



Universidad de Valparaíso

Escuela de Kinesiología

Facultad de Medicina

---

**“ELECTROESTIMULACIÓN COMO INTERVENCIÓN EN LA  
RECUPERACIÓN DEL SEGMENTO TRONCO EN PACIENTES  
POST-ACV: UNA REVISIÓN DE ALCANCE”**

TRABAJO PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO EN KINESIOLOGÍA

AUTORAS: FRANCISCA CERDA MURÚA  
DANISSA REYES CORDERO

PROFESORA GUÍA: LORETO REYES PAYACAN

**Valparaíso-Chile**

**2025**

# Índice general

<b>Abstract</b> .....	<b>4</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>4</b>
<b>Listado de Abreviaturas y Siglas</b> .....	<b>5</b>
<b>1. Introducción</b> .....	<b>6</b>
<b>2. Marco Teórico</b> .....	<b>7</b>
2.1 Accidente cerebrovascular (ACV).....	7
2.2. Neuroplasticidad y rehabilitación.....	7
2.3. Electroestimulación.....	7
2.4. Estimulación eléctrica funcional (FES).....	7
2.5. Estimulación eléctrica neuromuscular (NMES).....	7
2.6. Estimulación nerviosa eléctrica transcutánea (TENS).....	8
2.7. Estimulación con enfoque intramuscular (IMES, FES-IM).....	8
2.8. Electroestimulación y control de tronco.....	8
2.9. Combinación de electroestimulación con ejercicios funcionales.....	9
2.10. Variables e instrumentos de evaluación.....	9
<b>3. Justificación</b> .....	<b>10</b>
<b>4. Metodología</b> .....	<b>11</b>
4.1. Objetivos.....	11
4.2. Tipo de estudio y diseño.....	11
4.3. Enfoque metodológico (PCC).....	11
4.4. Criterios de inclusión y exclusión.....	11
4.5. Población y muestra.....	12
4.6. Definición y operacionalización de variables.....	12
4.7. Instrumentos y materiales.....	12
4.8. Procedimiento.....	13
4.9. Consideraciones éticas y limitaciones.....	13
<b>5. Resultados</b> .....	<b>14</b>
5.1. Selección de estudios (PRISMA-ScR).....	14
5.2. Características de los estudios y participantes.....	14
5.3. Intervenciones y comparadores.....	15
5.4. Desenlaces y sistemas de evaluación.....	15
5.5. Síntesis narrativa de hallazgos.....	15
5.6. Calidad metodológica y riesgo de sesgo.....	15
5.7. Discusión.....	24
5.8. Interpretación de los hallazgos.....	25
5.9. Heterogeneidad de las intervenciones.....	25
5.10. Implicancias para la rehabilitación.....	25
5.11. Limitaciones de la evidencia disponible.....	25
<b>6. Conclusión</b> .....	<b>27</b>
<b>7. Anexos</b> .....	<b>28</b>

Anexo 1: Ejemplo estrategia de búsqueda electrónica en Scopus.....	28
Anexo 2: Ejemplo estrategia de búsqueda electrónica en Clinical Key.....	28
Anexo 3: Ejemplo estrategia de búsqueda electrónica en Science Direct.....	29
Anexo 4: Variables a considerar para extracción y organización de datos.....	30
<b>8. Bibliografía.....</b>	<b>31</b>

## Índice de tablas y figuras

<b>Figure 1</b> .....	13
<b>Tabla 1</b> Características generales de los estudios .....	15
<b>Tabla 2</b> Características de las intervenciones de electroestimulación .....	16
<b>Tabla 3</b> Resultados en el control de tronco, balance y estabilidad postural .....	19
<b>Tabla 4</b> Relevancia clínica de los hallazgos, conclusiones, limitaciones, vacíos de conocimiento y recomendaciones de investigación .....	21

## Abstract

Stroke is a major cause of functional impairment in adults, often compromising trunk control, postural stability, and balance. This scoping review aimed to identify and map the scientific evidence on the use of electrical stimulation modalities for trunk rehabilitation in post-stroke adults, including functional electrical stimulation (FES), neuromuscular electrical stimulation (NMES), transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS), and intramuscular approaches. The review followed PRISMA-ScR guidelines and the PCC framework. Searches were conducted in Scopus, ClinicalKey, and ScienceDirect (2010–2024), and ten studies met the eligibility criteria. Data were synthesized through standardized tables and narrative analysis. The included studies reported positive effects of NMES and TENS on trunk control, balance, and functional mobility, with improvements in outcomes such as TIS, BBS, TUG, and center of pressure measures. These findings suggest that electrical stimulation, particularly when integrated into task-oriented training, may enhance muscular activation and contribute to greater trunk stability in post-stroke rehabilitation. However, substantial heterogeneity was observed across studies regarding stimulation modalities, parameters, electrode placement, and intervention duration, limiting comparability and precluding the identification of optimal protocols. Overall, electrical stimulation appears to be a promising adjunct to conventional rehabilitation for improving trunk-related outcomes after stroke, although more robust and standardized clinical trials are required to strengthen the evidence and guide clinical implementation.

Keywords: stroke, electrical stimulation, trunk.

## Resumen

El accidente cerebrovascular (ACV) es una causa relevante de secuelas funcionales en adultos y suele afectar el control del tronco, la estabilidad postural y el equilibrio. Esta revisión de alcance tuvo como objetivo identificar y mapear la evidencia científica sobre el uso de distintas modalidades de electroestimulación para la rehabilitación del tronco en adultos post-ACV, incluyendo estimulación eléctrica funcional (FES), estimulación eléctrica neuromuscular (NMES), estimulación nerviosa eléctrica transcutánea (TENS) y enfoques intramusculares. La revisión siguió las directrices PRISMA-ScR y el enfoque metodológico PCC. Se realizaron búsquedas en Scopus, ClinicalKey y ScienceDirect (2010–2024), identificándose diez estudios que cumplieron con los criterios de inclusión. La información fue sintetizada mediante tablas estandarizadas y análisis narrativo. Los estudios incluidos reportaron efectos positivos de la NMES y la TENS sobre el control de tronco, el equilibrio y la movilidad funcional, con mejoras en pruebas como TIS, BBS, TUG y en parámetros del centro de presión. Estos hallazgos sugieren que la electroestimulación, especialmente cuando se integra a entrenamiento orientado a la tarea, puede favorecer la activación muscular y contribuir a una mayor estabilidad del tronco durante la rehabilitación post-ACV. No obstante, se observó una marcada heterogeneidad en modalidades, parámetros, localización de electrodos y duración de las intervenciones, lo que limita la comparabilidad entre estudios e impide definir protocolos óptimos. En conjunto, la electroestimulación se perfila como una herramienta complementaria prometedora para mejorar los desenlaces relacionados con el tronco en personas post-ACV; sin embargo, se requiere mayor investigación con ensayos clínicos robustos y metodologías estandarizadas que permitan fortalecer la evidencia y orientar su aplicación clínica.

Palabras clave: accidente cerebrovascular, electroestimulación, tronco.

## **Listado de Abreviaturas y Siglas**

ACV: Accidente cerebrovascular

ES: Electrical Stimulation (electroestimulación)

FES: Functional Electrical Stimulation (electroestimulación funcional)

FES-IM: Functional Electrical Stimulation Intramuscular (electroestimulación funcional intramuscular)

IMES: Intramuscular Electrical Stimulation (estimulación eléctrica intramuscular)

NMES: Neuromuscular Electrical Stimulation (estimulación eléctrica neuromuscular)

TENS: Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (estimulación nerviosa eléctrica transcutánea)

PRISMA-ScR: PRISMA Scoping Review

PRISMA-P: PRISMA Protocols

PCC: Population, Concept, Context

SNC: Sistema nervioso central

SMD: Standardized Mean Difference (diferencia media estandarizada)

RCT: Randomized Controlled Trial (ensayo clínico aleatorizado)

TMS: Transcranial Magnetic Stimulation (estimulación magnética transcraneal)

TIS: Trunk Impairment Scale

BBS: Berg Balance Scale

TUG: Timed Up and Go

COP: Center of Pressure (centro de presión)

## 1. Introducción

El accidente cerebrovascular (ACV) es una de las principales causas de discapacidad en adultos. Después de un ACV, muchas personas presentan dificultades para moverse, mantener el equilibrio y realizar actividades de la vida diaria de forma independiente. Por esto, la rehabilitación neurológica es una parte importante del tratamiento, ya que busca recuperar la mayor funcionalidad posible.

Dentro de las herramientas que se usan en kinesiología está la electroestimulación, que ayuda a activar la musculatura y a facilitar respuestas del sistema nervioso. La mayoría de los estudios se han enfocado en extremidades (por ejemplo, para mejorar la marcha o la fuerza), pero el tronco cumple un rol clave en el equilibrio y la estabilidad postural. Sin embargo, la información sobre electroestimulación aplicada específicamente al tronco en personas post-ACV es más escasa y los estudios usan distintos tipos de estimulación (FES, NMES, TENS, incluso formas intramusculares) y distintos parámetros.

Por lo anterior, es útil realizar una revisión de alcance que reúna lo que se ha publicado sobre electroestimulación en tronco en adultos post-ACV, qué modalidades se han usado, con qué parámetros y qué resultados funcionales se han medido. Esto puede aportar antecedentes para futuras investigaciones y también para la toma de decisiones en la práctica kinesiológica.

## **2. Marco Teórico**

### **2.1 Accidente cerebrovascular (ACV)**

El ACV es una de las principales afecciones neurológicas a nivel mundial y una causa relevante de secuelas funcionales en adultos. Se produce por una interrupción del flujo sanguíneo cerebral, de origen isquémico o hemorrágico, que genera daño neurológico con repercusión en el control motor, la movilidad y el control postural (Feigin & Stark, 2021; Johnson & Roth, 2019). Desde el punto de vista fisiopatológico se describen procesos de inflamación, estrés oxidativo y, en el ACV isquémico, fenómenos de excitotoxicidad y sobrecarga de calcio que agravan el daño neuronal (Campbell & Khatri, 2020; Kuriakose & Xiao, 2020).

### **2.2. Neuroplasticidad y rehabilitación**

La neuroplasticidad es la capacidad del sistema nervioso para reorganizar sus conexiones en respuesta a una lesión o al entrenamiento, y constituye la base de la recuperación funcional tras un ACV (Cramer, 2015; Krakauer & Carmichael, 2017).

Las intervenciones de rehabilitación buscan activar estos mecanismos mediante práctica repetida y aumento de la aferencia sensorial. En este sentido, la aplicación de electroestimulación puede favorecer la activación motora y el ingreso de información somatosensorial, lo que apoya la readquisición de habilidades motoras en personas con compromiso neurológico (Richards & Cramer, 2021; Cramer, 2015).

### **2.3. Electroestimulación**

La electroestimulación es una técnica terapéutica que utiliza corrientes eléctricas para activar nervios y músculos con el fin de restaurar o mejorar la función en personas con alteraciones neurológicas o musculares (Popovic et al., 2022; Harris et al., 2018). Dentro de esta técnica se incluyen distintas modalidades, como la estimulación eléctrica funcional (FES), la estimulación eléctrica neuromuscular (NMES), la estimulación nerviosa eléctrica transcutánea (TENS) y la electroestimulación con enfoque intramuscular. La evidencia clínica se ha concentrado principalmente en extremidades, mostrando efectos en marcha y función de miembro superior en personas post-ACV (Daly et al., 2011; Harris et al., 2018).

### **2.4. Estimulación eléctrica funcional (FES)**

La FES se define como la aplicación de pulsos eléctricos a nervios y músculos con el propósito de generar contracciones que produzcan movimientos funcionales, como caminar o mover el brazo, especialmente en pacientes con déficit neuromotor tras un accidente cerebrovascular (ACV) (Shin et al., 2022).

Fisiológicamente, la FES activa las neuronas motoras funcionales, lo que facilita la plasticidad sin perder la coordinación del movimiento, contribuyendo a la reorganización cortical y la recuperación motora (Shin et al., 2022).

### **2.5. Estimulación eléctrica neuromuscular (NMES)**

La NMES implica aplicar pulsos eléctricos a través de electrodos cutáneos para

provocar la contracción muscular mediante la activación de los axones motores. A diferencia de la FES, el objetivo principal de la NMES no siempre es generar movimiento funcional específico, sino fortalecer músculos, prevenir atrofia, mejorar la masa muscular u otros fines terapéuticos (Karamian et al., 2022).

La NMES mejora la fuerza y el tamaño del músculo al reclutar fibras musculares a través de los axones motores y promover hipertrofia o retardar la atrofia, especialmente en condiciones de inmovilización o debilidad (Wageck et al., 2014).

También se ha planteado que puede tener efectos sobre la espasticidad, mediante la inhibición recíproca disináptica, la estimulación de un grupo muscular podría inhibir su antagonista, lo que podría ayudar en pacientes con disfunciones neuromusculares (Karamian et al., 2022).

## **2.6. Estimulación nerviosa eléctrica transcutánea (TENS)**

La TENS es una técnica no invasiva que aplica corriente eléctrica a través de electrodos en la piel para estimular fibras sensoriales con el fin de modular la vía nociceptiva y reducir el dolor. No está diseñada principalmente para producir contracción muscular, sino para activar mecanismos de analgesia endógena (como la inhibición de la médula espinal y la liberación de neurotransmisores) (Francisco et al., 2021).

Un metaanálisis que analizó intervenciones domiciliarias de neuroestimulación después del ACV encontró que la TENS, junto con FES y NMES, es factible y efectiva para mejorar algunos resultados clínicos cuando se utiliza en el domicilio (Abdullahi et al., 2024).

## **2.7. Estimulación con enfoque intramuscular (IMES, FES-IM)**

La IMES es una modalidad de electroestimulación en la que se aplican corrientes eléctricas mediante electrodos insertados directamente en el músculo, logrando una activación más profunda y selectiva de las unidades motoras que la estimulación de superficie. Su principal objetivo es reducir el dolor, mejorar el control motor o prevenir la atrofia en músculos específicos, especialmente en pacientes con hemiplejía post-ACV (Chae & Yu, 2005; Yu et al., 2004).

Estudios y revisiones clínicas han mostrado que la IMES aplicada a músculos de las extremidades superiores e inferiores, puede contribuir a la reducción del dolor, prevención de la atrofia muscular y mejora del control motor, especialmente en pacientes con hemiplejía crónica (Yu et al., 2004). Aunque la mayoría de los ensayos aleatorizados se han centrado en la región del hombro, se ha reportado que la estimulación profunda y selectiva de músculos específicos puede generar contracciones más fisiológicas que la estimulación superficial, lo que favorece la activación funcional de las extremidades y la rehabilitación motora global (Chae & Yu, 2005; Lee et al., 2017).

## **2.8. Electroestimulación y control de tronco**

El tronco tiene un rol central en el equilibrio y la estabilidad postural porque permite el alineamiento corporal y la transmisión de fuerzas hacia las extremidades (Harris et al., 2018; Daly et al., 2011). Sin embargo, en comparación con las aplicaciones en brazos y piernas, la evidencia sobre electroestimulación dirigida a la musculatura del tronco en personas post-ACV es más limitada y heterogénea. Los estudios existentes describen beneficios en estabilidad y control motor, pero difieren en el tipo de corriente empleada (FES, NMES, TENS o enfoques intramusculares) y en

los parámetros utilizados, lo que dificulta la comparación directa entre intervenciones (Popovic et al., 2022; Harris et al., 2018).

## **2.9. Combinación de electroestimulación con ejercicios funcionales**

En adultos post-ACV se ha utilizado la electroestimulación combinada con ejercicios o tareas funcionales, sobre todo en etapas subagudas o crónicas, con el fin de facilitar la contracción mientras la persona realiza la actividad (Harris et al., 2018; Daly et al., 2011). Se ha aplicado en músculos del tronco y también en extremidades durante acciones como ponerse de pie y sentarse, mantener el equilibrio en sedestación o practicar la marcha. Esta combinación puede traducirse en mejoras en fuerza, coordinación y equilibrio, lo que respalda su uso como complemento dentro del programa de rehabilitación (Daly et al., 2011; Popovic et al., 2022).

## **2.10. Variables e instrumentos de evaluación**

Para analizar los efectos de la electroestimulación en tronco se consideran variables clínicas que se usan con frecuencia en rehabilitación post-ACV. El control de tronco se entiende como la capacidad de mantener y mover el tronco de manera selectiva, y suele evaluarse con la Trunk Impairment Scale (TIS), que incluye control estático, dinámico y coordinación (Harris et al., 2018; Daly et al., 2011). El equilibrio se refiere al mantenimiento del centro de masa dentro de la base de sustentación en actividades estáticas y dinámicas, y se mide habitualmente con la Berg Balance Scale (BBS) y con el Timed Up and Go (TUG) para valorar el desempeño funcional (Harris et al., 2018; Popovic et al., 2022). La estabilidad postural puede complementarse con medidas instrumentales como el desplazamiento del centro de presión (CoP) y otros parámetros estabilométricos que permiten objetivar cambios luego de la intervención (Daly et al., 2011; Popovic et al., 2022).

### 3. Justificación

Existe evidencia consistente que respalda el uso de la electroestimulación en la recuperación de la movilidad y la funcionalidad en personas adultas post-ACV. En especial, se ha documentado que la FES y otras formas de electroestimulación pueden favorecer la marcha y mejorar el desempeño de extremidades superiores e inferiores cuando se combinan con la terapia kinesiológica habitual (Daly et al., 2011; Harris et al., 2018). Sin embargo, la mayoría de estos estudios se enfocan en segmentos distales y no en el tronco, a pesar de que este segmento es fundamental para el equilibrio y la estabilidad postural.

En los últimos años se han descrito aplicaciones de electroestimulación sobre musculatura del tronco utilizando distintas modalidades, como FES, NMES o enfoques más focales como la FES intramuscular (FES-IM). Estas intervenciones buscan activar músculos que la persona no logra contraer de forma voluntaria y mejorar la coordinación durante las tareas funcionales (Daly et al., 2011; Popovic et al., 2022). No obstante, los estudios disponibles son pocos y presentan diferencias en parámetros, localización de electrodos y desenlaces medidos, lo que dificulta conocer con claridad el impacto específico sobre control de tronco y equilibrio.

La combinación de electroestimulación con terapia física intensiva también ha mostrado efectos superiores a la terapia convencional, ya que la estimulación facilita la activación de neuronas motoras y potencia los efectos del ejercicio, reportándose mejoras funcionales mayores cuando se usa de forma conjunta (Harris et al., 2018; Zhou et al., 2020). Esto sugiere que podría ser una herramienta útil también cuando el objetivo es mejorar la estabilidad del tronco en población post-ACV.

Respecto al control de tronco, algunos reportes preliminares indican que la FES aplicada a músculos del tronco durante actividades como la sedestación puede mejorar la rigidez del tronco y parámetros de estabilidad postural, pero estos hallazgos aún son incipientes y requieren ser organizados y descritos en conjunto (Milosevic et al., 2015; Harris et al., 2018).

Aunque la FES, la NMES, la TENS y la IMES han sido ampliamente estudiadas en extremidades post-ACV, la información sobre su aplicación en los músculos del tronco es escasa y dispersa. La literatura disponible se concentra principalmente en extremidades superiores e inferiores, evaluando efectos sobre la marcha, subluxación de hombro, fuerza y control motor (Lee et al., 2017; Yu et al., 2004), mientras que los estudios que incluyen tronco son limitados y heterogéneos. Por esta razón, se plantea realizar una revisión de alcance (scoping review) para identificar y mapear la evidencia disponible sobre el uso de la electroestimulación para mejorar el control de tronco, el equilibrio y la estabilidad postural en personas adultas post-ACV.

La pregunta que guía esta revisión es: ¿qué evidencia científica existe sobre el uso de distintas modalidades de electroestimulación para mejorar el control del tronco, el equilibrio y la estabilidad postural en personas adultas post-ACV?.

## 4. Metodología

### 4.1. Objetivos

Objetivo general: Explorar la evidencia científica disponible sobre el uso de distintas modalidades de electroestimulación (FES, NMES, TENS, FES-IM) para mejorar el control de tronco, el equilibrio y la estabilidad postural en personas adultas post-ACV.

Objetivos específicos:

- Identificar los tipos de estudios y las principales características metodológicas de la evidencia disponible sobre electroestimulación en adultos post-ACV.
- Describir las intervenciones de electroestimulación dirigidas al control de tronco, equilibrio y estabilidad postural (modalidad utilizada, localización, parámetros y duración).
- Sintetizar los instrumentos y desenlaces funcionales utilizados para evaluar el efecto de la electroestimulación en la rehabilitación de adultos post-ACV.
- Determinar las áreas de investigación abordadas y los vacíos de conocimiento respecto del uso de electroestimulación en este contexto.

### 4.2. Tipo de estudio y diseño

Se realizó una revisión de alcance guiada por la declaración PRISMA-ScR (Tricco et al., 2018). La planificación del protocolo siguió PRISMA-P (Shamseer et al., 2015); el protocolo fue acordado por el equipo y será registrado en la plataforma institucional de la Universidad de Valparaíso para asegurar transparencia y reproducibilidad.

### 4.3. Enfoque metodológico (PCC)

- Población (P): personas adultas post-ACV.
- Concepto (C): intervenciones con electroestimulación dirigidas al tronco, incluyendo distintas modalidades descritas en rehabilitación neurológica (FES, NMES, TENS y FES-IM).
- Contexto (C): estudios de rehabilitación post-ACV realizados en entornos clínicos, hospitalarios o ambulatorios, cuyo objetivo sea mejorar el control de tronco, el equilibrio y la estabilidad postural.

### 4.4. Criterios de inclusión y exclusión

Se incluyeron ensayos clínicos, estudios observacionales y estudios de caso que hayan evaluado intervenciones de electroestimulación en personas adultas ( $\geq 18$  años) con diagnóstico de accidente cerebrovascular. Se consideraron todos los estudios en los que la electroestimulación, en cualquiera de sus modalidades (FES, NMES, TENS, FES-IM), haya sido aplicada directamente sobre la musculatura del tronco o bien se haya utilizado con el propósito explícito de mejorar el control de tronco, el equilibrio o la estabilidad postural en un contexto de rehabilitación. Solo se incorporaron trabajos realizados en entornos clínicos, hospitalarios, ambulatorios o domiciliarios, publicados en español o inglés entre los años 2010 y 2024, periodo en el que la literatura muestra un mayor desarrollo tecnológico y metodológico en el uso de electroestimulación, y que permitió abarcar la evidencia más reciente disponible.

Se excluyeron estudios realizados en población pediátrica, aquellos en que el ACV

estuviera asociado a otra condición que pudiera modificar de forma importante el control motor o el proceso de rehabilitación (por ejemplo, ACV con compromiso sistémico relevante o con enfermedades concomitantes que afecten la movilidad). También se dejaron fuera los artículos que no informen resultados funcionales o posturales relacionados con tronco, equilibrio o estabilidad, así como los trabajos disponibles sólo como resúmenes de congreso, literatura gris o documentos sin revisión por pares.

#### 4.5. Población y muestra

La unidad de análisis correspondió a estudios publicados sobre personas adultas post-ACV. La muestra quedó constituida por los artículos que cumplieron los criterios tras el proceso de búsqueda y selección en Scopus, Clinical Key y Science Direct. No se realizó reclutamiento de sujetos humanos.

#### 4.6. Definición y operacionalización de variables

Para orientar la extracción y síntesis de datos, las variables se organizaron según su función y relación con los objetivos:

- **Variable independiente:** Intervención mediante electroestimulación aplicada al segmento tronco, considerando las distintas modalidades descritas (FES, NMES, TENS e intramuscular), los parámetros de aplicación (frecuencia, intensidad, duración del pulso, tiempo de estímulo) y el número total de sesiones.
- **Variables dependientes (efectos clínicos):**  
Control postural: evaluado con Trunk Control Test o Trunk Impairment Scale (TIS) y, cuando esté disponible, mediante análisis del centro de presión (CoP).  
Balance: estático, dinámico o funcional, evaluado con Berg Balance Scale (BBS), Timed Up and Go (TUG), entre otros.  
Estabilidad postural: determinada por oscilaciones del CoP o por el desempeño funcional durante tareas específicas.
- **Variables contextuales o moderadoras:** Fase post-ACV (aguda, subaguda o crónica) y combinación con otras terapias de rehabilitación (p. ej., fisioterapia convencional).
- **Variables técnicas y metodológicas:** Tipo de diseño, tamaño muestral, país, año de publicación e instrumentos utilizados.

Para el manejo y resumen de los datos se consideraron, entre otras, las siguientes variables: autor/año, país, tipo de estudio, objetivo, población y muestra, fase post-ACV, características de la intervención, parámetros de electroestimulación, combinación con otras terapias, tipo de balance o control de tronco evaluado, resultados principales y secundarios, instrumentos de medición, relevancia clínica, conclusiones y limitaciones. Estas variables se encuentran definidas en el Anexo 4.

#### 4.7. Instrumentos y materiales

Se utilizaron las bases de datos Scopus, ClinicalKey y Science Direct para la búsqueda; Rayyan para gestión de duplicados y cribado; una matriz de extracción en hoja de cálculo para sistematizar los datos; y un procesador de texto para la redacción. Las estrategias de búsqueda y ejemplos aplicados se presentan en Anexo 1 (Scopus), Anexo 2 (Clinical Key) y Anexo 3 (Science Direct), siguiendo el formato sugerido por PRISMA-ScR (Tricco et al., 2018).

#### **4.8. Procedimiento**

La selección se desarrolló en cinco fases utilizando Rayyan:

1. Eliminación de duplicados.
2. Cribado de títulos y resúmenes por dos revisores independientes.
3. Lectura a texto completo aplicando criterios de inclusión/exclusión.
4. Resolución de discrepancias mediante un tercer revisor (profesora guía).
5. Representación del flujo mediante diagrama PRISMA-ScR.

La síntesis de resultados se realizó de forma narrativa, organizando los hallazgos por tipo de intervención con electroestimulación, parámetros utilizados, zona de aplicación, variables evaluadas (p. ej., balance estático/dinámico y control postural) y tipo de estudio. Se elaboraron tablas descriptivas comparativas:

- Tabla 1: características generales de los estudios.
- Tabla 2: características de las intervenciones de electroestimulación.
- Tabla 3: resultados principales en control de tronco, balance y estabilidad postural.
- Tabla 4: relevancia clínica de los hallazgos, conclusiones, limitaciones, vacíos de conocimiento y recomendaciones de investigación.

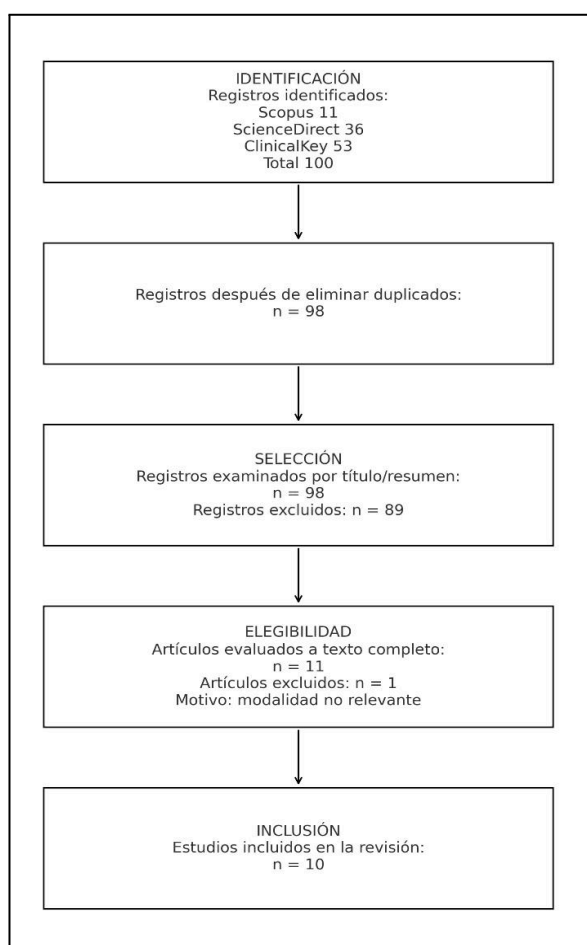
#### **4.9. Consideraciones éticas y limitaciones**

Esta revisión de alcance no involucró recolección de datos primarios; en consecuencia, no requirió aprobación ética. Se reconocen limitaciones potenciales: sesgo de idioma (inclusión de estudios en español e inglés), heterogeneidad en diseños y mediciones, y posible sesgo de publicación por el uso de Scopus, ClinicalKey y ScienceDirect como únicas fuentes. Los datos se trataron exclusivamente con fines académicos y la trazabilidad metodológica se resguardará mediante el registro del protocolo en la plataforma institucional de la Universidad de Valparaíso.

## 5. Resultados

### 5.1. Selección de estudios (PRISMA-ScR)

Se identificaron 10 publicaciones relacionadas con la aplicación de electroestimulación en el tronco de personas adultas post-ACV. Dentro de la literatura se reconocen estudios que emplean NMES sobre musculatura abdominal y/o erectores espinales, así como estudios que aplican TENS durante tareas de control de tronco, generalmente comparados con rehabilitación convencional o con entrenamiento equivalente sin estimulación. El proceso de selección de artículos se representó mediante un diagrama de flujo, presentado en la Figure 1.



**Figura 1**

*Diagrama de flujo del proceso de identificación, cribado y selección de estudios según las directrices PRISMA-ScR.*

### 5.2. Características de los estudios y participantes

Los estudios encontrados corresponden principalmente a ensayos clínicos (aleatorizados y no aleatorizados) y a diseños comparativos unicéntricos. Las muestras estuvieron compuestas por adultos en fase subaguda y/o crónica del ACV, con algún grado de compromiso del control de tronco y del equilibrio. Cuando la información estuvo disponible, los artículos reportaron edad promedio, tiempo transcurrido desde el ACV (cronicidad), lateralidad del compromiso motor (hemiplejía derecha o izquierda) y nivel de movilidad basal.

### 5.3. Intervenciones y comparadores

Las intervenciones con electroestimulación incluyeron NMES dirigida a musculatura del tronco (erectores espinales y/o músculos abdominales) y TENS de propósito sensorial aplicada durante ejercicios o tareas de control postural. Estas intervenciones se realizaron en el contexto de programas de rehabilitación que combinaban la estimulación con entrenamiento orientado a tareas, fortalecimiento del core y ejercicios de control postural en sedestación o bipedestación. Como comparadores, los estudios utilizaron principalmente rehabilitación convencional, programas de entrenamiento equivalentes sin estimulación eléctrica o comparaciones entre distintas localizaciones de los electrodos (p. ej., abdominal o dorsal).

### 5.4. Desenlaces y sistemas de evaluación

- Control de tronco: *Trunk Impairment Scale (TIS)*, *Trunk Control Test (TCT)*.
- Equilibrio/estabilidad: *Berg Balance Scale (BBS)*, oscilación del centro de presión (COP/sway), alcance funcional.
- Movilidad: *Timed Up & Go (TUG)*, velocidad de marcha y pruebas de caminata.
- Actividad muscular: EMG de musculatura del tronco durante tareas.

### 5.5. Síntesis narrativa de hallazgos

En conjunto, los estudios sugieren que la integración de electroestimulación al entrenamiento orientado a la tarea genera mejoras clínicamente relevantes en el control de tronco y el equilibrio en personas post-ACV. Estos efectos se observaron con mayor consistencia en intervenciones que combinaron NMES o TENS con ejercicios activos, en comparación con aquellas aplicadas de forma pasiva o aisladas. Sin embargo, la magnitud del beneficio no varió ampliamente entre estudios, lo que parece relacionarse con diferencias en la fase post-ACV, los parámetros de estimulación y la duración de las intervenciones (p. ej., Chan et al., 2015; Yada & Amimoto, 2023).

Se describieron mejoras en equilibrio (BBS) y reducción de la oscilación postural (COP/sway) tras NMES/TENS de tronco frente a comparadores; la localización de electrodos mostró efectos diferenciados en algunos estudios (p. ej., Bilek et al., 2020; Park, Seok, & Lee, 2018).

En muchos de los reportes se observaron mejoras en movilidad (TUG, velocidad de marcha) cuando la NMES de tronco se combinó con entrenamiento funcional (p. ej., Bilek et al., 2020).

La co-activación inducida por estimulación se asoció a modulación del COP en sedente, compatible con mayor estabilidad del tronco (p. ej., Jung et al., 2016; Milosevic et al., 2015).

Desde el punto de vista clínico, esta heterogeneidad limita la aplicabilidad directa de los resultados, ya que el kinesiólogo debe adaptar los parámetros de estimulación en ausencia de guías estandarizadas. Por tanto, aunque la evidencia respalda el uso de electroestimulación como complemento terapéutico, su implementación requiere juicio clínico y evaluación continua de la respuesta del paciente.

### 5.6. Calidad metodológica y riesgo de sesgo

Se identificaron limitaciones frecuentes en cegamiento, ocultamiento de la asignación y tamaños muestrales. Estas consideraciones se tuvieron en cuenta al interpretar los resultados. La heterogeneidad de poblaciones, dosis y parámetros limitó la síntesis cuantitativa en esta etapa.

**Tabla 1. Características generales de los estudios incluidos**

<b>Estudio (año)</b>	<b>País</b>	<b>Diseño</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Población y Muestra</b>	<b>Fase post-ACV</b>
Chan et al., 2015	Hong Kong	Ensayo clínico aleatorizado (3 brazos)	Evaluar si TENS domiciliaria + TRTT mejora el control de tronco post-ACV	Adultos post-ACV, n= 37	Crónica
Elhamrawy et al., 2024	Egipto	Ensayo clínico aleatorizado (2 brazos)	Determinar si FES interescapular + CSE mejora desempeño de tronco y balance en mayores post-ACV	Adultos post-ACV, n=34 (aleatorizados)	≤6 meses post-ACV
Jung et al., 2016	Corea	Ensayo clínico aleatorizado (3 brazos)	Analizar el efecto de TENS durante transferencia de peso en el control de tronco.	Adultos post-ACV, n=60 (20/20/20)	No Refiere
Ko et al., 2016	Corea	Ensayo clínico aleatorizado (3 brazos)	Comparar tNMES + fortalecimiento de core vs controles sobre el balance de tronco post-ACV	Adultos post-ACV, n=30 (10/10/10)	Aguda/Subaguda

Lee et al., 2023	Corea	Ensayo clínico aleatorizado (2 brazos)	Comparar tNMES + fortalecimiento de core vs controles sobre el balance de tronco post-ACV	Adultos post-ACV, n=59 (29/30)	Crónica ( $\geq 1$ año)
Milosevic et al., 2015	Canadá	Ensayo experimental (diseño cruzado)	Examinar cómo la FES de coactivación de tronco modifica la estabilidad en sedente (CoP)	Adultos sanos, n=15	No aplica
Park, M. et al., 2018	Corea	Ensayo clínico (comparativo, 3 brazos)	Comparar NMES abdominal versus NMES dorsal sobre balance postural	Adultos post-ACV, n=30 (10/10/10)	No Refiere
Park, S. J. et al., 2018	Corea	Ensayo clínico aleatorizado (2 brazos)	Evaluar si TENS + expansión torácica mejora marcha y control de tronco en crónicos post-ACV	Adultos post-ACV, n=14 (7/7)	Crónica
Bilek et al., 2020	Turquía	Ensayo clínico aleatorizado (2 brazos, doble ciego)	Determinar si NMES en erectores + rehab mejora balance y capacidad funcional post-ACV	Adultos post-ACV, n=60 (30/30)	Crónica
Yada &	Japón	Ensayo	Probar si	Adultos	Agudo-Subagu

Amimoto, 2023		clínico aleatorizado (2 brazos, doble ciego)	SES cuello/lumbar + TRTT mejora de inmediato el control de tronco en sedente.	post-ACV, n=26 (13/13)	do
---------------	--	--	---	------------------------	----

*Nota.* Abreviaturas: ACV = accidente cerebrovascular; FES = estimulación eléctrica funcional; NMES = estimulación eléctrica neuromuscular; TENS = estimulación nerviosa eléctrica transcutánea; SES = estimulación sensorial eléctrica; M = media; DE = desviación estándar.

**Tabla 2.** Características de las intervenciones de electroestimulación

Estudio (año)	Tipo de intervención	Combinación con otras terapias	Parámetros técnicos	Comparador	Dimensión del balance evaluado
Chan et al., 2015	TENS en tronco (LD + EO) durante TRTT domiciliaria	TRTT domiciliaria simultánea a TENS (60 min, 5×/sem, 6 sem)	100 Hz – 0,2 ms; $\approx 2 \times$ umbral sensorial; colocación: LD (lat. T9) y EO (~15 cm lat. ombligo); sin ciclo fijo (durante sesión)	TRTT con TENS placebo / sin TENS	Control de tronco (TIS/TCT) y funcional
Elhamrawy et al., 2024	FES (interescular)	CSE 45 min, 4×/sem, 12 sem (FES primeras 6 sem)	33 Hz – 300 $\mu$ s; intensidad confortable; 6 s ON / 6 s OFF; 30 min, 4×/sem; 6 electrodos 5×5 cm	Sin FES/ rehabilitación estándar	Tronco y balance
Jung et al., 2016	TENS en tronco durante ejercicios de transferencia	Ejercicios de transferencia de peso 30 min + fisioterapia 60 min, 5×/sem	NR Hz/ $\mu$ s exacto; colocación: ES+EO; 30 min/sesión	Transferencia de peso sin TENS / TENS placebo	Actividad muscular y control de tronco (EMG, TIS)

	cia de peso				
Ko et al., 2016	tNMES en erector espinal ± fortalecimiento de core	Fortalecimiento de core (3×/sem, 20 min); brazos: core, tNMES o ambos	35 Hz – 250 ms (sic); 30–70 mA; 10 s ON / 12 s OFF; 4 electrodos (≈T6 y L5); 20 min, 3×/sem, 3 sem	Core sin tNMES / tNMES solo (tres grupos)	Balance y control postural
Lee et al., 2023	Estimulación disparada por weight-shift (WSE-triggered ES)	Entrenamiento de balance 50 min, 5×/sem, 6 sem (con o sin ES)	30–35 Hz – 300 μs; 5–60 mA (≈16–18 mA); trigger por plantilla (sin ciclo on/off)	Entrenamiento de balance sin ES	Balance dinámico
Milosevic et al., 2015	FES de co-activación (sedente)	Sin terapia adicional; tarea de sedente experimental	40 Hz – 300 μs; bifásica; electrodos 5×5 cm en RA y erector lumbar L3 (bilateral); ≥ umbral motor (~20–25 mA); sin ciclos	Sin FES	Estabilidad sedente (CoP)
Park, M. et al., 2018	NMES en abdominales vs. en músculos dorsales	Ejercicios de core comunes; NMES en abdomen o dorsales según grupo	35 Hz – 250 μs; ~30 min; 5×/sem; 4 sem; contracción visible; on/off estandarizado	Grupos comparativos entre localización de NMES	Balance postural (BBS, CoP)
Park, S. J. et al., 2018	TENS + expansión torácica (crónicos)	Ejercicios de expansión torácica 30 min; TENS vs placebo	0–100 Hz – 20–700 μs; sensorial (sub-motor); 30	Ejercicios + TENS placebo	Marcha y control de tronco

			min/sesión		
Bilek et al., 2020	NMES bilateral en erectores + rehabilitación	Fisioterapia convencional 45 min/día, 5×/sem, 6 sem (ambos grupos)	50 Hz – 400 µs; 20 min/día; 5×/sem; 6 sem; 4 electrodos; contracción visible sin dolor (bifásica)	Rehabilitación sola (doble ciego)	Capacidad funcional, balance, movilidad
Yada & Amimoto, 2023	SES (cuello + lumbar) + TRTT	Una sesión de TRTT en sedente; SES vs sham	100 Hz – 200 µs; 1,2–2× umbral sensorial (sub-motor); 20 min (sesión única)	TRTT + sham (apagado a 30 s)	Balance sedente, control postural

*Nota.* Abreviaturas: FES = estimulación eléctrica funcional; NMES = estimulación eléctrica neuromuscular; TENS = estimulación nerviosa eléctrica transcutánea; SES = estimulación sensorial eléctrica; Hz = hercios; µs = microsegundos; mA = miliamperios; min = minutos; RA = recto abdominal; CoP = centro de presión.

**Tabla 3.** Resultados en el control de tronco, balance y estabilidad postural

Estudio (año)	Resultados principales	Resultados secundarios	Instrumentos de medición
Chan et al., 2015	Mayor mejora en TIS/TCT con TENS	Mayor mejora en torque de flexion y extension de tronco, y distancia de alcance sentado lateral	TIS, alcance en sedente, torque isométrico
Elhamrawy et al., 2024	El grupo FES tuvo scores significativamente más altos en TIS y PASS en comparación con el grupo control a las 6 y 12 semanas	Ambos grupos mejoraron significativamente en todos los resultados (BBS, TUG, BI, SP)	TIS, PASS, BBS, TUG, BI, medida de posición escapular.
Jung et al.,	Incremento de la actividad muscular	Mayor actividad (oblicuo)	EMG, alcance TIS, en

2016	y del control de tronco en grupo con TENS	externo); Mejora en el alcance máximo en sedente	sedente.
Ko et al., 2016	Mejoría significativa en equilibrio y control postural en grupo NMES	PASS y K-MBI mejoran en los tres grupos; mayor cambio en el combinado (tNMES+core)	K-BBS, TIS, PASS, K-MBI.
Lee et al., 2023	Mejora significativa del balance estático (postural sway en velocidad momento, ojos abiertos y cerrados) en el grupo ES comparado con el grupo solo balance	Mejora de balance dinámico (TUG), la función motora de extremidad inferior (Fugl-Meyer) y AVD (MBI)	BBS, TUG, FRT, sway, FMA-LE, MBI
Milosevic et al., 2015	Mayor rigidez del tronco y reducción de oscilaciones del centro de presión	El desplazamiento, el rango y la frecuencia del COP no cambiaron con FES	CoP (estabilometría)
Park, M. et al., 2018	Ambos NMES tuvieron mejoras significativamente mayores en BBS y TIS que el grupo solo ejercicio, ambos mejoran equilibrio	El grupo NMES abdominal mostró mejores resultados en balance postura, no hubo diferencia significativa entre NMES abdominal y dorsal	BBS, TUG, FRT ( $\pm$ K-MBI, WDI, SI).
Park, S. J. et al., 2018	Mejoría en control de tronco y capacidad de marcha en grupo TENS	La longitud del paso y zancada en el lado parético se mejoraron significativamente	Tinetti-gait, TIS, 6MWT.
Bilek et al., 2020	Mejoría significativa en capacidad funcional, balance y movilidad con NMES	Mejoras intra-grupo en BBA, A-PECS, FAC, SF-36, MMSE (sin diferencias entre grupos).	PASS, STREAM, BBA, A-PECS, FAC, SF-36, MMSE.
Yada & Amimoto,	Mejoría en balance	Cambio en el	TIS, medidas de

2023	sedente y control postural con estimulación	ángulo cervical	sedestación
------	---	-----------------	-------------

*Nota.* Abreviaturas: TIS = Trunk Impairment Scale; BBS = Berg Balance Scale; TUG = Timed Up and Go; PASS = Postural Assessment Scale for Stroke Patients; MBI = Modified Barthel Index; FMA-LE = Fugl-Meyer Assessment – Lower Extremity; CoP = centro de presión; EMG = electromiografía; FRT = Functional Reach Test.

**Tabla 4.** Relevancia clínica, conclusiones, limitaciones, vacíos de conocimiento y recomendaciones de los estudios

Estudio (año)	Relevancia clínica de los hallazgos	Conclusiones	Limitaciones	Vacíos de conocimiento	Recomendaciones de investigación
Chan et al., 2015	Indica factibilidad de TENS domicilia combinada con TRTT para mejorar control de tronco	TENS + TRTT mejora TIS/TCT frente a control	Tamaño muestral moderado, seguimiento limitado, cegamiento complicado en intervenciones TENS	Necesidad de protocolos a mayor escala y con seguimiento	Estandarizar dosificación/colocación; seguimiento $\geq 3$ meses; reportar tamaños de efecto
Elhamrawy et al., 2024	Aporta evidencia sobre FES intramuscular/interescaular en población mayor post-ACV	FES mejoraría desempeño de tronco y balance	Tamaño muestral pequeño, sin grupo control puro, sin seguimiento a largo plazo	Pocos estudios en población mayor, replicación necesaria	Ensayos multicéntricos; comparar duraciones/dosis; análisis por subgrupos (fase/edad)
Jung et al., 2016	Demuestra modulación de actividad muscular y mejora de control de tronco con TENS + WSE	Co-activación y aumento actividad EMG con TENS	Posible sesgo de rendimiento, parámetros variables	Efectos a largo plazo y generalizabilidad	Reportar parámetros completos; evaluar retención y transferencia a tareas funcionales
Ko et al., 2016	Soporta efecto aditivo de NMES al	NMES + fortalecimiento > fortalecimiento	Muestra pequeña, sin seguimiento	Protocolos estandarizados de NMES en	Ensayos con tamaños muestrales

	fortalecimiento de core sobre balance	trono solo	o a largo plazo, cegamiento insuficiente, sin grupo control sin intervenció n	tronco	adecuados y descripción técnica completa
Lee et al., 2023	Técnica innovadora con potencial para entrenamiento funcional	Mejora en parámetros de balance	No es específica en tronco; sin análisis de transferencia de tronco a actividades	Validación en distintas fases post-ACV	Replicación y comparación con NMES/TENS convencionales
Milosevic et al., 2015	Evidencia fisiológica: FES aumenta rigidez del tronco y reduce CoP oscillations (relevante para sedestación)	FES modifica CoP aumentando estabilidad (rigidez troncal)	Estudio preliminar con individuos sanos	Transferencia a mejoras funcionales a medio-largo plazo	Ensayos clínicos que vinculen CoP a funcionalidad diaria
Park, M. et al., 2018	Comparación de localizaciones sugiere que NMES abdominal puede ser más efectivo para balance	NMES abdominal > NMES dorsal en algunos outcomes	n=30; sin grupo "sin ES"; heterogeneidad de escalas.	Óptima localización de electrodos según tarea	Estudios que prueben distintas localizaciones y mecánística
Park, S. J. et al., 2018	TENS en combinación con ejercicios respiratorios/movilidad mejora marcha y tronco	Mejora en marcha y control troncal en grupo TENS	Pequeño tamaño muestral (n:14); Centro único	Efectos en distintas fases del ACV; Estandarización de Hz/μs/intensidad	Definir parámetros fijos; evaluar efectos en tasks de pie y ADL.
Bilek et al.,	NMES en	Mejoría	Tamaño	Dosis-respu	Ensayos

2020	erectores espinales mostró impacto clínico en función y movilidad	significativa en capacidad funcional, balance y movilidad	muestral y posible sesgo, parámetros no estandarizados	esta y parámetros óptimos; Efectos a largo plazo	multicéntricos; seguimiento prolongado; reporte de tamaños de efecto
Yada & Amimoto, 2023	SES + tareas útil para mejoras inmediatas en sedente	Mejora de balance sedente y control postural con la intervención	Muestra pequeña, evaluación solo inmediata, medición limitada de outcomes	Reproducibilidad y aplicabilidad clínica amplia	Evaluar retención y transferencia; ajustar dosificación SES para efectos sostenidos.

*Nota.* Abreviaturas: ES = electroestimulación; FES = estimulación eléctrica funcional; NMES = estimulación eléctrica neuromuscular; TENS = estimulación nerviosa eléctrica transcutánea; SES = estimulación sensorial eléctrica; ACV = accidente cerebrovascular; CoP = centro de presión.

## 5.7. Discusión

El control insuficiente del tronco continúa siendo un desafío en la rehabilitación de personas post-ACV, porque influye directamente en el equilibrio, en la capacidad de mantener posturas estables y en la realización de transferencias o de la marcha. Cuando el tronco no es estable, aunque las extremidades mejoren, la funcionalidad sigue limitada. Por eso tiene sentido que se busquen intervenciones que ayuden a activar esta musculatura y a mejorar el control postural.

A partir de los estudios revisados se observa que la electroestimulación se ha utilizado principalmente como una estrategia complementaria a la terapia kinesiológica convencional, más que como tratamiento aislado. En general, los autores la aplican sobre musculatura abdominal o erectores espinales y la combinan con ejercicios de control de tronco o de equilibrio, lo que sugiere que el objetivo clínico es facilitar la contracción durante la tarea y no reemplazar el entrenamiento funcional (Harris et al., 2018; Milosevic et al., 2015).

Estos hallazgos se alinean con modelos del control motor que destacan el rol del tronco como base para la organización del movimiento y la anticipación postural. La activación neuromuscular inducida mediante electroestimulación podría favorecer procesos de reaprendizaje motor y reorganización cortical, facilitando una mejor integración sensoriomotora durante tareas funcionales.

Si bien la mayoría de los estudios reportó mejoras en el control de tronco y el equilibrio tras la aplicación de electroestimulación, no todos los protocolos mostraron efectos de igual magnitud. Por ejemplo, Bilek et al. (2020) reportaron mejoras significativas en balance y movilidad funcional con NMES aplicada a erectores espinales, mientras que Park et al. (2018) observaron beneficios similares tanto con estimulación abdominal como dorsal, sin diferencias significativas entre ambas localizaciones. Estas discrepancias podrían explicarse por diferencias en la fase post-ACV, el tiempo total de intervención y los criterios de selección de la muestra.

Se identificó que los protocolos son poco estandarizados: cambian los parámetros de estimulación, la localización de los electrodos y la duración de las intervenciones, y las muestras suelen ser pequeñas. Esta heterogeneidad explica que todavía no se pueda determinar cuál modalidad de electroestimulación ni qué configuración produce mejores resultados, y justifica la realización de una revisión de alcance para ordenar la información disponible.

## **5.8. Interpretación de los hallazgos**

El control insuficiente del tronco sigue siendo un problema frecuente en personas post-ACV porque condiciona el equilibrio, las transferencias y la marcha. En los estudios revisados se observó que la electroestimulación se ha utilizado principalmente como un complemento a la rehabilitación convencional, aplicada sobre musculatura abdominal o erectores espinales y combinada con ejercicios de control postural, lo que coincide con lo descrito para otras regiones corporales en población neurológica (Daly et al., 2011; Harris et al., 2018). En general, cuando la estimulación se integró a tareas de tronco se reportaron mejoras en pruebas funcionales como TIS, BBS o TUG, lo que sugiere que la electroestimulación puede facilitar la activación muscular y aportar a la estabilidad del segmento (Milosevic et al., 2015; Harris et al., 2018).

## **5.9. Heterogeneidad de las intervenciones**

Aun cuando los resultados son favorables, la evidencia encontrada es heterogénea. Se identificaron distintas modalidades de electroestimulación (NMES sobre tronco, TENS sensorial durante tareas y, en menor medida, aplicaciones más focales) con parámetros de frecuencia, intensidad y duración diferentes entre sí. Además, el número de sesiones, la posición de aplicación y la combinación con otros ejercicios también variaron. Esta variabilidad metodológica dificulta la comparación directa entre estudios y no permite afirmar que una modalidad o un protocolo específico sea superior, por lo que el enfoque de revisión de alcance resulta adecuado para ordenar esta información.

## **5.10. Implicancias para la rehabilitación**

Desde la práctica kinesiológica, los hallazgos indican que la electroestimulación puede considerarse como una herramienta complementaria en pacientes post-ACV con déficit de control de tronco o equilibrio, sobre todo en fases subagudas o crónicas donde la recuperación espontánea es menor (Harris et al., 2018; Zhou et al., 2020). Su aporte parece mayor cuando se integra a programas orientados a la tarea (sedestación, control de tronco, ejercicios de core), ya que la estimulación facilita la contracción mientras el paciente realiza la actividad. No obstante, debido a la falta de estandarización, se recomienda ajustar los parámetros al contexto clínico y registrar los cambios con instrumentos validados.

## **5.11. Limitaciones de la evidencia disponible**

La mayoría de los estudios incluidos presenta muestras pequeñas, periodos de intervención cortos y escaso seguimiento, lo que limita la generalización de los resultados (Daly et al., 2011; Milosevic et al., 2015). En varios casos no se describen todos los parámetros de la electroestimulación ni la localización exacta de los electrodos, lo que reduce la reproducibilidad de las intervenciones (Harris et al., 2018; Popovic et al., 2022). Por lo tanto, se requieren investigaciones con diseños más robustos y protocolos mejor definidos que permitan comparar modalidades y

determinar con mayor precisión el efecto de la electroestimulación sobre el control de tronco en personas post-ACV.

## 6. Conclusión

La presente revisión de alcance permitió cumplir el objetivo de mapear y sintetizar la evidencia disponible sobre el uso de electroestimulación como intervención para mejorar el control de tronco, el equilibrio y la estabilidad postural en personas adultas post-ACV, abordando distintas modalidades, contextos de aplicación y desenlaces funcionales.

La evidencia sintetizada indica que las intervenciones de electroestimulación aplicadas al tronco (principalmente NMES y TENS) pueden generar mejoras en control postural, equilibrio y desempeño funcional en adultos post-ACV, especialmente cuando se integran a entrenamiento orientado a la tarea. Los estudios incluidos reportaron efectos favorables en TIS, BBS, TUG y en parámetros estabilométricos del centro de presión, lo que respalda la capacidad de estas modalidades para facilitar la activación muscular y optimizar la estabilidad del segmento axial.

Sin embargo, la heterogeneidad observada en modalidades de estimulación, parámetros técnicos, localización de electrodos y duración de las intervenciones limita la comparabilidad entre estudios e impide establecer patrones de aplicación estandarizados. Además, los tamaños muestrales reducidos y los diseños con riesgo de sesgo restringen la validez externa de los hallazgos.

En conjunto, la electroestimulación se presenta como un complemento terapéutico potencialmente útil para el abordaje del tronco en rehabilitación post-ACV, pero se requieren ensayos clínicos más robustos y protocolos metodológicamente uniformes que permitan determinar su eficacia específica y optimizar su implementación clínica.

En relación con el problema planteado, los resultados evidencian que, si bien la electroestimulación constituye una estrategia complementaria prometedora en la rehabilitación del tronco post-ACV, la ausencia de protocolos estandarizados y la limitada calidad metodológica de algunos estudios impiden establecer recomendaciones clínicas definitivas. Esto refuerza la necesidad de futuras investigaciones que orienten su uso de manera más precisa en la práctica kinesiológica.

## 7. Anexos

### Anexo 1: Ejemplo estrategia de búsqueda electrónica en Scopus

<b>Base de datos:</b> Scopus.
<b>Fecha de búsqueda:</b> 20 de abril de 2025.
<b>Rango de años:</b> 2010-2024.
<b>Idioma:</b> Español, Inglés.
<b>Tipo de estudios:</b> Ensayos clínicos, estudios observacionales, estudios de casos.
<b>Estrategia de búsqueda:</b> (TITLE-ABS-KEY("electrical stimulation") AND (TITLE-ABS-KEY("stroke" OR "cerebrovascular accident" OR "post-stroke" OR "ACV")) AND (TITLE-ABS-KEY("trunk control" OR balance OR "postural stability" OR "postural control"))
<b>Filtros aplicados (límites):</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Años de publicación: 2010-2024.</li><li>• Idioma: Español, Inglés.</li><li>• Tipo de documento: Article.</li><li>• Área temática: Medicine, Health Professions, Rehabilitation.</li><li>• Especie: Humanos.</li></ul>
<b>Justificación:</b> Scopus fue seleccionada por su cobertura multidisciplinaria que incluye salud, neurociencia y tecnología aplicada, permitiendo acceder a una variedad más amplia de estudios sobre electroestimulación y control de tronco en contextos clínicos y de investigación.

### Anexo 2: Ejemplo estrategia de búsqueda electrónica en Clinical Key

<b>Base de datos:</b> Clinical Key.
<b>Fecha de búsqueda:</b> 20 de abril de 2025.
<b>Rango de años:</b> 2010-2024.
<b>Idioma:</b> Español, Inglés.
<b>Tipo de estudios:</b> Ensayos clínicos, estudios observacionales, estudios de casos.
<b>Estrategia de búsqueda:</b> (("Electrical Stimulation" OR "ES" OR "Electrical Stimulation Therapy"[MeSH] OR "Electrotherapy"[Emtree]) AND ("Stroke"[MeSH] OR "Cerebrovascular Accident" OR "Brain Ischemia"[Emtree] OR

"ACV" OR "Post-stroke"))  
AND ("Trunk Control" OR "Balance" OR "Postural Balance"[MeSH] OR "Postural Stability"  
OR "Postural Control"[Emtree]))

**Filtros aplicados (límites):**

- Años de publicación: 2010-2024.
- Idioma: Español, Inglés.
- Tipo de documento: Article.
- Área temática: Medicine, Rehabilitation, Neurology, Health Professions.
- Especie: Humanos.

**Justificación:** ClinicalKey se seleccionó por ser una fuente integral de literatura biomédica y clínica de Elsevier, con acceso a libros, artículos de revistas y guías de práctica clínica. El uso combinado de términos libres y descriptores controlados (MeSH/Emtree) permite obtener una búsqueda más precisa y sensible sobre electroestimulación y control postural en pacientes con accidente cerebrovascular.

*Anexo 3: Ejemplo estrategia de búsqueda electrónica en Science Direct*

**Base de datos:** ScienceDirect.

**Fecha de búsqueda:** 20 de abril de 2025.

**Rango de años:** 2010-2024.

**Idioma:** Español, Inglés.

**Tipo de estudios:** Ensayos clínicos, estudios observacionales, estudios de casos.

**Estrategia de búsqueda:**

((("Electrical Stimulation" OR ES OR "Electrical Stimulation Therapy"[MeSH] OR "Electrotherapy"[Emtree])  
AND ("Stroke"[MeSH] OR "Cerebrovascular Accident" OR "Brain Ischemia"[Emtree] OR "Post-stroke" OR "ACV")  
AND ("Trunk Control" OR Balance OR "Postural Balance"[MeSH] OR "Postural Stability" OR "Postural Control"[Emtree]))

**Filtros aplicados (límites):**

- Años de publicación: 2010-2024.
- Idioma: Español, Inglés.
- Tipo de documento: Article.
- Área temática: Medicine, Rehabilitation, Neurology, Neuroscience, Health Professions.
- Especie: Humanos.

**Justificación:** ScienceDirect fue seleccionada por su cobertura en neurociencias, medicina de rehabilitación y fisioterapia, con acceso a artículos a texto completo de revistas científicas de Elsevier. El uso combinado de términos libres y descriptores controlados (MeSH/Emtree) aumenta la sensibilidad y especificidad de la búsqueda, permitiendo recuperar la mayor cantidad de estudios relevantes sobre electroestimulación y control postural en pacientes con accidente cerebrovascular.

#### Anexo 4: Variables a considerar para extracción y organización de datos

<b>Variable</b>	<b>Definición</b>
Autor/Año	Nombre del primer autor y año de publicación del estudio.
País	País donde se realizó el estudio.
Tipo de estudio	Diseño metodológico utilizado.
Objetivo	Propósito principal del estudio.
Población y muestra	Descripción de la población objetivo y tamaño de muestra.
Fase post-ACV	Fase en la cual se encuentra el paciente al momento de la intervención: agudo, subagudo o crónico.
Intervención con electroestimulación	Detalles sobre aplicación de electroestimulación: zona estimulada, modalidad, duración, contexto clínico.
Parámetros técnicos de estimulación eléctrica	Frecuencia, intensidad, duración del pulso, número de sesiones y modo de estimulación.
Combinación con otras terapias	Si se aplicó ES junto a fisioterapia u otras técnicas.
Dimensión del balance evaluado	Clasifica el balance en estático, dinámico o funcional, según la prueba o contexto de evaluación utilizado en el estudio.
Resultados principales	Mejoras o no en control de tronco, balance y estabilidad.
Resultados secundarios	Otros resultados medidos como calidad de vida, marcha, dolor.
Instrumentos de medición	Instrumentos usados para evaluar resultados (escalas, test clínicos).
Relevancia clínica de los hallazgos	Evaluación del impacto práctico de los resultados, más allá de su significancia estadística, en la recuperación funcional del paciente.
Conclusiones	Síntesis general de hallazgos e implicancias.
Limitaciones	Restricciones metodológicas o de muestra.

## 8. Bibliografía

- Abdullahi, A., Wong, TWL y Ng, SSM. (2024). Efectos de la neuroestimulación domiciliar en los resultados tras un ictus: una revisión sistemática y un metaanálisis. *Neurol Sci* 45, 5157–5179. <https://doi.org/10.1007/s10072-024-07633-2>
- Bilek, F., Deniz, G., Ercan, Z., Cetisli Korkmaz, N., & Alkan, G. (2020). The effect of additional neuromuscular electrical stimulation applied to erector spinae muscles on functional capacity, balance and mobility in post-stroke patients. *NeuroRehabilitation*, 47(2), 181–189. <https://doi.org/10.3233/NRE-203114>
- Campbell, B. C. V., & Khatri, P. (2020). Stroke. *The Lancet*, 396(10244), 129–142. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)31179-](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)31179-)
- Chae, J., Yu, D. T., Walker, M. E., Kirsteins, A., Elovic, E. P., Flanagan, S. R., Harvey, R. L., Zorowitz, R. D., Frost, F. S., Grill, J. H., & Fang, Z. P. (2005). Intramuscular electrical stimulation for hemiplegic shoulder pain: a 12-month follow-up of a multiple-center, randomized clinical trial. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 84(11), 832–842. <https://doi.org/10.1097/01.phm.0000184154.01880.72>
- Chan, B. K. S., Ng, S. S. M., & Ng, G. Y. F. (2015). A home-based program of transcutaneous electrical nerve stimulation and task-related trunk training improves trunk control in patients with stroke: A randomized controlled clinical trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 29(1), 70–79. <https://doi.org/10.1177/1545968314533612>
- Cramer, S. C. (2015). Enhancing motor recovery after stroke. *Neuron*, 86(1), 17–29. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2015.03.039>
- Daly, J. J., Zimbelman, J. L., Roenigk, K. L., McCabe, J. P., Rogers, J. M., Butler, K. M., Burdsall, R., Holcomb, J. P., Marsolais, E. B., & Ruff, R. L. (2011). Recovery of coordinated gait: Randomized controlled stroke trial of functional electrical stimulation (FES) versus no FES, with weight-supported treadmill and over-ground training. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 25(7), 588–596. <https://doi.org/10.1177/1545968311400092>
- Elhamrawy, M. Y., Bahnasy, W. S., Elkady, S. M., & Said, M. T. (2024). Effect of functional electrical stimulation of interscapular muscles on trunk performance and balance in post-stroke elderly patients. *The Egyptian Journal Of Neurology Psychiatry And Neurosurgery*, 60(1). <https://doi.org/10.1186/s41983-024-00795-y>
- Feigin, V. L., & Stark, B. A. (2021). Global, regional, and national burden of stroke and its risk factors, 1990–2019: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet Neurology*, 20(10), 795–820. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(21\)00252-0](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(21)00252-0)
- Francisco, G. E., Wissel, J., Platz, T., & Li, S. (2021). Post-Stroke Spasticity. En *Clinical Pathways in Stroke Rehabilitation: Evidence-based Clinical Practice Recommendations* [Internet] (pp. 149-173). [https://doi.org/10.1007/978-3-030-58505-1\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-030-58505-1_9)
- Harris, J. E., Eng, J. J., Miller, W. C., & Dawson, A. S. (2018). Functional electrical stimulation and recovery of motor function after stroke: A review of the evidence. *Physiotherapy Canada*, 70(3), 219–227. <https://doi.org/10.3138/ptc.2017-74>
- Johnson, C. O., & Roth, G. A. (2019). Global, regional, and national burden of

stroke, 1990–2016: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *The Lancet Neurology*, 18(5), 439–458. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(19\)30034-1](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(19)30034-1)

Jung, K.-S., Jung, J.-H., In, T.-S., & Cho, H.-Y. (2016). Effects of weight-shifting exercise combined with transcutaneous electrical nerve stimulation on muscle activity and trunk control in patients with stroke. *Occupational Therapy International*, 23(4), 436–443. <https://doi.org/10.1002/oti.1446>

Karamian, BA, Siegel, N., Nourie, B. et al. (2022). El papel de la estimulación eléctrica en la rehabilitación y regeneración tras una lesión medular. *J Orthop Traumatol* 23 , 2. <https://doi.org/10.1186/s10195-021-00623-6>

Ko, E. J., Chun, M. H., Kim, D. Y., Yi, J. H., Kim, W., & Hong, J. (2016). The additive effects of core muscle strengthening and trunk NMES on trunk balance in stroke patients. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 40(1), 142–151. <https://doi.org/10.5535/arm.2016.40.1.142>

Krakauer, J. W., & Carmichael, S. T. (2017). *Broken movement: The neurobiology of motor recovery after stroke*. MIT Press.

Kuriakose, D., & Xiao, Z. (2020). Pathophysiology and treatment of stroke: Present status and future perspectives. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(20), 7609. <https://doi.org/10.3390/ijms21207609>

Lee, J. H., Baker, L. L., Johnson, R. E., & Tilson, J. K. (2017). Effectiveness of neuromuscular electrical stimulation for management of shoulder subluxation post-stroke: a systematic review with meta-analysis. *Clinical rehabilitation*, 31(11), 1431–1444. <https://doi.org/10.1177/0269215517700696>

Lee K. (2023). Balance Training with Weight Shift-Triggered Electrical Stimulation for Stroke Patients: A Randomized Controlled Trial. *Brain sciences*, 13(2), 225. <https://doi.org/10.3390/brainsci13020225>

Milosevic, M., Masani, K., Wu, N., McConville, K. M. V., & Popovic, M. R. (2015). Trunk muscle co-activation using functional electrical stimulation modifies center of pressure fluctuations during quiet sitting by increasing trunk stiffness. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 12, 99. <https://doi.org/10.1186/s12984-015-0091-8>

Park, M., Seok, H., & Lee, S. Y. (2018). Comparison between neuromuscular electrical stimulation to abdominal and back muscles on postural balance in post-stroke hemiplegic patients. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 42(5), 667–676. <https://doi.org/10.5535/arm.2018.42.5.667>

Park, S. J., Cho, K. H., & Kim, S. H. (2018). The effect of chest expansion exercise with TENS on gait ability and trunk control in chronic stroke patients. *Journal of Physical Therapy Science*, 30(5), 697–699. <https://doi.org/10.1589/jpts.30.697>

Popovic, M. R., Kapadia, N. M., Zivanovic, V., Furlan, J. C., Craven, C. B., McGillivray, C. F., & Fehlings, M. G. (2022). Functional electrical stimulation therapy of voluntary grasping versus only conventional rehabilitation for patients with subacute incomplete tetraplegia: A randomized clinical trial. *Spinal Cord*, 60, 442–450. <https://doi.org/10.1038/s41393-021-00750-9>

Richards, L. G., & Cramer, S. C. (2021). Neuroplasticity and functional electrical stimulation: Considerations for the design of future clinical trials. *Frontiers in Neurology*, 12, 654344. <https://doi.org/10.3389/fneur.2021.654344>

Shehjar, F., Maktabi, B., Rahman, Z. A., Bahader, G. A., James, A. W., Naqvi, A., Mahajan, R., & Shah, Z. A. (2023). Stroke: Molecular mechanisms and therapies—Update on recent developments. *Neurochemistry International*, 162,

105458. <https://doi.org/10.1016/j.neuint.2022.105458>

Shin, H. E., Kim, M., Lee, D., Jang, J. Y., Soh, Y., Yun, D. H., Kim, S., Yang, J., Kim, M. K., Lee, H., & Won, C. W. (2022). Therapeutic Effects of Functional Electrical Stimulation on Physical Performance and Muscle Strength in Post-stroke Older Adults: A Review. *Annals Of Geriatric Medicine And Research*, 26(1), 16-24. <https://doi.org/10.4235/agmr.22.0006>

Wageck, B., Nunes, G. S., Silva, F. L., Damasceno, M. C., & de Noronha, M. (2014). Application and effects of neuromuscular electrical stimulation in critically ill patients: systematic review. *Medicina intensiva*, 38(7), 444–454. <https://doi.org/10.1016/j.medin.2013.12.003>

Yada, T., & Amimoto, K. (2023). Effects of task-related trunk training with sensory electrical stimulation on sitting balance in stroke survivors: A randomized controlled trial. *Progress in Rehabilitation Medicine*, 8, 20230037. <https://doi.org/10.2490/prm.20230037>

Yu, D. T., Chae, J., Walker, M. E., Kirsteins, A., Elovic, E. P., Flanagan, S. R., Harvey, R. L., Zorowitz, R. D., Frost, F. S., Grill, J. H., Feldstein, M., & Fang, Z. P. (2004). Intramuscular neuromuscular electric stimulation for poststroke shoulder pain: a multicenter randomized clinical trial. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 85(5), 695–704. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2003.07.015>