prevención de recurrencias.

2.6.1 Tratamiento Agudo

El objetivo es lograr la restitución precoz de la perfusión arterial y preservar el tejido neuronal dañado (7).

Cuando es posible, antes de tratar al paciente, es importante conocer la patogenia y fisiopatología del infarto cerebral. Todo paciente con sospecha de ACV se debe realizar una TAC de encéfalo sin contraste para discriminar entre un infarto y hemorragia cerebral. Así, se puede utilizar el mejor tratamiento, conocer su potencial eficacia y los posibles riesgos (1,7). |

- **Antiagregantes plaquetarios:** Está establecido el papel de la terapia antiagregante plaquetaria para la prevención secundaria de un ACV. La aspirina y el clopidogrel actúan sinérgicamente para inhibir la agregación plaquetaria y son capaces de reducir el riesgo de eventos isquémicos, sin embargo una terapia dual aumenta el riesgo de una hemorragia (17).
- **Anticoagulantes:** El tratamiento con anticoagulantes reduce el accidente cerebrovascular recurrente, la trombosis venosa profunda y la embolia pulmonar, pero aumenta el riesgo de hemorragia (18).
- **Fibrinolíticos:** Son un grupo de enzimas que tienen como objetivo activar el plasminógeno, que se encuentra en el plasma sanguíneo, llevándolo a su estado activo, la plasmina, que tiene la capacidad de producir la lisis de un trombo fresco. Estos fármacos están destinados a recuperar cerebro afectado

por la isquemia cerebral y no a evitar la recurrencia de una embolia como en el caso de anticoagulantes (10).

2.6.2 Tratamiento para secuelas posterior a un ACV

La rehabilitación del paciente con ictus tiene como objetivo fundamental tratar la discapacidad para conseguir la máxima capacidad funcional posible en cada caso y facilitar la independencia y la reintegración en el entorno familiar, social y laboral.

Periodo Agudo

La terapia de rehabilitación debe iniciarse lo antes posible durante el ingreso hospitalario (a menudo entre las 24 a 48 horas posteriores al ataque cerebral). una vez que el paciente se encuentre estable, un inicio precoz se asocia a mejores resultados (3,19).

Los primeros pasos implican promover el movimiento independiente debido a que muchas personas están paralizadas o seriamente debilitadas. Mientras aun yacen en la cama se trabaja con ejercicios pasivos o activos. Dependiendo de muchos factores, los pacientes pueden progresar de sentarse y ser movilizados entre la cama y una silla a pararse, soportar su propio peso y caminar con o sin ayuda (19).

Durante el periodo agudo, por los objetivos de tratamiento son principalmente (19):

- Prevenir complicaciones secundarias producto de la inmovilización: escaras, problemas respiratorios, posturas viciosas, trombosis venosa profunda.
- Estimulación sensorial del hemicuerpo afectado.
- Aprendizaje de auto movilización y transferencias.
- Adquirir el mayor nivel de dependencia posible para su condición actual.

Periodo Subagudo

Se identifica con la aparición de espasticidad e hiperreflexia, y normalmente va acompañado de recuperación motora en los casos favorables. De los pacientes que sobreviven a la fase aguda, el 10% queda sin secuelas, el 10% quedan severamente dañados y el 80% queda con algún grado de déficit neurológico (20,21).

Los principales objetivos terapéuticos para el equipo rehabilitador son (21):

- Reeducación del control postural, equilibrio y marcha.
- Mejorar la funcionalidad de extremidad superior.
- Manejo de trastorno comunicacional.
- Manejo de disfagia.
- Intervención en áreas perceptivas/cognitivas.
- Tratamiento de alteraciones emocionales.

Periodo Crónico o de Seguimiento

Una vez alcanzada la estabilidad, la recuperación a partir de este momento será relativa y dependerá tanto del terapeuta como del paciente.

En esta etapa existen 3 grande objetivos terapéuticos (21):

- Reinserción óptima a nivel familiar, social y, eventualmente, laboral.
- Mantener los logros funcionales obtenidos en la fase subaguda.
- Evitar la recurrencia del ACV.

No hay que olvidar que la rehabilitación debería ser individualizada y que ningún paciente evoluciona igual que otro (20).

3. Estimulación eléctrica muscular

La aplicación de la electricidad en la medicina comenzó en los años sesenta, partiendo de la base del trabajo de Melzack, R y Wall, P. D (22).

Se conocen varias formas de aplicación de la electroterapia, desde métodos de diagnósticos y modalidades terapéuticas con efectos muy variados, como la analgesia, contracción muscular, efecto antiinflamatorio, facilitador de la regeneración tisular, entre otros.

La estimulación eléctrica muscular puede acelerar y mejorar la rehabilitación al aumentar la fuerza y la resistencia del músculo.

Pero hasta el día de hoy, aún existe discusión si puede ayudar mejorar ciertas lesiones del sistema nervioso central (SNC), como por ejemplo la hemiparesia producto de un ACV (23).

3.1 Definición de electroestimulación

La electroterapia hace referencia a “La aplicación de energía electromagnética al organismo, con el fin de producir sobre él, reacciones biológicas y fisiológicas las cuales se aprovechan para mejorar los distintos tejidos cuando se encuentran sometidos a enfermedad o alguna otra alteración del organismo” (24).

Para Boschetti, G. (2004), la electro estimulación reside en un impulso eléctrico enviado al nervio motor que posteriormente excita el músculo y provoca la contracción del mismo, teniendo influjo de este modo en la transmisión de información desde el sistema nervioso a la fibra muscular (25).

3.2 Principios de la electroterapia

A través de las membranas de casi todas las células del organismo existen potenciales eléctricos. Además algunas células, como las nerviosas y musculares, son excitables, es decir, capaces de autogenerar impulsos electroquímicos rápidamente cambiantes en sus membranas. En la mayoría de los

casos, estos impulsos se pueden utilizar para transmitir señales a lo largo de las membranas nerviosas musculares (26).

Cuando los potenciales de acción (PA) se propagan a lo largo de los nervios motores, las fibras musculares inervadas por dichos nervios se despolarizan y se contraen.

En una contracción voluntaria, las unidades motoras son reclutadas desde las más pequeñas a las más grandes, conforme las necesidades de fuerza aumentan. Sin embargo, al ser estimulado eléctricamente este patrón se invierte, activando primero las fibras musculares más superficiales, correspondientes a motoneuronas grandes que inervan fibras musculares rápidas (27).

Los principales efectos de las distintas corrientes de electroterapia son:

- Anti-inflamatorio.
- Analgésico.
- Mejora del trofismo.
- Potenciación neuro-muscular.
- Térmico, en el caso de electroterapia de alta frecuencia.

A pesar de que la electroestimulación ha sido utilizada tradicionalmente en pacientes con estructuras y funciones nerviosas indemnes para favorecer el aumento de fuerza muscular, también puede ser usado para aumentar la fuerza y mejorar el control motor en pacientes con trastorno del SNC, como los que se ven en las

lesiones medulares, ictus, esclerosis múltiple, y otros cuadros, siempre y cuando los nervios periféricos estén intactos. Estos efectos pueden ser causa directa del fortalecimiento muscular, pero también pueden estar influenciados por el aumento de excitabilidad general del grupo de motoneuronas (28).

La disminución o pérdida de la contracción voluntaria producto de una lesión de motoneurona (MT) inferior o en el caso de un ACV por lesión de MT superior, puede generar alteraciones en la unión neuromuscular y/o producir alteraciones funcionales.

En el caso de una lesión de motoneurona superior, están indemnes las partes accesibles a la estimulación (nervio – músculo,) por lo tanto es posible obtener una respuesta normal, aunque pueda reaccionar a una menor intensidad de corriente debido al estado de hiperexcitación en la que se encuentre el músculo o el nervio en comparación a una persona sana (27).

3.3 Estimulación eléctrica funcional

La estimulación eléctrica funcional (EEF) es una técnica utilizada para la rehabilitación de la disfunción motora y sensorial que consiste en la aplicación de estimulación eléctrica neuromuscular mientras se realiza una actividad funcional (Agarrar, soltar, pararse, caminar, etc.) (29).

La estimulación eléctrica funcional terapéutica, a diferencia de la estimulación eléctrica por sí sola, busca mejorar alguna condición intrínseca de los músculos y articulaciones (fuerza, espasticidad, contracturas etc.) (26)

En pocas palabras, al integrar la electroestimulación neuromuscular (EENM) a actividades funcionales, estimulando o facilitando la contracción del musculo, es lo que se le conoce como FES. Como por ejemplo, estimular los flexores de dedos al momento de realizar el agarre de algún objeto puesto sobre una mesa.

Los parámetros utilizados deben ser personalizados y ajustados continuamente. La amplitud debe ser entre 200 – 350 μ s, activando selectivamente las fibras nerviosas motoras $A\alpha$. Estas duraciones de pulso permiten aplicar intensidad lo suficientemente elevadas para provocar una buena contracción muscular. Para una contracción completa, recomienda que usar una frecuencia 50 Hz estimula tanto las fibras motoras $A\alpha1$ y $A\alpha2$, es decir, las fibras musculares fásicas y tónicas. Una frecuencia de 30 Hz produce una contracción suave equilibrando la contracción efectiva con el nivel de fatiga muscular. La forma de las ondas dependerá del tipo de la sensibilidad del tejido, estas pueden ser: monofásicas, bifásicas asimétricas o simétricas (24).

Capítulo 2: “Diseño”

1. Pregunta de investigación

La pregunta de investigación es la base fundamental de cualquier estudio, ya que permitirá guiar al investigador. Una vez lista se puede plantear las hipótesis del estudio, el objetivo general, los objetivos específicos y el diseño de investigación. Debe ser formulada de forma precisa y clara, ya que “sin una buena pregunta de investigación no se puede llevar a cabo un estudio” (30)

La pregunta que se utilizó para guiar esta investigación fue la siguiente.

“¿Es efectiva la Estimulación Eléctrica Funcional asociada a la terapia física, en términos de mejorar la funcionalidad de miembro superior en pacientes adultos diagnosticados de Accidente Cerebro Vascular Isquémico?”

2. Justificación del Estudio

La búsqueda sistemática preliminar fue realizada en variadas bases de datos, las cuales fueron: PubMed, Web Of Science, Scopus y Google Académico, dan a conocer que existe variada literatura disponible, puesto que es un tratamiento utilizado hace varias décadas como terapia de electrofortalecimiento, y siendo integrada al área neurológica desde el siglo XX. La metodología implementada no requiere de grandes costes económicos, además se cuenta con herramientas adecuadas para la selección y traducción de los artículos. Esto entrega evidencia suficiente para la factibilidad de esta investigación.

Un estudio realizado por Shindo K. et al (2011), concluye que “La terapia HANDS (combinación de estimulación eléctrica neuromuscular de asistencia con una férula), además de la terapia convencional, puede mejorar la función de la mano en pacientes con deterioro moderado a severo de la mano durante la rehabilitación temprana”(31). Otro estudio realizado por Alon G et al. (2008) Dice que “más pacientes pueden recuperar alguna capacidad funcional después del entrenamiento con FES en comparación con el entrenamiento sin FES” (32). No obstante, algunos estudios no llegan a un consenso claro, ya sea por diversas razones, entre las cuales están un tamaño de muestra no apropiado o un protocolo vagamente definido, dejando por conclusión que la EEF “podría ser efectiva, pero hace falta más investigación” (21) lo que nos indica mediante ésta interrogante para el mundo científico que es una investigación novedosa, dado que dentro de los estudios que

presentan resultados positivos, se desea conocer qué tan efectiva es este tipo de terapia en distintas poblaciones de estudio.

Lo ético de esta revisión está resuelto, porque no se trabajará directamente con pacientes, puesto que sólo se utilizarán datos ya extraídos de investigaciones previas sobre el tema, respetando los derechos de autor de cada una de ellas, con su respectiva cita y los autores se declaran sin conflictos de interés.

Por último, datos estadísticos presentados por la Organización Mundial de la Salud, en el mundo más 15 millones de personas han sufrido un ACV, en Chile son 69 casos nuevos de éste tipo al día según reportes del año 2013, lo que ha aumentado la incidencia en un 100% en países en vías de desarrollo durante los últimos 40 años (9), resaltando así lo interesante del tema propuesto. Además se ha de tener en cuenta que la población nacional está experimentando un proceso de envejecimiento, lo que hace que los casos vayan en aumento (debido a que la edad es un importante factor de riesgo), y situarse como un importante generador de años de vida perdidos por discapacidad o muerte prematura. Se estima que el 44% queda con alguna dependencia funcional.

Destacando la relevancia de la realización de este estudio, la cual radica en que podría servir de referencia para futuras investigaciones con respecto a los ACV y EEF y como posible guía para una futura elección de tratamiento fisioterapéutico.

3. Objetivo General del Estudio

El objetivo general de este estudio es determinar la efectividad de la estimulación eléctrica funcional (EEF) asociado a la terapia física en términos de mejorar la funcionalidad del miembro superior, en pacientes adultos diagnosticados con ACV-I.

4. Objetivos específicos

- Determinar la efectividad es EEF en términos de fuerza en los distintos rangos etarios.
- Identificar la cantidad promedio de sesiones, para la obtención de resultados óptimos en funcionalidad.

5. Diseño del Estudio

El diseño escogido para esta tesis fue una Revisión Sistemática (RS), la cual nos permite el estudio (de en este caso) de diversos ECAs y sus protocolos de procedimientos en torno a un tema central. En esta oportunidad demostrar la efectividad que presentan terapias complementarias, en este caso la EEF, a la terapia física como base para la recuperación de funcionalidad del miembro superior en pacientes adultos secueados de un ACV-I.

El diseño de investigación fue escogido por ser objeto de síntesis para la evidencia de un tema concreto, siendo de tipo secundario y observacional. Además de que se pueden evaluar según aspectos cualitativos o cuantitativos según los resultados de estudios primarios, permite llegar a una discusión, para posteriormente obtener conclusiones respecto a la real efectividad de una intervención, el tamaño del efecto que ésta cause, o el comportamiento de la población con respecto a la anterior, para de esta forma entregar bases claras para aportar en el quehacer de los profesionales de la salud (33).

6. Criterios de Elegibilidad

En base a la pregunta de investigación se establecieron criterios de inclusión y exclusión, para dar con los artículos capaces de cumplir con los objetivos planteados.

6.1 Criterios de Inclusión

- Idioma del estudio Inglés o Español
- Sujetos de estudio adultos > de 18 años.
- Sujetos de estudio diagnosticados con ACV isquémico.
- Estudio realizados en la extremidad superior.
- Poseer un grado parcial o completo de movimiento activo en la extremidad superior.

6.2 Criterios de Exclusión

- Sujetos con alguna otra patología asociada.
- Tener otra terapia asociada (toxina botulínica, fármacos, algún otro agente físico, entre otros.)

Capítulo 3: “Revisión de la Literatura”

Desde el inicio de la existencia del ser humano, éste ha tratado de encontrarle sentido a la vida, descubrir nuevas cosas, ideas, buscar más allá de lo conocido.

La búsqueda por conocer lo desconocido entonces se ha transformado en un constante desafío en la humanidad, este reto nos ha llevado a seguir el lado de lo divino o hacia la ciencia, pilares básicos de dónde intentamos encontrar una respuesta. Es por esto, que como profesionales de la salud, nos basamos en los hallazgos científicos para proponer y descubrir nuevas formas y estrategias de tratamiento para nuestros pacientes y/o usuarios.

Siguiendo esta misma línea se llegó al capítulo “Búsqueda”, en donde, basados en la literatura científica se espera la formación de nuevo conocimiento sobre el tema propuesto.

1. Pregunta de Búsqueda

Para comenzar con la búsqueda, fue necesario volver a la pregunta de investigación, para tener claro cómo se debe enfocar. Teniendo en cuenta desde el tipo de paciente hasta los resultados esperados.

“¿Es efectiva la Estimulación Eléctrica Funcional asociada a la terapia física, en términos de mejorar la funcionalidad de miembro superior, en pacientes adultos diagnosticados de Accidente Cerebro Vascular Isquémico?”

2. Protocolo de Búsqueda

La estrategia de búsqueda fue mediante bases de datos, como, por ejemplo: PubMed, Web of Science, Scopus y Google Académico, dentro de los cuales existen distintos tipos de formas de clasificar la información ya sea por: año de publicación, tipo de artículo, idioma, sujetos en el cual fue realizado, edad de los participantes, entre otros, llamados “Filtros de Búsqueda”.

Para guiar la pregunta de investigación se decidió distribuir los términos que posteriormente serán usados en la búsqueda, según el modelo PICO, quedando de la siguiente manera:

P	(Paciente)	Ictus, Ictus Isquémicos, Accidente Cerebrovascular.
I	(Intervención)	Estimulación Eléctrica, Estimulación Eléctrica Funcional, Ejercicio terapéutico, Intervención fisioterapéutica, Ejercicio fisioterapéutico, Ejercicio físico.
Co	(Comparación)	-
R	(Resultados)	Fuerza muscular, Fuerza manual, Contracción muscular, Funcionalidad, Extremidad superior.

Teniendo los términos ya definidos, se procedió a buscar su homólogo en inglés, ya que la gran mayoría de la información en las bases de datos que se utilizaron tienen sus artículos en este idioma, para esto se utilizó una página de internet llamada “Decs” la cual entregaba variados resultados, dentro de los cuales se eligieron los más cercanos al término en español.

P	(Patient)	Stroke, stroke ischemic, cerebrovascular accident.
I	(Intervention)	Electric Stimulation, Electric Stimulation Functional, Exercise Therapy, Physical therapy intervention, Physical therapy exercise, Physical exercise.
Co	(Comparison)	-
R	(Results)	Muscle Strength, Hand Strength, Muscle Contraction, Functionality, Upper extremity.

A continuación la **Tabla 1** da a conocer la forma en que fue realizada nuestra búsqueda en las distintas bases de datos, con sus respectivos filtros y artículos encontrados en cada una.

Tabla 1. Protocolo de Búsqueda.

Base de datos	Estrategia de búsqueda	Limites	Filtros	Total de artículos seleccionados
PubMed	(((("Stroke" OR "stroke ischemic" OR "cerebrovascular accident") AND ("Electrical Stimulation" OR "Functional Electrical Stimulation") AND ("Exercise Therapy" OR "physical therapy intervention" OR "physical therapy exercise" OR "Physical exercise")) AND ("Muscle Strength" OR "Hand Strength" OR "Muscle Contraction" OR "Functionality" OR "upper extremity"))))	Randomized Controlled Trial; Full text; Humans; Adult 19+years.	16 artículos fueron filtrados	7 artículos fueron seleccionados para someterse a proceso de selección para revisión
Web of Science	(stroke) AND TEMA: (Functional Electric Stimulation) AND TEMA: (physical therapy) AND TEMA: (Upper extremity)	Sin filtros	7 artículos fueron filtrados	2 artículos fueron seleccionados para someterse a proceso de selección para revisión.

Base de datos	Estrategia de búsqueda	Límites	Filtros	Total de artículos seleccionados
Scopus	<p>(TITLE-ABS-KEY (("Stroke" OR "stroke ischemic" OR "cerebrovascular accident")) AND TITLE-ABS-KEY (("Electrical Stimulation" OR "Functional Electrical Stimulation") AND ("Exercise Therapy" OR "physical therapy intervention" OR "physical therapy exercise" OR "Physical exercise"))) AND TITLE-ABS-KEY (("Muscle Strength" OR "Hand Strength" OR "Muscle Contraction" OR "Functionality" OR "upper extremity")))</p>	<p>Exactsrctitle [Archives Of Physical Medicine And Rehabilitation; Neurorehabilitation And Neural Repair; Journal Of Rehabilitation Research And Development; Topics In Stroke Rehabilitation; Journal Of Neurologic Physical Therapy; American Journal Of Physical Medicine And Rehabilitation; Australian Journal Of Physiotherapy; Clinical Rehabilitation; Disability And Rehabilitation; Journal Of Physiotherapy; Journal Of Rehabilitation Medicine; Journal Of Science And Medicine In Sport; Neurorehabilitation; Progress In Cardiovascular Diseases; Revista Neurociencias], [ACCESSTYPE(OA)</p>	22 artículos filtrados	7 artículos fueron seleccionados para someterse a proceso de selección para revisión

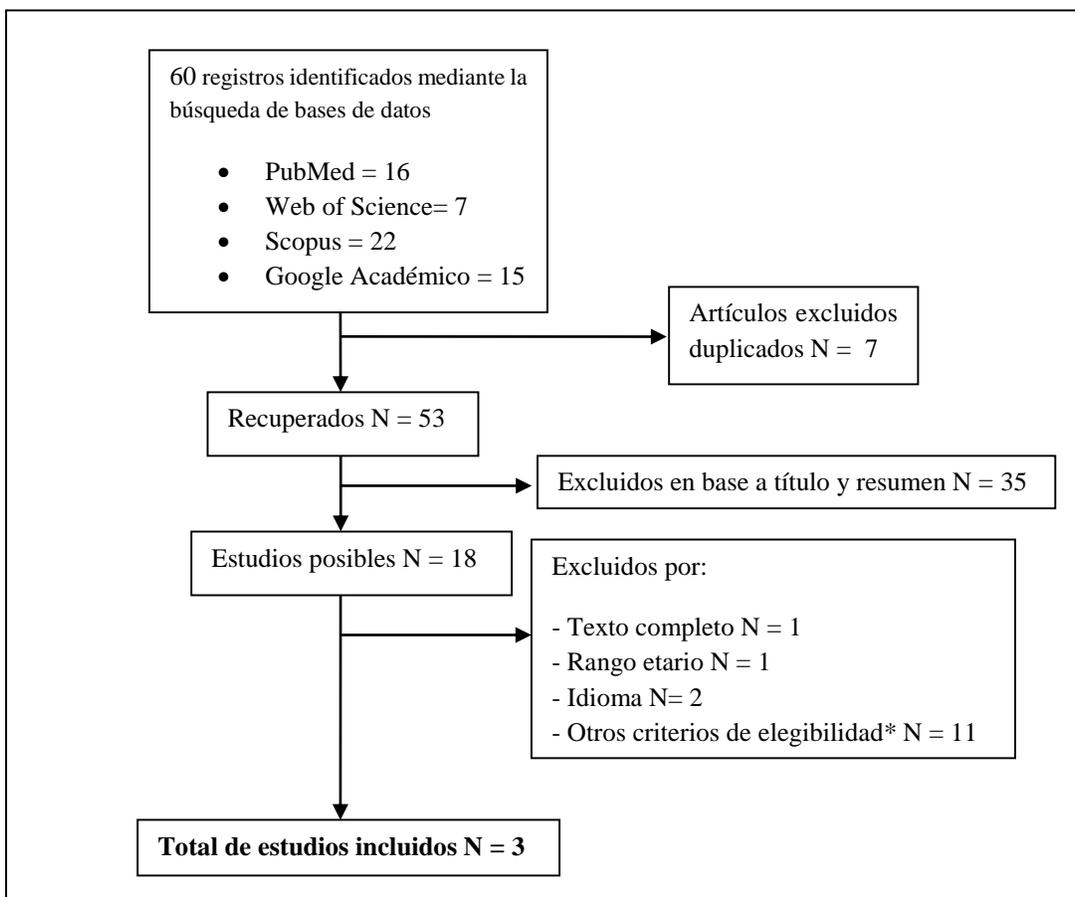
		; ACCESSTYPE(OTHE R)], Doc Type[ar], Subjarea[MEDI; HEAL; NEUR], Exactkeyword[Exercis e Therapy; Humans; Article; Electric Stimulation Therapy; Kinesiotherapy; Adult]		
Google Académico	((("stroke ischemic" OR "cerebrovascular accident") NOT "hemorrhagic") AND ("Functional Electrical Stimulation") AND ("physical therapy intervention" OR "Physical exercise")) AND ("Muscle Strength" OR "Hand Strength" OR "Functionality"))))	Language: English/Spanish	15 articulos filtrados	1 Artículo fue seleccionado para esta revisión.

3. Resultados de la Búsqueda

Una vez obtenidos todos los artículos encontrados en la búsqueda, estos fueron seleccionados de acuerdo a los criterios de elegibilidad ya mencionados, la cual arrojó 60 artículos en total, siendo 16 de PubMed, 7 de Web of Science, 22 de Scopus y 15 de Google Académico, posteriormente se procede a filtrar según si existe algún artículo duplicado utilizando la aplicación “Mendeley”, y corroborando manualmente si los artículos que la aplicación encontró como duplicados, realmente se encontraban repetidos.

Luego se comenzó con la exclusión de los artículos en base a los títulos y resumen. De los 18 artículos posibles para esta revisión, 2 se encontraban en otro idioma (portugués y alemán), 1 no cumplía el rango etario, 1 no se encontraba completo y 11 fueron descartados por distintas razones luego de la revisión del artículo. En el **Esquema 1** se muestra como fue el proceso de selección de los artículos utilizados para la revisión.

Esquema 1: Flujograma de Búsqueda.



* Eso artículos no cumplían con los criterios de elegibilidad antes mencionados.

Como resultado final de la búsqueda en las distintas bases de datos, se obtuvo un total de 3 artículos que cumplían con todos los criterios. De estos, 1 fue seleccionado de PubMed, 1 de Scopus y 1 de Web of Science. Los títulos y autores de cada uno de estos se detallan a continuación:

- Ring H, Rosenthal N. CONTROLLED STUDY OF NEUROPROSTHETIC FUNCTIONAL ELECTRICAL STIMULATION IN SUB-ACUTE POST-STROKE REHABILITATION. J Rehabil Med [Internet]. 2005 Jan 1 [cited 2018 Jun 16];37(1):32–6. Available from: <https://medicaljournals.se/jrm/content/abstract/10.1080/16501970410035387> (34)
- Alon G, Levitt AF, McCarthy PA. Functional electrical stimulation (FES) may modify the poor prognosis of stroke survivors with severe motor loss of the upper extremity: a preliminary study. Am J Phys Med Rehabil [Internet]. 2008 Aug [cited 2018 Jun 16];87(8):627–36. Available from: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00002060-200808000-00003> (32)
- Hayward KS, Barker RN, Brauer SG, Lloyd D, Horsley SA, Carson RG. SMART Arm with Outcome-Triggered Electrical Stimulation: A Pilot Randomized Clinical Trial. Top Stroke Rehabil. 2013 (35)

Los 3 artículos que fueron seleccionados fueron revisados están descritos en la **Tabla 3**, las características de los sujetos incluidos en la **Tabla 4** y la modalidad se resume en la **Tabla 5** y se encuentran en el **ANEXO 1** al final del documento.

Capítulo 4: “Resultados”

1. Descripción de los artículos

A continuación se da conocer un resumen de los artículos que fueron incluidos en este estudio:

Título en Español	<u>Estudio controlado de la estimulación eléctrica funcional neuroprotésica en la rehabilitación subaguda post-ictus.</u>
Título en Inglés	Controlled study of neuroprosthetic functional electrical stimulation in sub-acute post-stroke rehabilitation.
Autores	“Haim Ring, Nechama Rosenthal”
Año de Publicación	2005
Revista de publicación	Journal of Rehabilitation Medicine
DOI	10.1080/16501970410035387

El objetivo de este estudio fue evaluar los efectos de la estimulación eléctrica funcional de una neuroprótesis llamada NESS Hand Master, en pacientes post accidente cerebrovascular en etapa subaguda.

Fueron incluidos 22 pacientes con paresia moderada a severa de las extremidades superiores de 3 – 6 meses de evolución post ACV. Estos fueron estratificados en 2 subgrupos dependiendo del nivel de funcional de cada uno: El **Tipo I** correspondía a los que no tenían movimiento voluntario en dedos y muñeca, y el **Tipo II** si tenía movimiento parcial voluntario. Luego fueron asignados al azar al grupo de control e intervención.

La neuroprótesis consiste en una órtesis de muñeca-mano (OMS) con un sistema de estimulación controlado por microprocesador portátil no invasivo incorporado. La órtesis está configurada y ajustada a la extremidad del paciente con una serie de 5 electrodos, la cual estimulaba los siguientes grupos musculares: el extensor común de los dedos, el extensor corto del pulgar, el flexor común superficial de los dedos, el flexor largo del pulgar y el grupo muscular tenar.

Todos los pacientes estaban en el programa de rehabilitación ambulatorio de hospital de día durante el curso del estudio. Ambos grupos recibieron terapias similares. Los pacientes acudieron a 3 días por semana, y el tratamiento incluía al menos 3 horas de servicios de terapia por día. El tratamiento funcional para mejorar las actividades de la vida diaria y la reeducación neuromuscular utilizando las técnicas de Bobath. El estudio tuvo una duración de 6 semanas.

Los pacientes del grupo Hand Master, recibieron una única sesión en donde se les explico y enseñó el funcionamiento del dispositivo, para su uso en casa.

La neuroprótesis generaba 6 modos diferentes de estimulación, 3 para patrones de ejercicio terapéutico y acondicionamiento muscular y 3 para actividades funcionales (mano constante, agarre y agarre clave). Los patrones de estimulación son una forma de onda rusa de 11 kHz, con frecuencias de estimulación entre 18 a 36 pps, dependiendo del modo de estimulación seleccionado. La amplitud del pulso es ajustable y configurada por el terapeuta. La duración del pulso varía de 0.01 a 0.5 mseg, y puede ser ajustada por el paciente de manera gradual.

Un clínico cegado realizó todas las evaluaciones las cuales fueron las siguientes:

- Goniometría: Fue realizada para la flexión y abducción en el hombro, para la flexión y extensión en el codo y la muñeca, y para la extensión y flexión de cada dedo. La oposición del pulgar se calificó en una escala de 7 puntos.
- Escala de Ashworth modificada: El tono muscular se evaluó como grupo en los siguientes segmentos: hombro, codo, muñeca, dedos y pulgar.

El uso funcional de la mano se evaluó en pacientes de tipo II mediante las siguientes pruebas:

- Jebsen-Taylor: 3 pruebas fueron utilizadas; simulación de comer, levantar objetos grandes-livianos y levantar objetos grandes-pesados.
- Box and Block Test.

Los resultados del estudio están descritos en la **Tabla 3**, las características de los sujetos incluidos en la **Tabla 4** y la modalidad se resume en la **Tabla 5**, los cuales se encuentran anexados al final del este estudio.

Solo fue considerado el subgrupo **Tipo II** en la tabla de resultados, ya que dentro de los criterios de inclusión se especificó que los participantes debían tener un grado parcial de movimiento en la extremidad superior. Y el subgrupo Tipo I no poseía un grado de movimiento activo voluntario al inicio del estudio.

Los autores del estudio concluyen que en ambos subgrupos que utilizaban neuroprotésis “NESS Hand Master” obtuvieron resultados significativamente positivos tanto en la reducción de la espasticidad como en el aumento del

movimiento activo, destacando además en el subgrupo tipo II mejoras significativas en las pruebas de función de la mano.

Ningún paciente sufrió algún efecto adverso, y todos lograron completar el estudio.

Título en Español	<u>La estimulación eléctrica funcional (EEF) puede modificar el pronóstico desfavorable de los sobrevivientes de accidentes cerebrovasculares con pérdida motora severa de la extremidad superior: Un estudio preliminar</u>
Título en Inglés	Functional Electrical Stimulation (FES) May Modify the Poor Prognosis of Stroke Survivors with Severe Motor Loss of the Upper Extremity - A Preliminary Study
Autores	Alon G, Levitt AF, McCarthy PA.
Año de Publicación	2008
Revista de publicación	American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation
DOI	10.1097/PHM.0b013e31817fabcl

El objetivo de este estudio fue comprobar que la estimulación eléctrica funcional orientada a tareas (EEF) puede mejorar la recuperación del control motor de las extremidades superiores y la capacidad funcional en pacientes con mal pronóstico.

58 pacientes dieron su consentimiento para participar en el estudio, de los cuales solo 26 cumplían con todos los criterios de inclusión. Luego fueron asignados aleatoriamente a un grupo EEF y un grupo control. Los periodos de evolución post ACV eran de 17.4 ± 7.6 días en el grupo de EEF y de 23.8 ± 10.9 días en el grupo control.

Los pacientes de ambos grupos fueron guiados individualmente por terapia física / ocupacional sobre cómo ejercitar la extremidad superior y promover el reentrenamiento motor de los músculos paralizados de la extremidad superior. Los ejercicios variaron en complejidad desde muy simples y predominantemente pasivos, hasta asistenciales activos, activos, y todos fueron específicos para cada tarea (principalmente agarrar, sostener, mover y colocar objetos lejos del cuerpo). Los ejercicios fueron ajustados por el terapeuta investigador de cada paciente para que el paciente pudiera practicarlos de forma independiente o con la ayuda de un miembro de la familia después del alta del hospital. El estudio tenía una duración de 12 semanas de terapia.

Las sesiones de consistían en 30 minutos de ejercicio 2 veces al día, 5 días a la semana durante el tiempo de hospitalización. Después del alta se le indicó a cada paciente realizar 30 minutos de ejercicio 2 veces por día sin supervisión, y recibían visita domiciliaria del terapeuta 1 o 2 veces por semana. De ser necesario, este podía modificar los ejercicios de acuerdo a su progresión.

El grupo FES comenzó la sesión de estimulación de 10 minutos y la repitió cuatro veces; dos sesiones fueron parte de la sesión de ejercicios de 30 minutos, y las otras dos sesiones se limitaron a la estimulación sin ejercicio específico. La duración de la sesión FES se incrementó en 5 minutos cada día, de modo que, para el día 11, el paciente recibió instrucciones de tener el FES en una sesión de 1 hora, que se repetiría cuatro veces al día.

El sistema comprende una órtesis de antebrazo / moldeada a mano que contiene una matriz de cinco electrodos de superficie que varían en tamaño desde 2 x 2 cm a 6 x 4 cm. La posición de los electrodos dentro de la órtesis se determinó de forma personalizada para cada paciente para garantizar la flexión y extensión total de los dedos y el pulgar. Se les suministraba corriente alterna a una frecuencia portadora de 11 KHz, modulada en tiempo a ráfagas a 36 Hz. El estimulador se configuró para entregar trenes de pulsos interrumpidos con los intervalos de contracción y relajación, ambos configurados a 7 segundos activados y a 7 segundos desactivados.

Para medidas de resultado se utilizaron dos pruebas funcionales comúnmente informadas pero que no requieren mucho tiempo ni mucho trabajo, la prueba funcional a la prueba de Box & Blocks (B & B) y al subconjunto de levantamiento de objetos livianos de la prueba de Jebsen-Taylor (J-T). También se usó una puntuación del Fugl Meyer Test (mF-M) basada en video para la extremidad superior para medir la pérdida y recuperación del control motor.

Los resultados del estudio están descritos en la **Tabla 3**, las características de los sujetos incluidos en la **Tabla 4** y la modalidad se resume en la **Tabla 5**.

Los autores del estudio concluyen que se logró mejorar el control motor y parcialmente la funcionalidad de la extremidad superior del grupo intervenido con EEF, pero esta no fue estadísticamente significativa. Se menciona que puede ser debido al bajo tamaño de muestra del estudio y que un periodo de 12 semanas puede ser insuficiente para un periodo de recuperación de pacientes con ACV isquémico.

A pesar que se mostró una mejoría a favor del grupo EEF, esta no fue estadísticamente significativa. Y se menciona que puede ser debido al bajo tamaño de muestra del estudio y que un periodo de 12 semanas puede ser insuficiente para un periodo de recuperación de pacientes con ACV isquémico.

Todos los participantes toleraron bien el programa y no informaron eventos adversos relacionados con el estudio.

Título en Español	<u>Brazo SMART con estimulación eléctrica desencadena resultados: Un ensayo clínico piloto aleatorizado</u>
Título en Ingles	SMART Arm with Outcome-Triggered Electrical Stimulation: A Pilot Randomized Clinical Trial
Autores	Hayward, Kathryn S. Barker, Ruth N. Brauer, Sandra G. Lloyd, David Horsley, Sally A. Carson, Richard G.
Año de Publicación	2013
Revista de publicación	Topics in Stroke Rehabilitation
DOI	10.1310/tsr2004-289

El objetivo de este estudio fue evaluar la eficacia del brazo SMART (SensoriMotor Active Rehabilitation Training) cuando se usa con o sin estimulación eléctrica (OT-Stim), además de la atención habitual por sí sola, en comparación con la atención habitual sola durante la rehabilitación de pacientes hospitalizados.

28 pacientes con un periodo menor a 3 meses participaron en este estudio. Se asignaron aleatoriamente a los grupos mediante el uso de sobres opacos sellados a 2 grupos de intervención (N= 8): 4 sujetos se asignaron al grupo 1 que fue intervenido con el Brazo SMART con OT-stim. 4 sujetos se asignaron al grupo 2 de Brazo SMART Arm OT-Stim. El grupo control estaba conformado por 20 sujetos y solo fue intervenido con terapia física.

El grupo control recibió 20 sesiones de entrenamiento de 60 minutos de duración, 5 días por semana durante 4 semanas. Los grupos de brazo de SMART se ofrecieron 20 sesiones de entrenamiento de 60 minutos de duración, 5 días por semana durante 4 semanas, además de la terapia habitual.

Las características del diseño inteligente del Brazo SMART tienen como objetivo conseguir que la práctica orientada a la tarea posible. Por ejemplo, el dispositivo reduce al mínimo los grados mecánicos de libertad para ser controlado; la mano se estabiliza en una férula que está unida a una pista, restringiendo el movimiento de llegar a una trayectoria de línea recta que es consistente con un patrón normal de movimiento. El dispositivo se puede utilizar con la estimulación eléctrica (ES) para aumentar el movimiento activo. Además, el dispositivo permite la manipulación de una serie de elemento, tales como carga, repeticiones, y la elevación de pista, para aumentar la dificultad de la tarea.

Cada sesión de entrenamiento se inició con el participante sentado en una silla junto a la de SMART brazo, refrenado por un arnés para restringir el movimiento del tronco compensatorio. El brazo afectado se posicionó en codo de 90 ° la flexión y el antebrazo en pronación-supinación y extensión de la muñeca (0 ° a 45 °). Al comienzo de cada sesión de entrenamiento, se registró la distancia del alcance activo (o mejor marca personal) y distancia pasiva o alcance máximo (meta). Un mínimo de 60 repeticiones se realizaron durante las sesiones de entrenamiento primer 5 (6 series de 10), y un mínimo de 80 repeticiones (8 conjuntos de 10) se realizaron durante cada una de las 15 sesiones restantes. Después de cada serie fue proporcionado un descanso de 60 segundos.

La estimulación eléctrica fue realizada a través de la estimulación del tríceps braquial con 2 electrodos (50 mm de diámetro) ubicados en el punto motor del musculo y su inserción. La intensidad de estimulación se fijó en un nivel suficiente para lograr el objetivo general de movimiento, es decir, la extensión del codo

completa para permitir la práctica de alcanzar. Los parámetros de estímulo consistieron en una rampa ascendente de 1 segundo, de 4 a 10 segundos de una estimulación bifásica con un ancho de pulso de 200 μ s a 50 Hz, seguido de un período de descanso de 8 a 20 segundos entre los ensayos. La estimulación activa y la duración del período de descanso se establecieron, según corresponda, para cada participante.

Para la medida principal de evaluación, se utilizó el “Motor Assessment Scale, Item 6 Upper Arm Function (MAS6)”. Pero no se encontraron diferencias significativas entre los grupos SMART, ya que los participantes del estudio fueron incapaces de mantener el brazo elevado a 90° en posición supina como lo exige la prueba. En cuanto a las características del entrenamiento (Repeticiones totales, carga media, elevación media en grados) entre el grupo SMART con y sin estimulación eléctrica utilizando como medida estadística la D de Cohen, tuvo un mayor efecto para el grupo SMART que se le aplicó estimulación eléctrica ($d= 1.05$) en cuanto al total de repeticiones.

La mejora de la puntuación MAS6 fue significativamente mejor para el grupo SMART que para el grupo control. Como la diferencia de tamaños de muestra entre el grupo control y los 2 grupos de intervención eran grandes, los 2 grupos SMART se evaluaron en conjunto contra el grupo control.

El grupo control no se distribuían normalmente, fue necesario realizar un enfoque inferencial no paramétrico con la prueba de Mann-Whitney ($T= 35.5$, $P = 0.024$).

Los resultados del estudio están descritos en la **Tabla 3**, las características de los sujetos incluidos en la **Tabla 4** y la modalidad se resume en la **Tabla 5**.

No se reportó ningún efecto adverso en el estudio y 2 participantes abandonaron el estudio, uno de cada grupo.

2. Evaluación del Riesgo de Sesgo

Para comenzar con la evaluación de riesgo de sesgo, primero hay que tener conocimiento de sus fundamentos y su finalidad. El riesgo de sesgo es una herramienta desarrollada por la “Cochrane Collaboration” para evaluar la metodología utilizada en los estudios, para obtener a groso modo una valoración de la evidencia científica entregada. Se define el sesgo como un error sistemático, o una desviación de la verdad, en los resultados o inferencias (36). Esta desviación del valor verdad puede dar como resultado la sub/sobre-estimación de los efectos de una determinada intervención; sin embargo no es posible conocer hasta qué grado han afectado los sesgos, los resultados en un estudio específico (37).

Una vez teniendo conocimiento de esto, se comenzó por evaluar los artículos que fueron seleccionados en la búsqueda.

La evaluación de estos fue realizada por los 2 revisores de este estudio, como lo recomienda la “Cochrane Collaboration”, como se logró llegar a un consenso, no fue necesaria la intervención de un tercer revisor.

Los ítems que evalúa el Riesgo de Sesgo son los siguientes:

- Sesgo de Selección:
 - Generación de la secuencia aleatorizada.
 - Ocultación de la asignación.

- Sesgo de realización:
 - Cegamiento de los participantes y del personal

- Sesgo de detección:
 - Cegamiento de los evaluadores (resultados notificados por el paciente)
 - Cegamiento de los evaluadores (mortalidad)

- Sesgo de desgaste:
 - Manejo de los datos de resultado incompletos (resultados a corto plazo) [2 a 6 semanas]
 - Manejo de los datos de resultado incompletos (resultados a más largo plazo) [> 6 semanas]

- Sesgo de notificación:
 - Notificación selectiva

A continuación en la **Tabla 2** se presenta un resumen de la evaluación del riesgo de sesgo de los artículos incluidos. De los cuales todos eran aleatorizados ya que uno de los criterios de inclusión para este estudio. Sin embargo en el estudio (Ring, Haim et al. [2005] no fue realizado por ocultación en la asignación de la muestra y el de Alon, Gad et al. [2008]) no se da mayor detalle de cómo fue realizado, por lo que se le asigna un riesgo poco claro.

De los estudios ninguno cumplió con el cegamiento tanto de los participantes ni del personal. Los detalles se presentan en el **ANEXO 3**. El cegamiento del personal de evaluación no fue realizado por Alon, Gad et al. [2008]).

En el sesgo de Desgaste, el estudio de Alon, Gad et al. [2008]) fue el único que no hizo referencia a si tuvo o no un porcentaje de pérdida dentro de los participantes.

En cuanto al sesgo de notificación, los 3 artículos incluidos abordaron todas las variables mencionadas en “Métodos” y fueron consideradas en “Resultados”.

Tabla 2. Resumen Riesgo de Sesgo.

Ítems	Ring, Haim et al. (2005)	Alon, Gad et al. (2008)	Hayward, Kathryn S. et al (2013)
Generación de la secuencia aleatorizada (sesgo de selección)			
Ocultación de la asignación (sesgo de selección)			
Cegamiento de los participantes y del personal (sesgo de realización)			
Cegamiento de los evaluadores (sesgo de detección) (resultados notificados por el paciente)			
Cegamiento de los evaluadores (sesgo de detección) (mortalidad)			
Manejo de los datos de resultado incompletos (sesgo de desgaste) (resultados a corto plazo) [2 a 6 semanas]			
Manejo de los datos de resultado incompletos (sesgo de desgaste) (resultados a más largo plazo) [> 6 semanas]			
Notificación selectiva (sesgo de notificación)			



Bajo Riesgo



Alto Riesgo



Riesgo Poco Claro

Capítulo 5: “Discusión”

Luego de una exhaustiva búsqueda de literatura sobre la efectividad de la EEF asociada a la terapia física, en términos de mejorar la funcionalidad del miembro superior en pacientes adultos diagnosticados de ACV-I, se recuperaron 3 artículos que cumplían los criterios para esta revisión, los cuales se abordan a continuación.

1. Funcionalidad

Los 3 estudios que fueron incluidos en el estudio, incluían evaluaciones que median el nivel de funcionalidad del miembro superior. Solo 2 artículos, Ring, Haim et al. (2005) y Alon, Gad et al. (2008) (32,34) se encontraron resultados positivos. Para el tercer artículo incluido, Hayward, Kathryn S. (2013) (35), a pesar de haber una diferencia significativa entre el grupo control y los grupos SMART, no hubo una diferencia mayor entre los subgrupos SMART sin y con EEF.

El primer estudio, Ring, Haim et al. (2005) demostró efectividad en las 2 pruebas de funcionalidad que evaluaba. En cambio el estudio de Alon, Gad et al. (2008) demostró efectividad solo en una de las 3 pruebas de funcionalidad. Los autores afirman de que falta de significación se debe a que el tamaño de muestra era muy pequeño y que un periodo de 12 semana de entrenamiento era insuficiente, teniendo en cuenta que los sujetos de este estudio eran los de menor tiempo de evolución comparado al resto de estudios incluido, con un periodo de evolución que iba desde 17 a 30 días (**Tabla 4**). Por lo tanto iniciar con este tipo de terapias en un periodo temprano de evolución no lograra grandes efectos, pero puede ayudar a reducir la

intensidad de las secuelas producidas por un ACV. Hacen falta más estudios de este tipo de terapias en periodos tempranos de evolución para demostrar si realmente es efectivo o no.

2. Fuerza muscular

De los estudios incluidos ninguno utilizaba algún tipo de pruebas de evaluación que midiera la fuerza en los grupos de estudio. Siendo este un impedimento para valorar la efectividad de la EEF en este aspecto, por lo que se recomienda incluir en estudios próximos esta variable, ya que la fuerza podría ser útil como indicador para valorar la independencia y calidad de vida de los usuarios secuestrados de un ACV-I.

3. Promedio de sesiones

Solo el estudio de Alon, Gad et al. (2008) llegó a la conclusión de que con un mayor tiempo de tratamiento habría logrado diferencias significativas en todas las pruebas utilizadas. A pesar de que este estudio fue el que más semanas de tratamiento tuvo (12 semanas), fue el que tenía la media más baja en cuanto al periodo de evolución.

El estudio de Ring, Haim et al. (2005), lograron obtener diferencias significativas en un periodo de 6 semanas en todas las variables, teniendo un periodo de evolución de 3 a 6 meses. Con un promedio de 3 sesiones de 3 horas por semana. Siendo este los participantes de este estudio los que más tiempo trabajaban por semana.

Por lo que se puede inferir que en un tiempo mayor de evolución se podrían lograr resultados significativos en un periodo menor de tratamiento.

4. Otras variables

El estudio de Haim Ring et. al. (2005) fue el único que incluyó otras variables además de las consideradas dentro del objetivo general y los objetivos específicos. Destacando dentro de estas variables, la espasticidad, el movimiento activo, el dolor y edema.

Este estudio como se mencionó anteriormente, incluyo 2 subgrupos, el tipo I que no poseía grado parcial de movimiento activo al inicio del estudio, y el tipo II que si tenía movimiento activo. Destacando una mejora significativa en ambos subgrupos del grupo de intervención en las variables antes ya mencionadas.

Aunque no utilizaron alguna evaluación para las variables de dolor y edema, se tomaron en cuenta como percibía el dolor cada paciente y como disminuía el edema, y solo los del grupo de intervención reportaron una disminución del dolor.

5. Limitaciones del estudio

Las principales limitaciones fueron el tamaño de muestra de los estudios incluidos, ya que fueron muy pequeños, siendo de 22 pacientes la menor y la mayor

de 28. Además los autores de los estudios incluidos, mencionaban que no alcanzaron los tamaños de muestras esperados.

El Período de seguimiento no estaba estipulado, por lo que no se puede saber el real efecto de la terapia a largo plazo

Las principales limitantes según riesgo de sesgo fueron:

- Un alto nivel de riesgo (en un 100%) en el Cegamiento de los participantes y del personal (sesgo de realización) y de un 66% en el Cegamiento de los evaluadores (sesgo de detección) (resultados notificados por el paciente).
- En la Ocultación de la asignación (sesgo de selección) y Cegamiento de los evaluadores (sesgo de detección) (mortalidad) 33,3% presentó un alto nivel de riesgo.
- Un 100% de los estudios presentó bajo nivel de riesgo en la Generación de la secuencia aleatorizada (sesgo de selección) y Notificación selectiva (sesgo de notificación).
- Un 33,3% de los estudios presentó un nivel de riesgo poco claro en el Manejo de los datos de resultado incompletos (sesgo de desgaste) (resultados a corto plazo) [2 a 6 semanas] y Manejo de los datos de resultado incompletos (sesgo de desgaste) (resultados a más largo plazo) [> 6 semanas]

Capítulo 6: **“Conclusiones”**

Una vez finalizado el exhaustivo proceso de análisis de los datos obtenidos en esta revisión sistemática, teniendo como propósito conocer si es efectiva la EEF en pacientes adultos posterior a un ACV-I para mejorar su funcionalidad, se puede concluir que existe beneficio con esta modalidad de terapia en cuanto a la funcionalidad del miembro superior, ya que 2 de los artículos analizados (Ring, Haim et al. [2005] Alon, Gad et al. [2008]) presentaron mejorías en al menos una de las pruebas de funcionalidad aplicadas a los pacientes tratados en un corto plazo. Pero no se puede afirmar que es efectiva por la escasa cantidad de artículos encontrados con el tipo de paciente requerido para esta revisión, y por ende los resultados no se pueden extrapolar.

De los estudios incluidos en la presente revisión ninguno realizó un seguimiento en un periodo posterior al tratamiento, dejando un vacío en cuanto a resultados a largo plazo sobre la real efectividad de la terapia EEF, por lo que se recomienda realizar futuros Ensayos Clínicos que se enfoquen en esta variable.

Además, por los reducidos tamaños de muestra en los estudios se estima conveniente que éstos involucren una cantidad mayor de sujetos de intervención. Poniendo énfasis en disminuir el riesgo de sesgo de realización y de detección, los cuales eran los de más alto riesgo en los estudios incluidos.

Capítulo 7: “Administración y Presupuesto”

1. Administración

La presente tesis fue realizada por los alumnos Cristian Huaiquimil Arratia y Yessenia Ñanculeo Huilcán, siendo éstos los revisores primarios, durante la asignatura “Seminario de gestión o investigación en salud” en el transcurso del año 2018.

No se necesitaron recursos económicos externos, ya que los revisores asumieron todos los gastos de internet e impresiones.

2. Cronograma de actividades

En el siguiente cronograma se detalla las distintas etapas realizadas durante este estudio, y el periodo de duración de cada una.

	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Formulación de la pregunta de Investigación	■	■	■				
Revisión de la literatura		■	■				
Justificación del Estudio		■	■				
Preparación del proyecto de Tesis			■	■			
Búsqueda Sistemática de la Literatura			■	■			
Selección de Estudios				■	■		
Evaluación de calidad e inclusión de artículos				■	■		
Extracción de Datos					■	■	
Análisis de Datos					■	■	■
Preparación del Informe final				■	■	■	■

Referencias

1. Ministerio de Salud. Accidente Cerebro Vascular Isquémico en personas de 15 años y más. Santiago, Chile; 2013.
2. Díez-Tejedor E, Del Brutto O, Álvarez-Sabín J, Muñoz M, Abiusi G. Clasificación de las enfermedades cerebrovasculares. Sociedad Iberoamericana de Enfermedades Cerebrovasculares. Rev Neurol. 2001;33(5):455–64.
3. Grupo de Trabajo de la Guía de Práctica Clínica para el manejo de pacientes con Ictus en Atención Primaria. Guía de Práctica Clínica para el Manejo de Pacientes con Ictus en Atención Primaria [Internet]. Plan de Calidad para el Sistema Nacional de Salud del Ministerio de Sanidad y Política Social. Unidad de Evaluación de Tecnologías Sanitarias de la Agencia Lain Entralgo de la Comunidad de Madrid. Madrid; 2009. 228 p. Available from: http://www.guiasalud.es/GPC/GPC_466_Ictus_AP_Lain_Entr_compl.pdf
4. Gonzáles Piña, Rigoberto; Landínez Martínez D. Epidemiología, etiología y clasificación de la enfermedad cerebro vascular [Internet]. Vol. 16, Archivos de Medicina (Col). Universidad de Manizales. Facultad de Medicina; 2016 [cited 2018 Jun 15]. Available from: <http://www.redalyc.org/html/2738/273849945026/>
5. VERÓNICA OLEA CASTRO, MARIELA OLIVARES GÁLVEZ. PERFIL DEL PACIENTE CON ACCIDENTE CEREBRO VASCULAR EGRESADO DEL COMPLEJO ASISTENCIAL BARROS LUCO ENTRE

- ENERO Y JUNIO, 2007 [Internet]. Universidad de Chile; 2007 [cited 2018 Jun 15]. Available from: http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2007/olea_v/sources/olea_v.pdf
6. OMS | Factores de riesgo. WHO [Internet]. 2011 [cited 2018 Jun 15]; Available from: http://www.who.int/topics/risk_factors/es/
 7. Ustrell-Roig X, Serena-Leal J. Ictus. Diagnóstico y tratamiento de las enfermedades cerebrovasculares. Rev Española Cardiol [Internet]. 2007 Jul 1 [cited 2018 Jun 15];60(7):753–69. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300893207751102>
 8. Ministerio de Salud - Gobierno de Chile. Síntomas y signos de un ACV [Internet]. 2017 [cited 2018 Jun 16]. Available from: http://www.minsal.cl/ataque_cerebral_sintomas/
 9. Ministerio de Salud Gobierno de Entre Ríos. Accidente cerebrovascular. 2017 Feb [cited 2018 Jun 15]; Available from: <http://www.entrerios.gov.ar/msalud//wp-content/uploads/2013/05/Boletin-ECNT-N°-12-Febrero2017.pdf>
 10. Pontificia Universidad Católica de Chile. Enfermedad Cerebro-Vascular [Internet]. Chile; [cited 2018 Jun 16]. Available from: <http://publicacionesmedicina.uc.cl/MedicinaIntensiva/Enfermedad.html>
 11. Grupo Neuro-Ictus. Sociedad Española de Medicina de Urgencias y Emergencias. Escala NIHSS - National Institute of Health Stroke Score. [cited 2018 Jun 16]; Available from: <http://tiempoescerebro.com/wp-content/uploads/2017/06/nihss.pdf>
 12. Illanes S, Díaz V. Manejo inicial del accidente cerebrovascular (ACV)

- isquémico agudo. Los detalles hacen la diferencia. *Rev Hosp Clín Univ Chile* [Internet]. 2008 [cited 2018 Jun 16];19:119–26. Available from: https://www.redclinica.cl/Portals/0/Users/014/14/14/Publicaciones/Revista/manejo_incial_acv.pdf
13. Daly C, Rodriguez HE. Dúplex Carotídeo. *Surg Clin North Am* [Internet]. 2013 Aug [cited 2018 Jun 16];93(4):813–32, viii. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23885933>
 14. Fundación española del corazón. Ecocardiograma [Internet]. [cited 2018 Jun 16]. Available from: <http://www.fundaciondelcorazon.com/informacion-para-pacientes/metodos-diagnosticos/ecocardiograma.html>
 15. Tapia J. Enfermedad cerebrovascular y trombofilia. *Rev Chil Neuropsiquiatr* [Internet]. 2002 Apr [cited 2018 Jun 16];40(2):37–45. Available from: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-92272002000200004&lng=en&nrm=iso&tlng=en
 16. Maria Alonso de Leciñana. GUÍA NEUROLÓGICA 8 ENFERMEDAD CEREBROVASCULAR [Internet]. Madrid; [cited 2018 Jun 16]. Available from: <https://www.acnweb.org/guia/g8cap1.pdf>
 17. Wang Y, Wang Y, Johnston SC y colaboradores. Terapia Dual con Clopidogrel y Aspirina para la Prevención de un Accidente Cerebrovascular Recurrente. *N Engl J Med* [Internet]. 2013 [cited 2018 Jun 16];369(3691):11–1911. Available from: https://www.siicsalud.com/pdf/tc_terapia_antiagregante_o2815.pdf
 18. Gubitz G, Sandercock P, Counsell C. Anticoagulants for acute ischaemic stroke. In: Sandercock P, editor. *Cochrane Database of Systematic Reviews*

- [Internet]. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd; 2004 [cited 2018 Jun 16]. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD000024.pub2>
19. National Institute of Neurological Disorders and Stroke (NINDS). Rehabilitación posterior al ataque cerebral [Internet]. NIH 13-1846. 2016 [cited 2018 Jun 17]. Available from: https://espanol.ninds.nih.gov/trastornos/rehabilitacion_posterior_al_ataque_cerebral.htm
 20. Freddy J, Gasca M, Moran H, Javier J, Navarrete M, Ñañez LS, et al. REHABILITACIÓN EN ACCIDENTE CEREBROVASCULAR [Internet]. 2013 [cited 2018 Jun 17]. Available from: <http://academia.utp.edu.co/programas-de-salud-3/files/2014/04/1.-Guía-Rehabilitacion-ACV.pdf>
 21. Álvaro Moyano V. El accidente cerebrovascular desde la mirada del rehabilitador. Rev Hosp Clín Univ Chile [Internet]. 2010 [cited 2018 Jun 17]; Available from: https://www.redclinica.cl/Portals/0/Users/014/14/14/Publicaciones/Revista/accidente_cerebrovascular_desde_mirada_rehabilitador.pdf
 22. Julián D, Martín M. Manual de Electroterapia - TENS [Internet]. [cited 2018 Jun 16]. Available from: [http://www.enraf.es/descargas/Electroterapia/Manuales de Fisioterapia/TENS prof.Maya.pdf](http://www.enraf.es/descargas/Electroterapia/Manuales%20de%20Fisioterapia/TENS%20prof.Maya.pdf)
 23. Sotelano F. Estimulación Electrica Funcional (EEF): Estado actual en el hemipléjico adulto. Rev Neurol Argentina. 2003;28(3):137-9.

24. Blasco A, Murillo N. Ciclismo Reclinado con Estimulación Eléctrica Funcional en Parálisis Cerebral [Internet]. Intituto Guttmann Hospital de neurorehabilitación ; 2015 [cited 2018 Jun 16]. Available from: https://siidon.guttmann.com/files/tfm_ana_igual.pdf
25. ALEGRÍA RIVERA D. La Electroestimulación Neuromuscular Y Su Aplicación En El Desarrollo De La Fuerza En El Deporte Dufary Alegría Rivera. 2011;89. Available from: <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/3874/4/0450258.pdf>
26. Folgueras J, Ruiz A, Habana L. UN ESTIMULADOR PARA LA MARCHA DEL PARAPLÉJICO. 2001;5(1704).
27. Gittermann R, Barreras M. Módulo integrado neurokinesiología - Electroestimulación. 2015.
28. Concepción F. Eficacia de la estimulación eléctrica funcional para la extremidad inferior en la Esclerosis Múltiple. [Internet]. Universidad de la Laguna; 2015 [cited 2018 Jun 16]. Available from: [https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/3633/Eficacia de la estimulacion electrica funcional para la extremidad inferior en la Esclerosis Multiple.pdf?sequence=1](https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/3633/Eficacia_de_la_estimulacion_electrica_funcional_para_la_extremidad_inferior_en_la_Esclerosis_Multiple.pdf?sequence=1)
29. Peckham PH, Knutson JS. Functional Electrical Stimulation for Neuromuscular Applications. Annu Rev Biomed Eng [Internet]. 2005 Aug 15 [cited 2018 Jun 16];7(1):327–60. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16004574>
30. Alberto C, Galarza R. LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN The Research Question [Internet]. Vol. 24, Av.psicol. [cited 2018 Oct 17].

Available from:
http://www.unife.edu.pe/publicaciones/revistas/psicologia/2016_1/Carlos.Ramos.pdf

31. Shindo K, Fujiwara T, Hara J, Oba H, Hotta F, Tsuji T, et al. Effectiveness of hybrid assistive neuromuscular dynamic stimulation therapy in patients with subacute stroke: a randomized controlled pilot trial. *Neurorehabil Neural Repair* [Internet]. 2011 Nov 10 [cited 2018 Jun 16];25(9):830–7. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1545968311408917>
32. Alon G, Levitt AF, McCarthy PA. Functional Electrical Stimulation (FES) May Modify the Poor Prognosis of Stroke Survivors with Severe Motor Loss of the Upper Extremity. *Am J Phys Med Rehabil* [Internet]. 2008 Aug [cited 2018 May 10];87(8):627–36. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18645322>
33. Manterola C, Astudillo P, Arias E, Claros N. Revisión sistemática de la literatura. Qué se debe saber acerca de ellas. *Cirugía Española* [Internet]. 2013 Mar 1 [cited 2018 Oct 13];91(3):149–55. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0009739X11003307>
34. Ring H, Rosenthal N. CONTROLLED STUDY OF NEUROPROSTHETIC FUNCTIONAL ELECTRICAL STIMULATION IN SUB-ACUTE POST-STROKE REHABILITATION. *J Rehabil Med* [Internet]. 2005 Jan 1 [cited 2018 Jun 16];37(1):32–6. Available from: <https://medicaljournals.se/jrm/content/abstract/10.1080/16501970410035387>
35. Hayward KS, Barker RN, Brauer SG, Lloyd D, Horsley SA, Carson RG.

SMART Arm with Outcome-Triggered Electrical Stimulation: A Pilot Randomized Clinical Trial. *Top Stroke Rehabil.* 2013;

36. Higgins JPT, Green S. Manual Cochrane de revisiones sistemáticas de intervenciones. *Cochrane* [Internet]. 2011;(March):1–639. Available from: <http://www.cochrane.es/?q=es/node/269>
37. Alarcón Palacios M, Carlos Ojeda Gómez R, Lucy Ticse Huaricancha I, Cajachagua Hilario K. Análisis crítico de ensayos clínicos aleatorizados: Riesgo de sesgo. *Oct-Dic* [Internet]. 2015 [cited 2018 Oct 12];25(4):304–12. Available from: <http://www.scielo.org.pe/pdf/reh/v25n4/a08v25n4.pdf>

ANEXO 1

Tabla 3. Características de los estudios (Parte 1/2)

ESTUDIOS	N	Intervención	Grupo control	Variables	Desviación Estándar	Desviación Estándar (Control)	Resultados $\alpha = 0.05$	Efectividad
Ring, Haim et al. (2005)	22	Órtesis de electro estimulación + TC	Terapia convencional	ROM activo *Goniometría. Funcionalidad *Jebsen-Taylor (J-T) * Box and Blocks Test (B&B) Espasticidad *Ashworth Mod (Ash. Mod.)	—	—	Goniometría: Flx. Hombro (p=0.03) Ext. Muñeca (p=0.02) Flx. Muñeca (p=0.04) J-T: p= 0.0261 B&B: p= 0.0143 Ash. Mod.: Hombro (p = 0.03) Muñeca (p = 0.04) Dedos (p = 0.01) Pulgar (p = 0.04)	Mayor efectividad para el grupo de intervención en todas las variables evaluadas.
Alon, Gad et al. (2008)	26	EEF + Terapia física	Terapia Física (TF)	Funcionalidad *Fugl Meyer (F-M) *Jebsen-Taylor *Box and Blocks Test	F-M: 24.2 ± 13.7 J-T: 40.5 ± 22.8 B&B: 10.5 ± 12.0	F-M: 14.5 ± 10.3 J-T: 52.9 ± 17.3 B&B: 2.5 ± 4.9	F-M: p= 0.05 J-T: p= 0.09 B&B: p= 0.058	Mayor efectividad para el grupo de intervención en la prueba de F-M.

Tabla 3. Características de los estudios (Parte 2/2).

ESTUDIOS	N	Intervención	Grupo control	Variables	Desviación Estándar		Resultados		Efectividad
					SMART con EEF	SMART sin EEF	Smart con EEF/SMART sin EEF (D de Cohen)	Grupos 1-2/ Grupo control (U Mann Whitney)	
Hayward, Kathryn S. (2013)	28	<p>Grupo 1: Brazo SMART con EEF + Terapia convencional</p> <p>Grupo 2: Brazo SMART sin EEF + Terapia convencional</p>	Terapia convencional	<p>Función Motora</p> <p><u>Motor Assessment Scale</u></p> <p>*Item 6, Upper Arm Function (MAS6)</p>	<p>*Repeticiones totales: 1760 ± 400</p> <p>*Carga media, onzas: 1.5 ± 3.0</p> <p>*Elevación media, grados: 1 ± 4</p>	<p>*Repeticiones totales: 1,275 ± 518</p> <p>*Carga media, onzas: 6.7 ± 10.9</p> <p>*Elevación media, grados: 4 ± 5</p>	<p>*Repeticiones totales: d = 1.05</p> <p>*Carga media, onzas: d = -0.65</p> <p>*Elevación media, grados: d = -0.66</p>	<p>MAS6: U Mann – Whitney: T = 35.5</p> <p>p = 0.024</p>	<p>Entre los grupos SMART, el grupo con EEF obtuvo un mayor número de repeticiones.</p> <p>La puntuación del MAS6 fue más efectivo para el grupo SMART que para el de control.</p>

Tabla 4. Características de las poblaciones.

ESTUDIOS	N	SEXO		SEXO (Control)		Edad Promedio	Edad Promedio (Control)	Tiempo de evolución
		Hombre	Mujer	Hombre	Mujer			
Ring, Haim et al. (2005)	22	9	2	7	4	54.1 ± 11.2 años	57.3 ± 10.3 años	De 3 a 6 meses post ACV
Alon, Gad et al. (2008)	26	9	4	5	8	63,1 años	63,2 años	EEF: 17.4 ± 7.6 días Control: 23.8 ± 10.9 días
Hayward, Kathryn S. (2013)	28	Grupo 1: 2 Grupo 2: 3	Grupo 1: 2 Grupo 2: 1	13	7	Grupo 1: 69 ± 10 años Grupo 2: 56 ± 24 años	62 ± 17 años	< De 3 meses post ACV

Tabla 5. Modalidad de las Terapias.

ESTUDIOS	N	Frecuencia	Ancho de Pulso	Tiempo de estimulación	Ráfagas	Sesiones de tratamiento
Ring, Haim et al. (2005)	22	11 KHz	Ajustada por el terapeuta	0.01 a 0.5 mseg	-----	3 sesiones x semana 3 horas diarias 6 semanas
Alon, Gad et al. (2008)	26	11 KHz	-----	7 seg. activos 7 seg. descanso	36 Hz	Periodo Hospitalario: 30 min. 2 veces por día. Después del alta Hospitalaria 5 días por semana. 30 min. 2 veces por día 12 semanas
Hayward, Kathryn S. (2013)	28	50 Hz	200 μ s	1 seg. ascenso 4-10 seg estimulación 8-20 seg descanso	-----	20 sesiones de 60 minutos, 5 días por semana durante 4 semanas

ANEXO 2

Escala de Evaluación Neurológica en ACV agudos: NIHSS

	INSTRUCCIONES	DEFINICION	PUNTAJE
1a	Nivel de Conciencia	0 = alerta 1 = vigil con estímulo verbal o táctil 2 = vigil con estímulo doloroso 3 = no responde	
1b	Preguntar mes y edad	0 = responde ambas preguntas correctamente 1 = responde sólo una correctamente (o no puede responder por cualquier causa no afásica) 2 = ninguna correctamente	
1c	Ordenes - abrir y cerrar los ojos - apretar y abrir mano no parética	0 = realiza ambas tareas correctamente 1 = realiza sólo una correctamente 2 = ninguna correctamente	
2	Mirada horizontal	0 = normal 1 = cruza línea media 2 = no cruza línea media	
3	Campos visuales	0 = normales 1 = cuadrantopsia 2 = hemianopsia 3 = ceguera cortical	
4	parálisis facial	0 = ausente 1 = sólo simetría del surco nasogeniano 2 = no total (sólo hemicara inferior) 3 = completa (hemicara superior e inferior)	
5-6	Examen motor ES (examinar por 10 segs.) EI (examinar por 5 segs.)	0 = normal 1 = prona 2 = vence gravedad 3 = no vence gravedad 4 sin movimiento amputación = indeterminada (explicara)	5a ESI= 5b ESD= 6a EII= 6b EID=
7	Ataxia de extremidades de un hemicuerpo: ES: Índice/nariz EI: Talón /rodilla	0 = ausente 1 = presente en una extremidad 2 = presente en dos extremidades	
8	Sensibilidad al dolor	0 = normal 1 = pérdida leve o moderada 2 = pérdida severa o en coma	
9	Lenguaje	0 = normal 1 = afasia leve o moderada 2 = afasia severa 3 = mutista, afasia global	

		intubado = hacerlo escribir	
10	Disartria	0 = ausente 1 = leve o moderada 2 = severa (no se entiende) intubado = indeterminable	
11	Extinción o inatención	0 = sin trastorno 1 = en una modalidad sensorial 2 = en más de una modalidad sensorial	
12	TOTAL		

ANEXO 3

VALORACIÓN DEL RIESGO DE SESGO

- Ring, Haim et al. (2005)

Ítem	Evaluación	Apoyo para la valoración
Generación de la secuencia aleatorizada (sesgo de selección)	Bajo Riesgo	Cita “Pacientes clínicamente estratificados a 2 grupos; sin movimiento activo del dedo y movimientos activos parciales del dedo, y luego asignados al azar a grupos de control y neuroprótesis”.
Ocultación de la asignación (sesgo de selección)	Alto Riesgo	Comentario: En ninguna parte se hace mención de que la asignación haya sido ocultada.
Cegamiento de los participantes y del personal (sesgo de realización)	Alto Riesgo	Comentario: No se hace mención a que haya sido realizado algún tipo de cegamiento a los participantes.
Cegamiento de los evaluadores (sesgo de detección) (resultados notificados por el paciente)	Alto Riesgo	Comentario: Los evaluadores se encontraban cegados, pero como se mencionó anteriormente, que a los participantes no se los cegó, nada nos asegura que estos no hayan notificado algo a quienes los evaluaban.
Cegamiento de los evaluadores (sesgo de detección)(mortalidad)	Bajo Riesgo	Cita: “El mismo médico, cegado como al grupo de tratamiento, lleva a cabo todas las evaluaciones clínicas”.
Manejo de los datos de resultado incompletos (sesgo de desgaste) (resultados a corto plazo) [2 a 6 semanas]	Bajo Riesgo	Cita: “El estudio no evaluó la persistencia de los efectos beneficiosos del programa de tratamiento neuroprótesis”. “Todos los pacientes completaron el estudio”.
Manejo de los datos de resultado incompletos (sesgo de desgaste) (resultados a más largo plazo) [> 6 semanas]	Bajo Riesgo	Cita: “El estudio no evaluó la persistencia de los efectos beneficiosos del programa de tratamiento neuroprótesis.” “Todos los pacientes completaron el estudio”.
Notificación selectiva (sesgo de notificación)	Bajo Riesgo	Comentario: Todas las variables mencionadas en “Métodos” fueron consideradas en “Resultados”. Sin embargo no fueron mencionadas la ext. y flx. de los dedos y la oposición del pulgar en los resultados.

- Alon, Gad et al. (2008)

Ítem	Evaluación	Apoyo para la valoración
Generación de la secuencia aleatorizada (sesgo de selección)	Bajo Riesgo	Cita: “Veintiséis pacientes que cumplían con todos los criterios de inclusión fueron asignados aleatoriamente”.
Ocultación de la asignación (sesgo de selección)	Riesgo poco claro	Comentario: No se describe ningún método de ocultación y no hay información suficiente de cómo fue realizada la asignación.
Cegamiento de los participantes y del personal (sesgo de realización)	Alto Riesgo	Cita: “Este ensayo clínico no ciego, bloqueado y aleatorizado probó la hipótesis de que la estimulación eléctrica funcional orientada a tareas puede mejorar la recuperación de la extremidad superior...”.
Cegamiento de los evaluadores (sesgo de detección) (resultados notificados por el paciente)	Alto Riesgo	Comentario: Este estudio no abordó ningún tipo de cegamiento.
Cegamiento de los evaluadores (sesgo de detección)(mortalidad)	Alto Riesgo	Comentario: Este estudio no abordó ningún tipo de cegamiento.
Manejo de los datos de resultado incompletos (sesgo de desgaste) (resultados a corto plazo) [2 a 6 semanas]	Riesgo poco claro	Comentario: No menciona si hubo un porcentaje de pérdida de los participantes durante el estudio.
Manejo de los datos de resultado incompletos (sesgo de desgaste) (resultados a más largo plazo) [> 6 semanas]	Riesgo poco claro	Comentario: No menciona si hubo un porcentaje de pérdida de los participantes durante el estudio.
Notificación selectiva (sesgo de notificación)	Bajo Riesgo	Comentario: Todas las variables mencionadas en “Métodos” fueron consideradas en “Resultados”.

- **Hayward, Kathryn S. et al. (2013)**

Ítem	Evaluación	Apoyo para la valoración
Generación de la secuencia aleatorizada (sesgo de selección)	Bajo Riesgo	Cita: “Los participantes se asignaron aleatoriamente a 1 de 2 grupos de entrenamiento”
Ocultación de la asignación (sesgo de selección)	Bajo Riesgo	Cita: “La aleatorización se realizó mediante el uso de sobres opacos sellados”
Cegamiento de los participantes y del personal (sesgo de realización)	Alto Riesgo	Cita: “la asignación de grupo se ocultaron de todo el personal de estudio, excepto los participantes”
Cegamiento de los evaluadores (sesgo de detección) (resultados notificados por el paciente)	Bajo Riesgo	Comentario: Fue cegado todo el personal, excepto los participantes, sin embargo los autores no mencionan que esto haya influido de alguna manera en los resultados.
Cegamiento de los evaluadores (sesgo de detección)(mortalidad)	Bajo Riesgo	Comentario: Como se mencionó antes, fue cegado todo el personal del estudio.
Manejo de los datos de resultado incompletos (sesgo de desgaste) (resultados a corto plazo) [2 a 6 semanas]	Bajo Riesgo	Cita “Dos participantes se retiraron del estudio durante su curso debido a complicaciones médicas graves o la presencia de múltiples golpes” Comentario: La Figura 2 muestra que un participante de cada grupo abandono el estudio.
Manejo de los datos de resultado incompletos (sesgo de desgaste) (resultados a más largo plazo) [> 6 semanas]	Bajo Riesgo	Comentario: A pesar de ser una muestra baja, los resultado faltantes equilibrados con respecto a los números entre los grupos de intervención.
Notificación selectiva (sesgo de notificación)	Bajo Riesgo	Comentario: Todas las variables mencionadas en “Métodos” fueron consideradas en “Resultados”.