



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

¿PUEDE EL
ENTRENAMIENTO DE
TRONCO AYUDAR A LA
MEJORA DE LA MARCHA,
EQUILIBRIO Y FUNCIÓN DEL
TRONCO EN PACIENTES
CON ACCIDENTE
CEREBROVASCULAR?

Diego Laín Gonzalo Romero

Grado en Ciencias de la Actividad Física y del
Deporte.

Curso académico: 2023-2024

Tutor académico: Casto Juan Recio

ÍNDICE

ÍNDICE	1
RESUMEN:	2
INTRODUCCIÓN:	3
MÉTODO:	4
RESULTADOS:	5
4.1. Proceso de selección:	5
4.2. Características de los artículos incluidos en la selección	6
DISCUSIÓN:	13
PROPUESTA DE INTERVENCIÓN:	15
REFERENCIAS:	17



RESUMEN:

Las personas afectadas por un accidente cerebrovascular sufren ciertas secuelas como son la pérdida de función del tronco, el deterioro de la marcha y una disminución del equilibrio. Estudios previos han demostrado que cualquier ejercicio físico en general (rehabilitación convencional) mejora la recuperación funcional del equilibrio y la movilidad en este tipo de población. El entrenamiento de tronco en sus diversas modalidades junto a la rehabilitación convencional ha demostrado ser más beneficioso en cuanto a la mejora del equilibrio, marcha y movilidad en este tipo de población. El objetivo de esta revisión bibliográfica de la literatura científica fue analizar los efectos del entrenamiento de tronco en la mejora de las capacidades descritas. La búsqueda se realizó el 10 de abril de 2024, utilizando los términos “trunk” OR “core” AND “exercise” OR “training” AND “stroke”. Se encontraron 114 artículos de los cuales se seleccionaron 10, ya que el resto no estaban relacionados con los objetivos de la revisión y/o no cumplían los criterios de inclusión. La conclusión de esta revisión es que el entrenamiento de tronco adicional a la rehabilitación convencional parece ser beneficioso a la hora de la mejora de la función del tronco, la marcha y el equilibrio en personas que han sufrido un accidente cerebrovascular. Sin embargo, existen diversas limitaciones metodológicas como la ausencia del control de la carga (especialmente la intensidad) o la no especificación de la progresión de la misma o el tipo de ejercicios de tronco utilizados, lo que dificulta el análisis de la dosis-respuesta o la replicación de los programas de entrenamiento de tronco.



INTRODUCCIÓN:

El accidente cerebrovascular (ACV) es una enfermedad común que causa un importante número de muertes en todo el mundo y supone una de las principales causas de discapacidad neurológica a largo plazo en adultos (Wolfe, 2000). Según las estimaciones más recientes de la *Global Burden of Disease*, en 2019 se produjeron alrededor de 12,2 millones de casos incidentes de ACV, 143 millones de años de vida perdidos (ajustados en función de la discapacidad) y 6,6 millones de muertes en todo el mundo, lo que convierte al ictus en la segunda causa de muerte y la tercera causa de discapacidad en todo el mundo. En los últimos 30 años, se ha producido un aumento en el número absoluto de casos incidentes (70%) y prevalentes (85%), así como de muertes (43%) por ACV (eClinicalMedicine, 2023).

Hay 2 tipos de ACV, el isquémico, en el cual el flujo sanguíneo solo se obstruye en un corto periodo de tiempo (menor a 5 minutos) provocando así un menor daño al cerebro y el hemorrágico en el cual una arteria sufre una pérdida de sangre o directamente se rompe, ejerciendo una gran presión en las células cerebrales y creando un daño sobre las mismas. Este último tipo de ACV también puede producirse por aneurismas, que son protuberancias o abombamientos anormales en las paredes de un vaso sanguíneo que también pueden romperse (American Stroke Association, 2004).

Los ACV afectan a la calidad de vida y la independencia de las personas, ya que dejan secuelas como la pérdida de movilidad, función muscular, equilibrio, marcha y en general a la capacidad de realizar actividad física, normalmente, en un único lado del cuerpo (American Stroke Association, 2004), lo que implica a su vez una peor recuperación funcional (Koch, et al., 2018). Estudios anteriores han destacado varias consecuencias del ACV relacionadas con la musculatura del tronco como debilidad muscular, una peor activación, asimetrías durante la marcha y una peor propiocepción de la posición (Haruyama, et al., 2017). Esto se debe a que frecuentemente, los músculos del tronco se ven afectados de forma bilateral después de un ACV, lo que resulta en un empeoramiento de la función del tronco (Verheyden, et al., 2006).

Debido a que las estructuras del tronco son cruciales para mantener el cuerpo en un estado estable (Cholewicki et al., 2002), la disminución del control del tronco que sufren estos pacientes afecta su capacidad para mantener el equilibrio (Verheyden et al., 2006). La función principal de los músculos del tronco es permitir desplazamientos adecuados del peso y controlar el movimiento del tronco contra la gravedad. Al ser el tronco la parte fundamental y más grande del cuerpo, la estabilidad proximal del tronco es esencial para el movimiento de las extremidades distales, el equilibrio y la funcionalidad diaria (Karthikbabu, et al., 2018). Entre el 26%-35% de los supervivientes de ACV han sufrido alguna caída en un periodo de tiempo entre los 6 meses y 6 años posteriores a su ACV (Minet y Peterson, 2015) debido a su falta de equilibrio y funcionalidad en tronco y miembros inferiores, que es una de las principales causas de caídas en personas que han tenido esta patología. Investigaciones previas, han demostrado que cualquier ejercicio físico en general mejora la recuperación funcional del equilibrio y la movilidad en este tipo de población (Cabanas-Valdés, et al., 2013). Sin embargo, parece que existen otros estudios que han mostrado que los ejercicios de tronco adicionales a la rehabilitación convencional para la recuperación de un ACV han demostrado ser más beneficiosos en cuanto a la mejora del equilibrio, marcha y movilidad en este tipo de población (Karthikbabu, et al.,

2018). Además, varios autores afirman la importancia de evaluar la función del tronco para predecir el estado funcional de los pacientes al momento del alta (Bohannon, 1995).

La literatura científica parece relacionar la mejora de la marcha, el equilibrio y las capacidades funcionales de la musculatura del tronco con el entrenamiento adicional de ejercicios de tronco unido a una recuperación más convencional para pacientes de ACV (Lee, et al., 2020). Teniendo en cuenta estas consideraciones, se realizó esta revisión bibliográfica de la literatura científica para poder resumir y analizar los posibles efectos del entrenamiento de tronco en sus múltiples variantes sobre la marcha, equilibrio y capacidad funcional en pacientes que han sufrido un accidente cerebrovascular.

MÉTODO:

Se ha realizado una revisión bibliográfica a través de una búsqueda de literatura científica en la base de datos de PubMed, siguiendo el protocolo de la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systemic Reviews and Meta-analyses) (Urrútia y Bonfill, 2009).

La búsqueda se realizó utilizando una combinación de las siguientes palabras clave: "Trunk" OR "core" AND "exercise" OR "training" AND "stroke". También se han revisado las referencias y artículos similares de todos los incluidos. La última búsqueda en la base de datos de PubMed se llevó a cabo el 10 de abril de 2024.

Los criterios de inclusión para la selección de los estudios fueron los siguientes:

1. Fecha de publicación comprendida entre el 2016-2024.
2. Personas que hayan sufrido un accidente cerebrovascular por primera vez.
3. Estar escrito en inglés o en castellano.
4. Que dichos artículos fueran ensayos de control aleatorio o ensayos clínicos en los que hubiese un grupo control y un grupo experimental.
5. Que dichos estudios midiesen alguna de las siguientes variables sobre el tronco: equilibrio, estabilidad, marcha, fuerza, riesgo de caídas y función del tronco.

RESULTADOS:

4.1. Proceso de selección:

Tras la búsqueda en la base de datos de PubMed, se han seleccionado 114 artículos relacionados entre sí, de los cuales se excluyeron 49 en la primera criba debido a que por título y/o resumen no tenían relación con el tema. Por último, se realizó la lectura completa de los 37 artículos restantes para poder aplicar los criterios de inclusión descritos anteriormente. Tras este proceso, se descartaron 27 artículos por no cumplir dichos criterios y se seleccionaron 10 artículos para la revisión bibliográfica final.

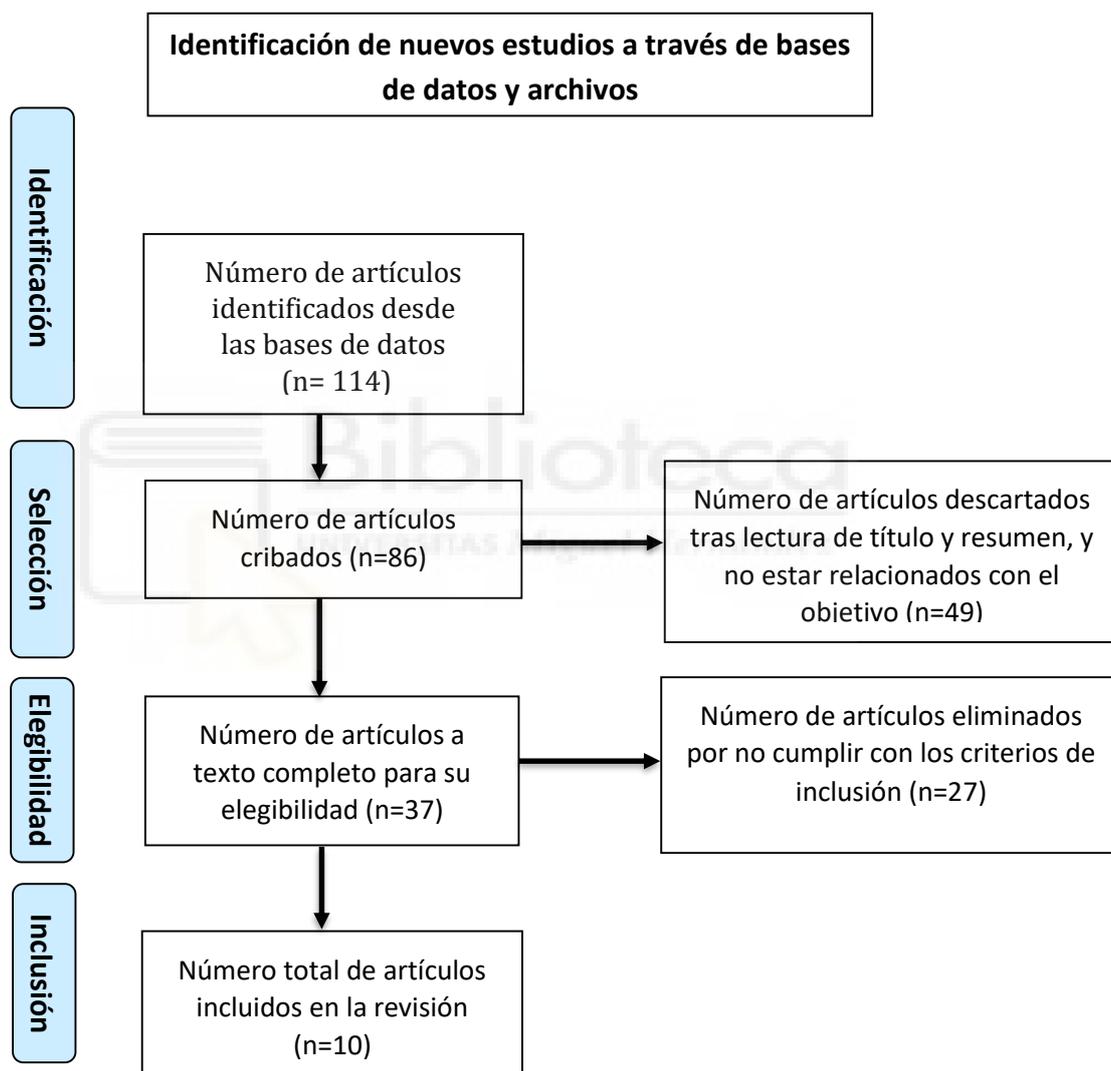


Figura 1. Proceso de selección de artículos incluidos mediante diagrama de flujo PRISMA.

4.2. Características de los artículos incluidos en la selección

Tabla 1. Descripción de los programas de intervención.

Autor	Muestra	Duración y frecuencia	Programa de intervención
Haruyama et al., 2017	n=33 GE: n=16 GC: n=17	4 semanas 5 días a la semana 20 minutos extra a la rehabilitación	GC: rehabilitación convencional. GE: rehabilitación convencional + maniobra Hollowing: <ul style="list-style-type: none"> ● Subir la parte inferior del abdomen hacia la columna vertebral, sin mover el tronco ni la pelvis y respirar de forma normal. ● Ejercicios de control de pelvis mediante rotación transversal de la pelvis, levantamiento lateral y antero-posterior de la pelvis, en sedestación
Karthikbabu et al., 2017	n= 108 GE (Balón suizo) = 36 GE (Step)= 36 GC= 36	6 semanas 3 días a la semana 1 hora en cada sesión	GC: rehabilitación convencional GE: <ul style="list-style-type: none"> - Balón suizo: utilizaban la Swiss Ball para crear una situación de inestabilidad - Step: utilizaban superficie con estabilidad Ambos grupos experimentales siguieron el siguiente entrenamiento: <ul style="list-style-type: none"> - Ejercicios en posición supina: puente pélvico, puente unilateral y movimientos de flexión y rotación en la parte alta y media del tronco. - Ejercicios sentados: movimientos de flexión y extensión de la parte baja del tronco y rotaciones laterales de la parte alta y baja del abdomen.
Lee et al., 2018	n= 28 GE1 (Estabilización estándar de tronco) = 14 GE2 (Estabilización dinámica de tronco) = 14	4 semanas 5 días a la semana 30 minutos por sesión	GE1: <ul style="list-style-type: none"> - Contracción isométrica del tronco sin movilizar la pelvis durante 5 segundos. - Flexo-extensiones unilaterales y bilaterales de cadera en cuadrupedia y posición sentada con contracción isométrica. GE2: <ul style="list-style-type: none"> - Flexo-extensiones de hombro y cadera en cuadrupedia mientras se regula el diafragma de forma manual y visual para mantener respiración controlada.

Park et al., 2018	n= 29 GC= 15 GE= 14	4 semanas 5 días a la semana 30 minutos por sesión	GC: rehabilitación convencional. GE: rehabilitación convencional + programa ejercicios tronco suelo + acuático. - Ejercicios en suelo: Posición supina: puente pélvico y rotaciones de tronco superior e inferior. Posición sentada: flexo-extensión de la parte baja del tronco, flexo-rotación lateral del tronco y alcance de tobillos con las manos. 3 Series de 10 repeticiones, 5 segundos en contracción isométrica cada repetición, descanso de 1 minuto entre series. - Ejercicios acuáticos: Ejercicios de control respiratorio, rotaciones en los tres planos y equilibrio en bipedestación.
Van Crieking et al., 2020	n= 39 GC= 20 GE= 19	4 semanas 4 días a la semana 1 hora extra a la rehabilitación	GC: rehabilitación convencional GE: rehabilitación convencional + programa de control de movimiento y fortalecimiento de tronco. - puente pélvico (unilaterales y bilaterales). - Sit-ups. - Alcances de tobillo.
Ji-Yeon et al., 2020	n= 30 GC= 10 GE1= 10 GE2= 10	6 semanas 3 días a la semana 20 minutos extra a la rehabilitación	GC: rehabilitación convencional GE1: rehabilitación convencional + ejercicio de tronco utilizando la maniobra Hollowing. GE2: rehabilitación convencional + ejercicio de tronco utilizando la maniobra Bracing
Cabanas-Valdés et al., 2016	n= 80 GC= 40 GE= 40	5 semanas 5 días a la semana 15 minutos extra a la rehabilitación	GC: rehabilitación convencional GE: rehabilitación convencional + ejercicios de control y estabilidad de tronco en 3 pasos: - Posición decúbito-supino. - Posición sentada en una superficie estable. - Posición sentada en una superficie inestable.

Min et al., 2020	n= 38 GC= 19 GE= 19	4 semanas 5 días a la semana 30 minutos extra a la rehabilitación	GC: rehabilitación convencional GE: rehabilitación convencional + entrenamiento de tronco utilizando un robot (3DBT-33) que asociaba sus movimientos con 3 juegos virtuales: <ul style="list-style-type: none"> - Equilibrio bipedestación: explotar globos utilizando el cuerpo completo - Equilibrio sentado: Coger fruta que cae del cielo moviendo el tronco y extremidades superiores. - Entrenamiento “sit-to-standing”: juego de baloncesto en el que para tirar a canasta deben levantarse de la silla apuntando a ella.
Lee et al., 2020	n= 35 GC= 17 GE= 18	6 semanas 2 días a la semana 30 minutos	GC: ejercicios de desarrollo de ROM en los miembros superiores en una superficie estable y a una velocidad de movimiento cómoda. GE: <ul style="list-style-type: none"> - Posición decúbito supino con las rodillas en flexión: Maniobra abdominal Hollowing, contracción isométrica del abdomen y rotación de la parte baja del tronco. - Posición sentada: nivel 1 (Inclinación anterior, posterior y lateral de la pelvis, rotación pélvica, rotación, extensión y flexión de tronco) nivel 2 (expansión torácica, inclinación anterior, posterior y lateral de la pelvis y “stepping” en desequilibrio). <p>Todos ellos realizados en un entorno de inestabilidad utilizando bosus y balones suizos</p>
Kilinc et al., 2015	n= 22 GC= 10 GE= 12	12 semanas 3 días a la semana 1 hora por sesión	GC: Estiramientos de flexo-extensión de tronco, pelvic bridge, actividades funcionales y de mejora del ROM. GE: Estiramiento del dorsal ancho, fortalecimiento de los músculos del abdomen, ejercicios para facilitar la extensión de tronco, rotaciones contralaterales y fortalecimiento de los estabilizadores de la columna

Abreviaturas: GC: grupo control; GE: grupo experimental

Tabla 2. Resultados de los programas de intervención.

Autor	Capacidades analizadas y test	Resultados	Conclusiones
Haruyama et al., 2017	<ul style="list-style-type: none"> ● Función del tronco: TIS. ● Capacidad motora selectiva y flexibilidad del tronco: Brief-BESTest. ● Equilibrio en bipedestación: FRT. ● Marcha: TUG. ● Nivel de dependencia al caminar: FAC. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mejora del equilibrio sentado - Mejora del equilibrio en bipedestación - Mejora de la movilidad - Mejora de la función del tronco 	<p>El entrenamiento de estabilidad de tronco tiene beneficios en la mejora de la función del tronco, equilibrio en bipedestación y movilidad en pacientes con ACV. Este tipo de entrenamiento podría incluirse en una rehabilitación convencional.</p>
Karthikbabu et al., 2017	<ul style="list-style-type: none"> ● Función del tronco: TIS 2.0. ● Equilibrio funcional y movilidad: Brunel Balance Assessment BBA. ● Equilibrio y marcha: Tinetti Scale. ● Velocidad de marcha: 10MWT. ● Función física en ACV: Stroke Impact Scale-16 	<p>GC:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mejora en la función física en ACV <p>Grupos experimentales (Swiss Ball y Plinth):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mejora de la función del tronco - Mejora del equilibrio - Mejora de la marcha - Mejora en la función física 	<p>Utilizar ejercicios en entorno estable como un step y con pelota suiza ha demostrado mejoras en el equilibrio, movilidad, función física y en la reintegración a la comunidad frente a la rehabilitación convencional.</p>

Lee et al., 2018	<ul style="list-style-type: none"> ● Activación de los músculos del tronco: EMG. ● Función del tronco: TIS. ● Equilibrio: BBS. ● Miedo a caerse: FES. 	<p>GE1:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mismas mejoras en la función del tronco que G2. - Mismas mejoras en el equilibrio que G2. <p>GE2:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mejora en la activación postural de los músculos del tronco sometidos a perturbaciones. - Reducción del miedo a las caídas. 	Este es el primer estudio en comparar los ejercicios de estabilización de tronco convencionales con un entrenamiento DNS, siendo el DNS el que tiene mayores mejoras sobre la activación postural en el tronco en situaciones inestables y la reducción del miedo a las caídas.
Park et al., 2018	<ul style="list-style-type: none"> ● Función del tronco: TIS. ● Control postural y equilibrio: PASS-3L. ● Equilibrio: BBS-3L. ● Evaluación de la independencia en las actividades diarias: MBI. 	<p>GC:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pequeña mejora en la independencia de las actividades diarias comparada con el GE. <p>GE:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mejora en la función del tronco. - Mejora en control postural. - Mejora en el equilibrio - Mejora en la independencia al realizar las actividades diarias. 	El estudio concluye en que el programa de ejercicios de tronco en suelo + acuático puede ayudar a mejorar la función del tronco, equilibrio y en la independencia a la hora de realizar las actividades de la vida diaria y se podría añadir este programa a la rehabilitación convencional.
Van Criekinge et al., 2020	<ul style="list-style-type: none"> ● Movilidad y marcha: POMA. ● Cinemática del tronco y de miembros inferiores orientado a la marcha: GDI. ● Función del tronco: TIS. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mejora del rendimiento de la movilidad. - No hay diferencias significativas en la cinemática de las extremidades inferiores. - Mejora en la función del tronco tanto en estático como durante la marcha. 	La implementación de este tipo de programa y su generalidad hacen que medir este tipo de variables sea difícil y laborioso, por lo que aún se necesita más investigación al respecto.

<p>Ji-Yeon et al., 2020</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Grosor de los músculos del tronco: Ultra-Sonography. ● Equilibrio bipedestación: FRT. ● Equilibrio dinámico: BBS. ● Marcha: TUG. ● Velocidad de marcha: 10MWT. 	<ul style="list-style-type: none"> - No hubo diferencias significativas en el grosor de los músculos del tronco comparando los 3 grupos. - Mejora de la marcha en el GE1. - El grupo GE2 tuvo menor tiempo en el TUG, mejorando así la velocidad de marcha respecto a los 2 grupos. - En los grupos GE1 y GE2 se encontraron mejoras en el equilibrio en bipedestación y dinámico comparándolos con el grupo control. 	<p>Utilizando distintas técnicas para activar más ciertos músculos en el entrenamiento de tronco ha demostrado ser efectivo en la mejora del equilibrio, movilidad y la marcha, este estudio apoya la inclusión de los ejercicios de tronco para la rehabilitación convencional y el posible uso de técnicas para la activación de ciertos músculos del tronco.</p>
<p>Cabanas-Valdés et al., 2016</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Función del tronco: TIS (Spanish Version). ● Equilibrio sentado: FST ● Equilibrio bipedestación: BBA ● Equilibrio estático: BBS ● Marcha: Tinetti Test ● Desempeño funcional: MBI. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mejora del equilibrio sentado. - Mejora de la función del tronco. - Mejora del equilibrio en bipedestación. - Mejora de la marcha. - Mejora del desempeño funcional. 	<p>Los ejercicios de estabilidad de tronco sumados a la rehabilitación convencional mejoran la función del tronco, equilibrio sentado y en bipedestación, la marcha y el desempeño funcional en las actividades del día a día.</p>
<p>Min et al., 2020</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Nivel de dependencia al caminar: FAC ● Equilibrio: BBS. ● Evaluación de la independencia en las actividades diarias: K-MBI ● Marcha: TUG. ● Desempeño de las extremidades inferiores: FMA-LE 	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor mejora en el equilibrio. - Mayor mejora en la independencia al caminar. - Mayor mejora en la independencia en las actividades diarias. - Mayor mejora en la marcha. - Mayor mejora en el desempeño de las extremidades inferiores 	<p>Utilizar un programa de estabilización de tronco utilizando un robot rehabilitador es más efectivo que únicamente realizar la rehabilitación convencional a la hora de mejorar su equilibrio, independencia, marcha y desempeño de sus extremidades inferiores.</p>

Lee et al., 2020	<ul style="list-style-type: none"> ● Función sensoriomotora: STREAM y FMLE motor. ● Función del tronco: TIS. ● Velocidad de marcha: 6MWT ● Equilibrio en bipedestación, sentado con apoyos y sentado sin apoyos: Giroscopio Trigno con 3 pruebas distintas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mejora de la velocidad de marcha. - La función sensoriomotora no se vio afectada en ninguno de los grupos. - Mejora de la función del tronco. - Mejora del equilibrio postural sentado. 	Los ejercicios de tronco en superficies inestables pueden mejorar la función del tronco, del equilibrio y la marcha. Este tipo de ejercicios podrían incluirse en la rehabilitación convencional.
Kilinc et al., 2015	<ul style="list-style-type: none"> ● Función del tronco: TIS. ● Capacidad funcional: STREAM. ● Marcha: 10MWT ● Equilibrio: BBT, FRT y TUP 	<ul style="list-style-type: none"> - Mejora en mayor medida del grupo experimental sobre el grupo control en todos los test utilizados, excepto en el FRT, donde el GC destacó más. 	Los programas siguiendo el método Bobath parecen ser más efectivos que el entrenamiento tradicional de tronco para las mejoras en distintas capacidades.

Abreviaturas: TIS: Trunk Impairment Scale; Brief-BESTest: Balance Evaluation Systems Test–brief version; FRT: Functional Reach Test; TUG: Timed Up-and-Go Test; FAC: Functional Ambulation Categories; BBA: Brunel Balance Assessment; 10MWT: 10 m Walk Test; EMG: electromiografía; BBS: Berg Balance Scale; FES: Falls Efficacy Scale; PASS-3L: 3-level Postural Assessment Scale for Stroke; BBS-3L: 3-level Berg Balance Test; MBI: Modified Barthel Index; POMA: Tinetti Performance-Oriented Mobility Assessment; GDI: Gait Deviation Index; FST: Function in Sitting Test; K-MBI: Korean Modified Barthel Index; FMA-LE: Assessment of Lower Extremity; STREAM: Stroke Rehabilitation Assessment of Movement; FMLE: The Fugl-Meyer lower extremity motor scale; 6MWT: 6-Meter Walk Test; GC: grupo control; GE: grupo experimental;

DISCUSIÓN:

El objetivo de esta revisión bibliográfica de la literatura científica fue analizar si los programas de ejercicios de tronco en personas que han sufrido un accidente cerebrovascular son efectivos para mejorar la función del tronco, la marcha y el equilibrio y realizar una propuesta de intervención en base a las conclusiones planteadas.

Los programas de tronco que se utilizaron tuvieron una duración entre 4 semanas y 12 semanas de entrenamiento, siendo el periodo de 4 semanas el más utilizado. Por su parte, la frecuencia de entrenamiento osciló entre 2 y 5 sesiones a la semana, siendo esta última la frecuencia más utilizada. Por último, las sesiones de entrenamiento tuvieron una duración entre 15 minutos y 1 hora de entrenamiento. Teniendo en cuenta estos datos, parece ser que cortos periodos de entrenamiento (4 semanas) podrían ser suficientes para conseguir mejoras en la función del tronco, la marcha y el equilibrio. En cuanto a la frecuencia de entrenamiento, la más utilizada es una combinación de varias sesiones (3-5 sesiones) de corta duración (30 min aprox.) unidas al tiempo de rehabilitación convencional para conseguir mejoras en las capacidades mencionadas.

Sin embargo, es necesario resaltar que este tipo de estudios tienen grandes limitaciones, ya que tan solo uno de ellos menciona la carga utilizada en su programa de entrenamiento (Park et al., 2018) y por lo tanto resulta muy complejo replicar este tipo de estudios. Además, una misma carga de entrenamiento para todo el mundo crearía estímulos distintos en función de la condición física de cada persona, lo que dificulta el análisis de la dosis-respuesta. Una de las razones por las que no se detalla la carga de entrenamiento en los programas de ejercicios de tronco es la dificultad para establecer la intensidad de los mismos (Heredia et al., 2022). Además, otra limitación de estos estudios es que no todos dejan claro que tipo de ejercicios de tronco utilizan en sus programas de entrenamiento, lo que nuevamente dificulta el poder replicar estos estudios o diseñar dichos programas (Prat-Luri et al., 2020) de acuerdo a las necesidades del tipo de población con la que estamos tratando.

Función del tronco:

La mayor parte de los artículos (Haruyama et al., 2017; Karthikbabu et al., 2017; Lee et al., 2018; Park et al., 2018; Van Criekinge et al., 2020; Cabanas-Valdés et al., 2016; Lee et al., 2020; Kilinc et al., 2015) seleccionados analizaron la función del tronco (equilibrio más coordinación en sedestación) a través de la Trunk Impairment Scale (TIS) y algunas adaptaciones como son la TIS versión española (Cabanas-Valdés et al., 2016) y la TIS 2.0. (Karthikbabu et al., 2018). Todos los estudios que evaluaron este parámetro reportaron mejoras significativas al acabar los programas de entrenamiento frente a la rehabilitación convencional. Por otro lado, uno de los estudios compararon dos tipos de programas de entrenamiento de tronco entre sí (estabilización isométrica vs estabilización dinámica), concluyendo que ambos programas mejoraron de manera significativa su puntuación en la escala TIS, aunque el grupo que utilizó ejercicios de estabilización dinámica obtuvieron mayores mejoras sobre la activación postural en el tronco en situaciones inestables respecto al grupo que utilizó ejercicios de estabilización convencionales (i.e. isométricos) (Lee et al., 2018). Además, hubo un estudio que mostró una mejora de la función del tronco tanto en estático como durante la marcha (Van Criekinge et al., 2020). Serían necesarios más estudios para confirmar

estas mejoras de la función del tronco durante la marcha. Analizando los resultados de todos estos estudios (Haruyama et al., 2017; Karthikbabu et al., 2017; Lee et al., 2018; Park et al., 2018; Van Criekinge et al., 2020; Cabanas-Valdés et al., 2016; Lee et al., 2020; Kilinc et al., 2015), podemos afirmar que el entrenamiento de tronco en sus distintas variantes es efectivo a la hora de la mejora de la función del tronco utilizando programas de entrenamiento de un mínimo de 4 semanas de duración.

Equilibrio:

En cuanto al equilibrio, la mayoría de los estudios midieron esta variable (Haruyama et al., 2017; Karthikbabu et al., 2017; Lee et al., 2018; Park et al., 2018; Ji-Yeon et al., 2020; Cabanas-Valdés et al., 2016; Min et al., 2020; Lee et al., 2020; Kilinc et al., 2015). Tanto en diferentes posiciones: equilibrio en bipedestación (Haruyama et al., 2017; Ji-Yeon et al., 2020; Cabanas-Valdés et al., 2016; Lee et al., 2020), utilizando pruebas como el FRT, BBA y un Giroscopio Trigno para poder cuantificarlo y evaluarlo; el equilibrio en sedestación (Cabanas-Valdés et al., 2016; Lee et al., 2020) utilizando el FST y el Giroscopio Trigno, como en sus diferentes manifestaciones: equilibrio estático (Karthikbabu et al., 2017; Lee et al., 2018; Park et al., 2018; Cabanas-Valdés et al., 2016; Min et al., 2020; Kilinc et al., 2015) utilizando pruebas como BBS, BBS-3L, Tinetti Scale, BBT, FRT y TUP y el equilibrio dinámico (Ji-Yeon et al., 2020; Lee et al., 2020) midiendo este parámetro con el giroscopio Trigno y la escala BBS. Casi todos los estudios reportaron mejoras significativas en el equilibrio, ya sea en bipedestación o sedestación y/o estático o dinámico. Cuando se compararon dos programas de tronco distintos (estabilización isométrica vs estabilización dinámica) (Lee et al., 2018) ambos grupos experimentaron mejoras significativas en el equilibrio, pero sin mostrar diferencias entre ambos grupos. Con todos los datos recopilados, podemos afirmar que el entrenamiento de tronco mejoró significativamente el equilibrio, el control postural y por ende puede ser beneficioso para la reducción del riesgo de caídas en personas que han sufrido un ACV, población muy vulnerable a las mismas.

Marcha:

Para acabar, una gran parte de los artículos seleccionados tenían como variables la marcha (Haruyama et al., 2017; Karthikbabu et al., 2017; Van Criekinge et al., 2020; Ji-Yeon et al., 2020; Cabanas-Valdés et al., 2016; Min et al., 2020; Kilinc et al., 2015) y/o la velocidad de marcha (Karthikbabu et al., 2017; Ji-Yeon et al., 2020; Lee et al., 2020). Los test que se usaron para medir la marcha fueron el TUG, POMA, Tinetti Test y el 10MWT y para medir la velocidad de marcha se usó el 10MWT y el 6MWT. Uno de estos estudios asoció la mejora de la función del tronco con el desempeño de la marcha (Van Criekinge et al., 2020). Esta mejora puede ser debida al fortalecimiento de los músculos del tronco, lo que mejoraría el equilibrio dinámico general al crear un patrón de marcha con mayor estabilidad. Esto podría suponer un menor riesgo de caídas en pacientes con ACV, aunque se necesitaría más investigación al respecto para corroborar estas mejoras. Todos los artículos que midieron la marcha (desempeño) o la velocidad de la marcha mostraron una mejora de las mismas. De nuevo, parece que el entrenamiento de tronco es efectivo a la hora de mejorar tanto el patrón de marcha como la velocidad de esta, en comparación con realizar únicamente una rehabilitación convencional.

En conclusión, estas tres variables se ven relacionadas, ya que una mejora de la función del tronco contribuye a ganar mayor estabilidad y por ende un mayor equilibrio, creando una base más

segura para los miembros inferiores y haciendo que el patrón de marcha mejore y se reduzca el riesgo de caída. Tras la revisión de la literatura científica podemos afirmar que el entrenamiento de tronco en sus múltiples variables mejora tanto la función del tronco, como el equilibrio y la marcha, mostrando que este tipo de entrenamiento podría ser mucho más eficiente que únicamente la rehabilitación convencional a la que se someten las personas que han sufrido un ACV.

Sin embargo, este tipo de estudios presentan una limitación muy importante ya que la inmensa mayoría no reportan ni la carga de entrenamiento (especialmente la intensidad), ni la progresión de los ejercicios, ni se detallan el tipo de ejercicios utilizados lo que dificulta tanto la replicación de los estudios y por consiguiente el diseño de los programas de entrenamiento, así como el análisis de la dosis-respuesta (Heredia et al., 2022; Prat-Luri et al., 2020).

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN:

Tras realizar esta revisión bibliográfica de la literatura científica, se propone un programa de entrenamiento de tronco para la mejora de la marcha, equilibrio y función del tronco enfocado para personas que han sufrido un ACV.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la revisión bibliográfica de la literatura, este programa de entrenamiento tendrá una duración de 4 semanas, con una frecuencia de entrenamiento de 3 días a la semana durante las dos primeras semanas, incrementándose a 5 días durante las últimas dos semanas. La duración por sesión será de 30 minutos de entrenamiento de tronco adicionales a la rehabilitación convencional. Este entrenamiento se estructurará siguiendo el modelo de Cabanas-Valdés et al., (2016) el cual planifica el entrenamiento de su estudio en tres niveles, no pudiendo avanzar al siguiente nivel hasta que el paciente no haya cumplido ciertos requisitos, asegurando así una progresión de la carga adecuada.

La primera semana se realizarán ejercicios de estabilización en posición decúbito-supino, ejercicio comúnmente llamado “trabajo en suelo”, que consisten en mantener posturas tanto en cuadrupedia como en posición decúbito-supino, retando a los participantes a mantener la posición lumbo-pélvica requerida de forma neutra (Heredia-Elvar et al., 2021). Dichos ejercicios se realizarán con el objetivo de mejorar la estabilidad, la resistencia de la musculatura del tronco y la capacidad respiratoria, y crear una base para la mejora del equilibrio dinámico general, teniendo en cuenta que, durante las primeras semanas, el paciente tendrá más debilidad muscular y problemas de equilibrio. Además, con ello se reducirá el riesgo de caídas durante el entrenamiento hasta poder conseguir mejoras suficientes en la estabilidad, coactivación muscular, fortalecimiento de la musculatura del tronco, etc para pasar al siguiente nivel. Durante la ejecución de los ejercicios de estabilización, se utilizará la maniobra “Bracing” que utiliza Ji-Yeon et al., (2020) en su estudio, junto a ejercicios asistidos y ejercicios de control respiratorio basándonos en el estudio de Haruyama et al., (2017).

En la segunda semana se seguirá con ejercicios en decúbito-supino, pero estos serán algo más desafiantes como los propuestos en el estudio de Van Criekinge et al., (2020) que incluyen el puente dorsal (fortalecimiento del tronco, pelvis y ganancia de estabilidad pélvica), rotaciones de la parte baja del tronco (mejora de la movilidad espinal) y alcances de tobillo (trabajo de fortalecimiento de los oblicuos, ganancia de coordinación y mejora del ROM).

Para la tercera semana pasaremos a posición de sedestación realizando ejercicios en superficies estables (inclinaciones laterales en sedestación y respaldo) y también en entornos inestable como los utilizados en el programa de Park et al., (2019) que incluyen ejercicios dinámicos como flexo-rotaciones y flexo-extensiones del tronco (alcances cruzados y crunches ambos realizados sobre una fitball en posición de sedestación).

En esta cuarta y última semana utilizaremos ejercicios en entornos inestables ayudándonos de material complementario como pueden ser los bosus o balones suizos, como los propuestos en el programa de Lee et al., (2020) y/o utilizando menos apoyos en los ejercicios realizados en el suelo, e incluiremos también ejercicios de “Sit-to-Standing” como el sugerido en el estudio de Min et al., (2020) utilizando una silla con respaldo para ello. También se incluyen ejercicios en bipedestación para la mejora de la marcha y el equilibrio como pueden ser la marcha en línea (caminar en línea recta colocando un pie justo delante del otro) para mejorar el equilibrio dinámico (Tyson & Rogerson., 2009) o la marcha con resistencia (caminar mientras se proporciona una resistencia con una banda elástica) para la mejora de la marcha y estabilidad del tronco (Ada et al., 2003).

En cuanto a la carga de entrenamiento es algo difícil de cuantificarla ya que solo uno de los estudios incluidos en la revisión la detalla (Park et al., 2019). Para poder determinar la intensidad de los ejercicios isométricos, sería interesante evaluar la oscilación de la zona lumbo-pelvica, mediante la acelerometría (Heredia-Elvar et al., 2021), lo que permitiría controlar e individualizar la carga de entrenamiento de los participantes. Además, para aumentar la dificultad de los ejercicios según avanzan las semanas, se seguirán ciertos criterios mecánicos (i.e. el aumento del brazo de resistencia, la disminución de la base de sustentación, eliminación de apoyos de las extremidades, etc) (Heredia-Elvar et al., 2021) y se utilizará material suplementario para poder crear más inestabilidad en los distintos ejercicios propuestos, aumentando así la dificultad. Todo esto se realiza con el objetivo de mantener una progresión de la carga adecuada.

En caso de los ejercicios de repeticiones, se realizaría una prueba inicial (i.e Bench Trunk Curl Test) para poder determinar igualmente la intensidad de trabajo. Esta prueba consistirá en realizar el máximo número de repeticiones en 2 minutos en cada uno de los ejercicios del programa de entrenamiento propuesto. Una vez obtenido ese valor, se trabajará siguiendo los principios del entrenamiento de resistencia, es decir, del valor de repeticiones obtenido, trabajaremos con un 60-80% de las repeticiones realizadas en el test, buscando un alto número de repeticiones con descansos cortos de 1 a 2 minutos. Se realizarán 4-6 series por ejercicio.

Por último, para comprobar el efecto del programa de entrenamiento se realizarán evaluaciones antes y después del mismo. Para dichas mediciones, se utilizará las siguientes pruebas:

- Función del tronco: Trunk Impairment Scale (TIS).
- Marcha: 6-Meter Walk Test (6MWT) y Timed Up-and-Go (TUG).
- Equilibrio: Berg Balance Scale (BBS) y el Functional Reach Test (FRT).

REFERENCIAS:

- Ada, L., Dean, C. M., Hall, J. M., Bampton, J., & Crompton, S. (2003). A treadmill and overground walking program improves walking in persons residing in the community after stroke: a placebo-controlled, randomized trial. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 84(10), 1486–1491. [https://doi.org/10.1016/s0003-9993\(03\)00349-6](https://doi.org/10.1016/s0003-9993(03)00349-6)
- American Stroke Association. *Transient ischemic attack (TIA)*. American Heart Association. Accessed January 29, 2024. <https://www.stroke.org/en/about-stroke/types-of-stroke/tia-transient-ischemic-attack>
- Bohannon, R. W. (1995). Recovery and correlates of trunk muscle strength after stroke. *International Journal of Rehabilitation Research*, 18(2), 162-167. <https://doi.org/10.1097/00004356-199506000-00010>
- Cabanas-Valdés, R., Bagur-Calafat, C., Girabent-Farrés, M., Caballero-Gómez, F. M., Hernández-Valiño, M., & Urrútia Cuchí, G. (2016). The effect of additional core stability exercises on improving dynamic sitting balance and trunk control for subacute stroke patients: a randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*, 30(10), 1024–1033. <https://doi.org/10.1177/0269215515609414>
- Cholewicki, J., & VanVliet, J. J. (2002). Relative contribution of trunk muscles to the stability of the lumbar spine during isometric exertions. *Clin. Biomech.* 2002;17:99–105.
- eClinicalMedicine (2023). The rising global burden of stroke. *EClinicalMedicine*, 59, 102028. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2023.102028>
- Haruyama, K., Kawakami, M., & Otsuka, T. (2017). Effect of core stability training on trunk function, Standing balance, and mobility in stroke patients. *Neurorehabilitation and neural repair*, 31(3), 240–249. <https://doi.org/10.1177/1545968316675431>
- Heredia-Elvar, J. R., Juan-Recio, C., Prat-Luri, A., Barbado, D., & Vera-Garcia, F. J. (2021). Observational screening guidelines and smartphone accelerometer thresholds to establish the intensity of some of the most popular core stability exercises. *Frontiers in physiology*, 12, 751569.
- Karthikbabu, S., Chakrapani, M., Ganesan, S., Ellajosyula, R., & Solomon, J. M. (2018). Efficacy of trunk regimes on balance, mobility, physical function, and community reintegration in chronic stroke: a parallel-group randomized trial. *Journal of stroke and cerebrovascular diseases*, 27(4), 1003–1011.
- Kılınç, M., Avcu, F., Onursal, O., Ayyat, E., Savcun Demirci, C., & Aksu Yildirim, S. (2016). The effects of Bobath-based trunk exercises on trunk control, functional capacity, balance, and gait: a pilot randomized controlled trial. *Topics in stroke rehabilitation*, 23(1), 50–58. <https://doi.org/10.1179/1945511915Y.0000000011>
- Koch, G., Bonni, S., Casula, E. P., Iosa, M., Paolucci, S., Pellicciari, M. C., ... & Caltagirone, C. (2019). Effect of cerebellar stimulation on gait and balance recovery in patients with hemiparetic stroke: a randomized clinical trial. *JAMA neurology*, 76(2), 170-178.
- Lee, J., Jeon, J., Lee, D., Hong, J., Yu, J., & Kim, J. (2020). Effect of trunk stabilization exercise on abdominal muscle thickness, balance and gait abilities of patients with hemiplegic stroke: A randomized controlled trial. *NeuroRehabilitation*, 47(4), 435–442. <https://doi.org/10.3233/NRE-203133>
- Lee, N. G., You, J. S. H., Yi, C. H., Jeon, H. S., Choi, B. S., Lee, D. R., Park, J. M., Lee, T. H., Ryu, I. T.,

- & Yoon, H. S. (2018). Best core stabilization for anticipatory postural adjustment and falls in hemiparetic stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 99(11), 2168-2174. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2018.01.027>
- Lee, P. Y., Huang, J. C., Tseng, H. Y., Yang, Y. C., & Lin, S. I. (2020). Effects of trunk exercise on unstable surfaces in persons with stroke: a randomized controlled trial. *International journal of environmental research and public health*, 17(23), 9135. <https://doi.org/10.3390/ijerph17239135>
- Minet, L. R., Peterson, E., Von Koch, L., & Ytterberg, C. (2015). Occurrence and predictors of falls in people with stroke: six-year prospective study. *Stroke*, 46(9), 2688–2690. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.115.010496>
- Park, H. K., Lee, H. J., Lee, S. J., & Lee, W. H. (2019). Land-based and aquatic trunk exercise program improve trunk control, balance and activities of daily living ability in stroke: a randomized clinical trial. *European journal of physical and rehabilitation medicine*, 55(6), 687–694. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.18.05369-8>
- Prat-Luri, A., Moreno-Navarro, P., García, J. A., Barbado, D., Vera-Garcia, F. J., & Elvira, J. L. L. (2020). Do initial trunk impairment, age, intervention onset, and training volume modulate the effectiveness of additional trunk exercise programs after stroke? A systematic review with meta-analyses. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. MDPI. <https://doi.org/10.3390/ijerph17238714>
- Tyson, S. F., & Rogerson, L. (2009). Assistive walking devices in nonambulant patients undergoing rehabilitation after stroke: the effects on functional mobility, walking impairments, and patients' opinion. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 90(3), 475–479. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2008.09.563>
- Van Criekinge, T., Truijten, S., Schröder, J., Maebe, Z., Blanckaert, K., van der Waal, C., Vink, M., & Saeys, W. (2019). The effectiveness of trunk training on trunk control, sitting and standing balance and mobility post-stroke: a systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*, 33(6), 992–1002. <https://doi.org/10.1177/0269215519830159>
- Verheyden, G., Vereeck, L., Truijten, S., Troch, M., Herregodts, I., Lafosse, C., Nieuwboer, A., & De Weerdt, W. (2006). Trunk performance after stroke and the relationship with balance, gait and functional ability. *Clinical rehabilitation*, 20(5), 451–458. <https://doi.org/10.1191/0269215505cr955oa>
- Wolfe, C. D. (2000). The impact of stroke. *British medical bulletin*, 56(2), 275–286. <https://doi.org/10.1258/0007142001903120>