



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Facultad de Ciencias de la Salud

Trabajo Fin de Grado

**REEDUCACIÓN DE LA
MARCHA EN TAPIZ RODANTE
EN PERSONAS CON DAÑO
CEREBRAL ADQUIRIDO.
UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA**

Alumno: Maestro Contreras, Mari Sol

Tutor: Prof. D. Martínez Martos, José Manuel

Dpto: Ciencias de la Salud

Junio, 2016

ÍNDICE

1. Resumen
2. Abstract
3. Introducción
 - 3.1 Definición
 - 3.2 Etiología
 - 3.3 Epidemiología, incidencia y magnitud del problema
 - 3.4 Costes
 - 3.5 Secuelas asociadas
 - 3.5.1 Tratamiento de las secuelas asociadas
 - 3.6 Reeducción de la marcha en tapiz rodante (*treadmill*)
Justificación y objetivos
4. Material y métodos
 - 4.1 Estrategia de búsqueda
 - 4.1.1 Criterios de inclusión
 - 4.1.2 Criterios de exclusión
 - 4.2 Evaluación de la calidad metodológica
5. Síntesis de resultados
 - 5.1 Selección de estudios
 - 5.2 Análisis de los estudios
 - 5.2.1 Estudios que comparan treadmill con marcha convencional
 - 5.2.2 Estudios que comparan treadmill con terapias sin marcha
 - 5.2.3 Estudios de treadmill junto a una terapia adicional
6. Discusión
 - 6.1 Limitaciones
7. Conclusión
8. Índice de abreviaturas
9. Tablas
10. Gráficos
11. Bibliografía

1- RESUMEN

• **Objetivo:** Comprobar si la actividad en tapiz rodante (*treadmill*) es eficaz para la reeducación de la marcha en personas que han sufrido un daño cerebral, indicando si es la terapia actual más apropiada y menos arriesgada para este sector de la población.

• **Métodos:** Mediante una búsqueda bibliográfica en las bases de datos: Pubmed, PEDro, y Scopus. Fueron seleccionados aquellos ensayos clínicos aleatorizados publicados entre 2006 y 2016, que utilizaran treadmill como método de intervención en personas con daño cerebral. Siendo las variables de resultados parámetros de la habilidad de la marcha: velocidad, longitud de paso, simetría, cadencia, equilibrio o coordinación.

• **Resultados:** Tras la búsqueda, se obtuvo 3761 artículos, y solo nueve pasaron todos los criterios de selección. Se analizaron los efectos del treadmill y otras terapias comparativas sobre los parámetros de la marcha, sobre todo la velocidad.

• **Conclusión:** Los estudios muestran evidencia moderada sobre los beneficios del treadmill para la mejora de la deambulación. Sin embargo, la evidencia es muy limitada al apoyar el método treadmill como un método superior a otros anteriores. Se necesita más investigación de alta calidad, que determine los efectos a largo plazo y sobre una población con daño cerebral más amplia.

• **Palabras clave:** Traumatismo cráneo-encefálico, accidente cerebrovascular, tapiz rodante.

2- ABSTRACT

- **Objective:** Check if the activity in treadmill is effective to gait training in people who have suffered brain damage, indicating if it is the most current, appropriate and least risky therapy for this population.

- **Methods:** A literature search in databases: PubMed, PEDro, and Scopus. We selected those published between 2006 and 2016 randomized clinical trials, which used treadmill as a method of intervention in people with brain damage. Being the result's variable improvements in criteria of skill gait, such as speed, stride length, symmetry, cadence, balance or coordination.

- **Results:** 3761 articles were found, and only nine passed all selection criteria. In these articles, gait parameters, especially speed, were analyzed from the effects of treadmill and others therapies.

- **Conclusion:** Studies show moderate evidence on the benefits of treadmill to improve ambulation. However, evidence is limited to support treadmill as a better method than the previous ones. It's necessary more high quality researches to determinate long-term effects, and relating to a wide population with brain damage.

- **Key words:** Traumatic brain injury, stroke, treadmill.

3- INTRODUCCIÓN

3.1 DEFINICIÓN

El daño cerebral adquirido (DCA) es el resultado de una lesión súbita en el encéfalo, que produce diversas secuelas de carácter físico, psíquico y sensorial. Estas secuelas de carácter permanente, desarrollan anomalías en la percepción sensorial, alteraciones cognitivas y alteraciones del plano emocional. ⁽¹⁾

No posee un cuadro clínico definido, ya que es variable en cuanto a la afectación de sistemas funcionales y el nivel de gravedad, e incluso la evolución es variable.

Su importancia reside en la repercusión sociosanitaria que supone por la alta cifra de afectados, por la gran duración de las secuelas y la repercusión de la calidad de vida de estos pacientes y sus familiares⁽²⁾.

3.2 ETIOLOGÍA

No existe una sola causa, sino que el DCA presenta una etiología multifactorial, aunque normalmente se debe a dos causas principales; los accidentes cerebrovasculares (**ACV**) ya sean isquémicos o hemorrágicos; y los traumatismos craneoencefálicos (**TCE**). El resto se debe a un pequeño grupo de enfermedades neurológicas, siendo más común la encefalopatía hipóxica.⁽²⁾

Los traumatismos craneoencefálicos (TCE) son aquellos en los que se produce una lesión física o deterioro funcional del contenido craneal secundario a un intercambio brusco de energía mecánica externa⁽³⁾. Se clasifica en TCE leve, moderado, o grave según la escala inicial del coma Glasgow, que valora el nivel de consciencia del paciente en base a unas respuestas motoras, verbales y oculares. La longitud de la inconsciencia dicta la gravedad de la lesión cerebral⁽⁴⁾. La lesión neurológica se produce por diferentes traumatismos del sistema nervioso central (SNC): A nivel del cráneo, se producen fracturas; a nivel del tejido funcional del cerebro, se producen lesiones del parénquima: conmoción o pérdida de conciencia, contusión o hematoma y laceración asociada a desgarro de la piamadre-aracnoides; a nivel vascular se producen hemorragias; y daño axonal difuso por rotación del encéfalo dentro del cráneo con la aparición de edema⁽⁵⁾. Las manifestaciones clínicas inmediatas son la hipertensión intracraneal, el coma neurológico y las crisis convulsivas⁽³⁾. Es más común en niños (mayores de 4 años) y ancianos (mayores de 65) por caídas o atropellos y en personas jóvenes (entre 15-19 años) por accidentes de tráfico⁽⁶⁾.

Ictus, o accidentes cerebrovasculares (ACV), consiste en la interrupción súbita del flujo sanguíneo al cerebro, debido a la afectación de uno o más vasos por un proceso patológico⁽⁷⁾.

Esto produce una zona focal de necrosis en el encéfalo, en respuesta a la reducción del aporte de oxígeno y glucosa⁽⁵⁾, necesario para realizar las funciones del SNC. Las características clínicas del ACV dependen de la localización y la naturaleza de la extensión⁽⁵⁾. Hay dos tipos de ictus:

Isquémicos, los más comunes (80%), se produce cuando la isquemia cerebral es lo suficientemente prolongada en el tiempo como para producir un área de necrosis, y un déficit neurológico que supere las 24 horas⁽⁵⁾. Hay diversos tipos, según el mecanismo de producción:

- **AIT** (Accidente isquémico transitorio) es un episodio focal de duración inferior a 24 horas⁽⁵⁾. Es reversible y no existe déficit neurológico permanente tras su finalización⁽⁷⁾.
- **Arterioesclerosis**, supone una mayor rigidez en las paredes de los vasos, debido al acúmulo de colesterol, calcio y otras grasas que taponan la luz de estos.
- **Trombosis**, cuando una placa de ateroma forma un coágulo o trombo, que va disminuyendo la luz del vaso hasta bloquear el paso de la circulación en uno de los vasos que irrigan el cerebro⁽⁷⁾.
- **Embolia**, se debe al taponamiento de uno de los vasos del cerebro por un coágulo que se ha formado en otra parte del cuerpo y se ha desprendido, formándose un émbolo, de forma que ha viajado por el torrente sanguíneo hasta un vaso distal de menor calibre, obstruyéndolo⁽⁷⁾.
- **Hemodinámico**: ocurre cuando la perfusión global cerebral está disminuida debido a una hipotensión arterial mantenida, por parada cardíaca o arritmia, y el flujo compensatorio es insuficiente⁽⁷⁾.

El más común es el ictus isquémico de origen cardioembólico en la población de edad avanzada, debido a una arritmia cardíaca⁽⁸⁾.

Hemorrágicos, menos frecuentes (15%) pero más mortales⁽⁵⁾, consiste en la extravasación de sangre dentro del encéfalo secundario a la rotura de un vaso sanguíneo⁽⁷⁾, y la presión del acúmulo de esta en el cerebro, por ello también se le conoce como **derrame cerebral**. Pueden ser de tres tipos de acuerdo a su localización: parenquimatosa, ventricular y subaracnoidea. Se producen por procesos degenerativos como la arterioesclerosis y los aneurismas, por malformaciones congénitas de los vasos, y por procesos inflamatorios, como la vasculitis. Siendo la causa principal la hipertensión craneal⁽⁵⁾.

El ACV es más común en hombres menores de 65 años, por la suma de factores de riesgo: sedentarismo, hipercolesterolemia, tabaco, alcohol, hipertensión arterial, obesidad, diabetes, etc. Y en mujeres mayores de 65 años debido al envejecimiento⁽⁹⁾.

Hay un subgrupo de patologías que producen DCA con menor frecuencia, y tiene etiología diversa; los **tumores cerebrales**, causan daño cerebral, tanto por destrucción de células sanas,

como por invasión indirecta de otras partes del cerebro, ya que producen presión, edema e inflamación de ciertas zonas comprometiendo la vascularización debido al crecimiento⁽¹⁾.

Anoxias, por privación total o parcial de oxígeno al encéfalo⁽¹⁰⁾ por un tiempo mayor al que pueden soportar los mecanismos compensatorios, lo que provoca un daño neurológico irreversible.

Infecciones cerebrales, afectan principalmente a las meninges, produciendo **meningitis**, o al encéfalo, produciendo **encefalitis**. Ambas se inician debido a la inflamación del encéfalo por la acción de agentes externos: virus, bacterias, hongos y parásitos que atacan estos tejidos⁽⁵⁾.

Enfermedades neurodegenerativas, son aquellas que aceleran el proceso de muerte celular, provocando la degeneración del tejido nervioso, siendo las más frecuentes: Alzheimer, Parkinson, Esclerosis lateral amiotrófica (ELA). Y **enfermedades desmielinizantes** como la esclerosis múltiple (EM)⁽⁵⁾.

Las causas **genéticas**, sobre todo la **parálisis cerebral**, es un grupo de trastornos heterogéneos y crónicos, no progresivos, aunque sí variables desde el punto de vista clínico, que afecta al movimiento y la postura, de comienzo temprano, cuyo origen se sitúa en una lesión producida en un cerebro inmaduro.⁽¹¹⁾

3.3 EPIDEMIOLOGÍA, INCIDENCIA Y MAGNITUD DEL PROBLEMA

La importancia del DCA reside en el ascenso de esta discapacidad en nuestra sociedad, en la gravedad de las deficiencias y secuelas, sin olvidar la afectación del entorno del paciente, tanto familiar como terapéutico por la escasez de rehabilitación especializada y el desigual acceso.

Debemos considerar 3 factores epidemiológicos:

1) Su frecuencia global, tanto su incidencia, como su prevalencia.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS)⁽⁹⁾ las enfermedades cardiovasculares (ECV) son la principal causa de muerte en el mundo, pero son evitables. Cada año mueren cerca de 12 millones de personas por ECV, siendo más frecuente en hombres de mediana edad y en mujeres postmenopáusicas.

Más de 17,5 millones de personas murieron por ECV en 2012, lo que supone el 31% de las muertes registradas en el mundo, y 6,7 millones se debieron a ACV. El 80% de las ECV son prevenibles si se modifican los hábitos y se controlan los factores de riesgo, sobre todo: Hiperlipidemia, hipertensión arterial e hiperglucemia.

En **España** no se dispone aún de estudios epidemiológicos completos sobre el ACV, se sabe que es la tercera causa de muerte en hombres, y la primera en mujeres y discapacidad⁽¹²⁾.

La información epidemiológica disponible es parcial y se basa en encuestas, registros hospitalarios y estudios realizados por el Instituto Nacional de Estadística (INE).

En cuanto a la **incidencia**, está aumentando progresivamente por dos motivos principales: el envejecimiento de la población española por un lado, y la mayor supervivencia ante los procesos neurológicos más graves, debido a la mejora de los servicios de emergencia, diagnóstico y tratamiento.⁽²⁾

El estudio **IBERICTUS**⁽¹³⁾ de 2012 recogió el registro de cinco hospitales españoles a lo largo del 2006, concluyendo que aparecían 187 casos nuevos de ACV por cada 100.000 habitantes. La incidencia en hombres fue de 202 frente a 187 en mujeres. Los casos aumentaban con la edad, sobre todo a partir de los 85 años en ambos sexos y suponía una mortalidad hospitalaria del 14%.

Según el **CMBD** (Conjunto Mínimo Básico de Datos) durante 2010-2012 se registraron 99.284 altas hospitalarias por ACV; 4.937 por TCE y 481 por anoxia.

El **informe de la Federeación de Daño Cerebral (FEDACE)**⁽¹⁰⁾ presentado en 2015, muestra que el DCA es una discapacidad con gran incidencia. Durante el período 2010-2012, se registraron 314.104 altas hospitalarias con un promedio de 104.701 altas anuales. El 54% de estas fueron hombres, y el 46% mujeres. Por etiología, el ACV supuso el 94,83% de las altas, frente al TCE y la anoxia que supuso un 4,72%. El número de supervivientes (con secuelas) fue de 263.568 personas, siendo el 25% de ellas menores de 65 años. El promedio de edad para el ACV fue 73 años, para el TCE 56 años, y para la anoxia 64 años.

Hay que mencionar que existe una gran dificultad para el acercamiento cuantitativo del DCA, por la ausencia de criterios homogéneos, y la dificultad de determinación de las secuelas. En general la incidencia en el ACV es moderada en comparación con otros países occidentales y europeos. Sin embargo, se espera que suban las cifras debido al envejecimiento de la población española⁽¹³⁾ y el aumento de factores de riesgo por el estilo de vida sedentario actual.

Para el estudio de la **prevalencia** o casos totales acumulados hasta el momento, se utilizan encuestas. Nos centraremos en tres principalmente:

Encuesta de Morbilidad Hospitalaria (EMH): Registra las tasas anuales de altas hospitalarias desde 1977 a 2009, mostrando un incremento de pacientes ingresados por ECV. De 114.807 altas que hubo en 2006, se incrementó hasta 116.575 en 2009⁽¹⁰⁾.

Encuesta sobre Discapacidad, Autonomía personal y Dependencia (EDAD): Emitida por el INE en 2008, refleja la existencia de 420.064 personas en España con DCA. El 78% de ellas se deben

a ACV, y el 22% restante a otras causas. El 52,5% de las personas afectadas son mujeres, frente al 47,5% de los varones, siendo mayores de 65 años el 65,03% del total de afectados.

Las comunidades autónomas más afectadas por DCA de mayor a menor frecuencia son: Andalucía - Comunidad Valenciana - Cataluña - Madrid⁽¹⁰⁾.

Base de Datos Estatal de Discapacidad (BDEPD): Recoge información de personas que han sido reconocidas oficialmente con un grado de discapacidad mayor o igual 33%. En 2012, de las 420.064 personas afectadas, fueron valoradas 113.132 personas con DCA, el 58% de ellas eran hombres, frente al 42% de mujeres. El 77% de ellos (ambos sexos) eran mayores de 50 años. Según edad y sexo, hay mayor preponderancia en varones jóvenes e intermedios, que se invierte a partir de los 80 años hacia las mujeres.⁽¹⁰⁾

Hay un aumento de la prevalencia conforme pasan los años, debido a las mejoras sanitarias.

2) El perfil de la población afectada.

En España existe la Federación de Daño Cerebral (FEDACE) que cuenta con 31 entidades repartidas por todo el territorio nacional dando cobertura a más de 9.000 usuarios⁽¹⁾. Como se ha indicado antes, el DCA afecta a ambos sexos y a un rango de edad variable, atendiendo a la etiología del daño cerebral. 4.798 socios tienen DCA, 49% debido a un ACV, 36% a TCE, 5% a tumores, y el 10% restante a otras causas (anoxias, PCI, y envenenamiento)⁽¹⁾.

A pesar de que en España conviven más de 300.000 personas con DCA según el informe del Defensor del Pueblo⁽¹⁴⁾ publicado en 2005, (200.000 ACV; 50.000 TCE; 50.000 anoxias, infecciones y tumores) no todas acceden a un tratamiento especializado por escasez de recursos. El 23% de estos, son menores de 65 años.

En Jaén, en el año 2014 había 112 socios afectados por DCA. Los menores de 19 años se debían a anoxias, parálisis cerebral infantil o meningitis. Entre 19 y 40 años por TCE, seguidos de ACV y tumores. Entre 41 y 60 años por ACV y TCE. Casi todos los mayores de 61 años, por ACV.⁽¹⁵⁾

3) La gravedad de las deficiencias secundarias a la lesión. (Se describen posteriormente).

3.4 COSTES

De acuerdo con las OMS las personas con DCA pierden alrededor de un 25% de calidad de vida⁽⁹⁾. El ACV ocupa el segundo lugar en pérdida de años de vida ajustados por discapacidad, y el TCE el séptimo lugar⁽⁹⁾. Hay que considerar tanto los costes directos (asistencia profesional y familiar) como los indirectos (pérdida de producción de bienes y servicios).

Se ha estimado que el coste hospitalario de las enfermedades cerebrovasculares en España durante el año 2004, fue de 1 526 millones de euros⁽¹⁶⁾. Y la suma de los costes por pérdidas

laborales y otros costes directos no sanitarios, generan estimaciones de 6 000 millones de euros anuales ⁽¹⁷⁾.

3.5 SECUELAS ASOCIADAS

Las secuelas del DCA varían entre dos extremos, la muerte o el coma profundo y la recuperación funcional completa. Entre ambos, hay multitud de estados: vegetativo persistente, de mínima consciencia, recuperación de la consciencia en diversos grados y una amplia variedad de discapacidades con diferente intensidad y duración según el individuo.⁽²⁾ Estas pueden afectar:

Nivel de alerta: La gravedad se mide con la “escala del coma Glasgow” ya que es habitual tras sufrir un TCE o ACV que se produzca una pérdida de consciencia o coma. Su severidad varía desde una ligera tendencia al sueño, hasta una ausencia total de reacción a estímulos externos, que si se mantiene de forma prolongada, pasa a denominarse estado vegetativo, con escasa probabilidad de reversibilidad. ⁽¹⁵⁾

Cognición: Puede haber una alteración de las funciones psíquicas que analizan todo lo que nos rodea. Son la atención, concentración, orientación (temporal y espacial) y memoria, los más afectados. La afectación puede ser transitoria (amnesia postraumática) o puede condicionar la autonomía del paciente⁽¹⁵⁾.

Comunicación: Se produce sobre todo cuando hay afectación del hemisferio izquierdo, y afecta tanto al lenguaje escrito como verbal. Surgen dificultades para comprender el lenguaje (afasia), incapacidad para leer (alexia), para nombrar objetos (anomia), etc. Suelen ser problemas de comprensión o de expresión, siendo el más común la disartria o dificultad para articular los fonemas y la disfonía o emisión de voz, habla en susurros⁽¹⁵⁾.

Personalidad y emociones: Es común la presencia de inestabilidad de las emociones y la aparición de un síndrome depresivo en personas con DCA. Hay dos prototipos principalmente: el *desinhibido*, que es incapaz de controlar sus impulsos, y el *apático*, en el que predomina la falta de motivación e indiferencia⁽¹⁵⁾.

Recepción de la información: La mayoría presentan afectaciones sensoriales y sensitivas según el hemisferio y lóbulo afectado. Un daño en el lóbulo occipital, implicaría dificultades en la visión. En el lóbulo frontal, se ve afectado olfato y gusto. Siendo las afectaciones más importantes en el lóbulo temporal, ya que afecta la audición y el sentido del equilibrio. Así como un daño en el parietal que se relaciona con la pérdida de propiocepción, tacto y trastornos de sensibilidad⁽¹⁵⁾. Estos dos últimos complican la recuperación de la marcha y la bipedestación⁽¹⁸⁾.

Control motor: Son las secuelas más importantes para el trabajo de rehabilitación. Las afectaciones frontales, parietales y del tronco cerebral producen debilidad en la parte contralateral al daño, originando hemiplejías (parálisis), hemiparesias (dificultad el movimiento)⁽¹⁵⁾ o ataxia (dificultad de coordinación) del hemicuerpo afecto⁽¹¹⁾. Puede verse

afectado todo el cuerpo, un hemicuerpo, los cuatro miembros, solo los inferiores, o solo los superiores, tan solo uno de los miembros o la cara, dependiendo de la extensión y la zona de lesión del cerebro. Es frecuente que se acompañe de la aparición de espasticidad⁽¹⁹⁾ en diversos grupos musculares, que incrementa los reflejos tónicos con aumento del tono muscular, llevando a las articulaciones a posturas anómalas, que pueden cursar deformidad y dolor. Consecuentemente se produce dolor de hombro, por subluxación, capsulitis, neuropatía, síndrome de dolor regional complejo y el síndrome hombro-mano, lo que retrasa la rehabilitación⁽²⁰⁾. También pueden dificultar la bipedestación, la marcha y el control voluntario de los movimientos, un buen ejemplo es el síndrome del empujador (*pusher*). La deambulación no solo se verá afectada por las estructuras neuromusculares, sino también por el equilibrio y la coordinación de movimientos que puede alterarse.

Si nos encontramos ante una afectación flácida, será necesario recuperar el trofismo de la musculatura y contribuir en el desarrollo del impulso nervioso para recuperar el movimiento activo propio.

Las dificultades para el control de los esfínteres, y para la deglución, (disfagia) son comunes⁽¹⁵⁾.

Actividades de la vida diaria (AVD): Los pacientes pierden autonomía por todo lo citado anteriormente, por lo que necesitan rehabilitación desde un ámbito multidisciplinar para ser lo más funcional posible, así como adaptaciones y ayudas que le permitan interactuar socialmente y participar en las actividades de la comunidad.⁽¹⁵⁾

3.5.1 TRATAMIENTO DE LAS SECUELAS ASOCIADAS

El objetivo del tratamiento está orientado a prevenir las complicaciones derivadas de la lesión cerebral, minimizar los déficits físicos, cognitivos y conductuales, conseguir la máxima calidad de vida, y entrenar a las familias en los cuidados del paciente con la máxima ergonomía. La neurorehabilitación se debe llevar a cabo por un equipo multidisciplinar y adaptarla al individuo, según su condición de salud tras el daño.⁽²⁾

El objetivo principal del fisioterapeuta es darle la mayor autonomía posible al paciente, optimizando los recursos motores⁽²¹⁾. Se sabe que la rehabilitación precoz en personas que han sufrido un ACV tiene mejores resultados que en estadios más avanzados⁽²²⁾.

La neurorehabilitación tiene dos etapas, con dos estadios cada una: La primera etapa es la intrahospitalaria (inmediata a la lesión) y la segunda, la extrahospitalaria.⁽²⁾

· Etapa intrahospitalaria

Comienza con una **fase crítica**, justo con la instauración del daño cerebral. El individuo tiene secuelas severas y se encuentra en UCI. Está estable tanto a nivel hemodinámico como

respiratorio, pero con mínima consciencia y mucha hipotonía. El objetivo inicial del fisioterapeuta irá encaminado a la prevención de complicaciones,⁽²⁾ como evitar trastornos cutáneos y respiratorios, prevenir actitudes viciosas y deformidades articulares por inmovilización, movilizaciones pasivas lentas de amplitud máxima seguidas de esquemas funcionales en ambos hemicuerpos, y estimulación sensorial del hemicuerpo afecto⁽¹⁸⁾. Al final de la fase, se iniciará un programa de sedestación y verticalización precoz⁽²⁾.

Una vez se encuentre estable y supere la fase anterior, entra en la **fase aguda**, y pasa a la planta hospitalaria. Sus secuelas son moderadas, y es característica la aparición de la espasticidad e hiperreflexia⁽¹⁸⁾. El riesgo de complicaciones es mínimo y su duración es aproximadamente de 3 a 4 meses. Es imprescindible la recuperación cognitiva para llevar a cabo un plan de rehabilitación activo, en el que trabaje el propio individuo y pueda avanzar física, cognitiva y conductualmente⁽²⁾, siendo el objetivo principal, alcanzar la máxima recuperación funcional⁽²³⁾. La actuación del fisioterapeuta irá encaminada a la regulación de la espasticidad, movilizaciones pasivas, activo-asistidas y potenciación muscular, reeducación propioceptiva y de la coordinación y acaba con la reeducación del equilibrio en bipedestación, como inicio de la reeducación de la marcha⁽¹⁸⁾.

· Etapa extrahospitalaria

Una vez fuera del hospital, la terapia estará orientada a la reinserción domiciliaria-comunitaria y sobre todo a mejorar la calidad de vida. Siendo el objetivo principal de esta etapa, obtener la mayor funcionalidad de las capacidades conservadas y evitar la pérdida de las capacidades adquiridas en fases anteriores⁽²³⁾. Esta etapa es la más larga y se divide en dos fases:

La **fase subaguda**, lleva un período de rehabilitación que se realiza en hospital de día, ya que se puede mantener las ganancias funcionales, aunque cada vez son menores. Favorece el paso de los cuidados domiciliarios y puede durar hasta un año⁽²⁾. El trabajo del fisioterapeuta será, continuar con la potenciación muscular, y técnicas para la reeducación de la marcha. Se valorará el uso de ayudas técnicas y de órtesis funcionales⁽¹⁸⁾.

Por último, se establece la **fase crónica**, el paciente se encuentra estable neurológica y funcionalmente. Se realiza para evitar deterioros o retrocesos en las actividades readquiridas y pueden ser programas de diversa índole, atendiendo a las discapacidades más invalidantes.⁽²⁾

Para la reeducación de la marcha hay que tratar previamente la espasticidad y las rigideces con posturas preventivas, cinesiterapia, fármacos y órtesis⁽¹⁸⁾. El punto débil de la rehabilitación

nerológica reside en la gran variedad de métodos propuestos, sin que uno de ellos demuestre ser superior al resto, por lo que ninguno es del todo eficaz. Muchas de estas corrientes trabajan el sistema neuromuscular a partir de la estimulación de propioceptores, siendo la base, las respuestas reflejas inhibitorias o facilitadoras, por lo que el trabajo es totalmente pasivo y supone poca utilidad en la vida real del paciente⁽¹⁸⁾. Los más conocidos son:

- *Bobath*: Combina técnicas de inhibición del movimiento patológico, con técnicas de facilitación de reacciones de enderezamiento. Por repetición, los movimientos se vuelven automáticos⁽¹⁸⁾.
- *Kabat*: Realiza ejercicios excéntricos de inhibición recíproca a través de estiramientos de la cadena muscular antagonista a la cadena espástica⁽²⁴⁾ siguiendo esquemas de movimiento facilitadores de carácter espinal y diagonal⁽¹⁸⁾.
- *Perfetti*: Se basa en la neuomotricidad y la psicomotricidad. Se inicia con la reeducación de la sensibilidad, especialmente de la mano para empezar la reeducación motriz⁽¹⁸⁾.
- *Brunnström*: Aprovecha las sinergias y utiliza estímulos aferentes para despertar respuestas reflejas y producir el movimiento. Posteriormente se usará para ejercitar el control voluntario⁽¹⁸⁾.
- *Vojta*: Afirma que una postura adecuada conlleva a la disminución del tono⁽²⁴⁾. Facilita el reflejo de arrastre en los diferentes segmentos corporales ante estímulos sensoriales como son la prensión, el tacto, el estiramiento, etc⁽¹⁸⁾.
- *Le Metayer*: Inicia de forma progresiva y suave, la corrección de posturas anormales y el control automático de las contracciones patológicas, para obtener la relajación muscular⁽²⁴⁾.

Actualmente, la rehabilitación va encaminada hacia la práctica de actividades funcionales, que pretende con la repetición de estas tareas y la realización reiterada del mismo esquema corporal acabe por la integración de patrones, a merced del fenómeno conocido como *plasticidad neuronal*⁽¹⁸⁾.

Así, para la recuperación de la marcha, se iniciará el proceso con ejercicios posturales y volteos, pasando por la sedestación hasta la bipedestación. Será importante el control de tronco, del eje corporal y el equilibrio para iniciar la marcha. Habrá que disociar las extremidades y empezar a cargar el miembro afecto para ir tomando aferencias del suelo y mejorar el apoyo.

Una vez conseguida la bipedestación sin riesgos y con la seguridad del paciente, se iniciará la deambulación en las paralelas, tanto frontal como lateral, y a medida que progrese se utilizarán ayudas técnicas como un andador o un bastón⁽¹⁸⁾.

Algunos pacientes pueden recibir la reeducación de la marcha en el agua, dentro de las muchas aplicaciones que conlleva el método conocido como hidroterapia, ya que se han visto mejoras de fuerza, movilidad, y flexibilidad⁽²³⁾. Este medio le ofrece resistencia a la vez que le proporciona un menor peso corporal para desplazarse⁽¹⁸⁾.

3.6 REEDUCACIÓN DE LA MARCHA EN TAPIZ RODANTE (TREADMILL)

Las estrategias específicas de fisioterapia sobre el entrenamiento de la marcha, no poseen una eficacia determinada. Una revisión compara los métodos anteriormente citados, concluyendo que si existe algún tratamiento óptimo, aun no se ha podido identificar⁽²⁵⁾. Es por este motivo, que las investigaciones han seguido avanzando en la búsqueda de nuevas terapias más eficaces, seguras y menos costosas con accesibilidad para toda la población.

El entrenamiento de actividades funcionales orientado a tareas específicas de forma repetitiva, es un método óptimo para la recuperación de habilidades motoras. Se basa en la premisa de que para aprender algo, es necesario practicarlo (de manera abundante, atractiva, desafiante y progresiva)⁽²⁶⁾. Sobre esta corriente aparece el método treadmill o entrenamiento en tapiz rodante, (para poder caminar, hay que practicar la marcha). Además el treadmill posee un marco teórico basado en los generadores centrales de patrones (CPG)⁽²⁶⁾ y es que la marcha conlleva la activación rítmica y estereotipada de diversos grupos musculares que siguen determinados patrones motrices⁽²⁷⁾.

Las primeras investigaciones sobre el tapiz rodante fueron realizadas en gatos espinalizados, y no fue usada para ámbitos clínicos hasta los 80⁽²⁸⁾. En ámbitos de salud, el treadmill ha sido usado para la rehabilitación de pacientes cardíacos en la fase crónica, con el fin de mejorar su rendimiento y que estos pierdan el miedo a los esfuerzos físicos que se presentan en el día a día. También son usados en pacientes con problemas respiratorios, diabetes, apnea, en lesionados medulares y en estudios deportivos entre otros.

Centrándonos en los pacientes con daño cerebral, el entrenamiento sobre tapiz rodante, supone un entrenamiento intensivo basado en la repetición de tareas específicas orientadas al ciclo de la marcha⁽²⁹⁾. Según Ortiz-Zalama la práctica repetida de patrones de marcha correctos de forma cinemática, aumenta la retroalimentación propioceptiva asociada a la marcha normal. La repetición intensiva del ciclo de marcha activa los procesos de neuroplasticidad a nivel espinal y supraespinal⁽³⁰⁾ lo que facilita la asimilación de un patrón.

Los principales objetivos que se persiguen al realizar esta terapia se basan en la evitación de descompensaciones de ambos miembros inferiores, el incremento del reclutamiento de fibras musculares en posición de alineamiento musculoesquelético, la mejora del estado cardiovascular y aeróbico, así como la potenciación en la destreza de la habilidad de la marcha en todos sus parámetros⁽³⁰⁾.

El entrenamiento se puede realizar con o sin suspensión parcial del peso corporal, mediante un arnés suspendido axialmente del techo. Esta suspensión permite al fisioterapeuta la asistencia⁽²⁸⁾ en las diferentes fases de la deambulación, así como la facilitación del movimiento a aquellos usuarios que por razones de peso, inmovilidad prolongada, u otras complicaciones,

no hayan iniciado aún la deambulaci3n. No todos los usuarios requieren de suspensi3n. Inicialmente se requiere la familiarizaci3n con el equipo⁽³¹⁾ y sesiones de corta duraci3n para evitar la fatiga y el rechazo a la terapia. La progresi3n de la intervenci3n se llevar3 a cabo por medio de la modificaci3n de la velocidad, del peso corporal soportado y de la asistencia recibida por el terapeuta⁽²⁸⁾.

En general, el entrenamiento sobre tapiz rodante supone una gran inversi3n inicial para adquirir todo el equipamiento (tapiz rodante, arn3s de diferentes tama1os, suspensi3n axial, paralelas, etc.) y los recursos humanos necesarios⁽²⁸⁾. Adem3s el centro de rehabilitaci3n o instituci3n que lo posea, debe aportar un medio de transporte que acerque a los usuarios a la terapia, o que estos inviertan en desplazamiento para acudir a ella, puesto que el sistema no es port3til⁽²⁸⁾. Esta revisi3n pretende mostrar la evidencia m3s actual sobre el m3todo treadmill.

JUSTIFICACI3N Y OBJETIVOS

Seg3n FEDACE, el ictus es la primera causa invalidante en nuestro pa3s, al igual que el TCE lo es en j3venes y es la segunda causa de da1o cerebral⁽¹⁾. Este es el motivo por el que hay que impulsar tratamientos que rehabiliten precozmente y mejoren la marcha, ya que es un elemento indispensable para la independencia y la mejora de calidad de vida. El objetivo principal de esta revisi3n sistem3tica es comprobar si el m3todo treadmill es eficaz para reeducar la marcha en personas tras un da1o cerebral, y reflejar si su coste-efectividad es adecuado.

4- MATERIAL Y M3TODOS

4.1 ESTRATEGIA DE B3SQUEDA

Fue llevada a cabo una b3squeda en las bases de datos de Pubmed, PEDro y Scopus. Las palabras clave o descriptores, todos ellos t3rminos de MeSH (Medical Subjects Headings) fueron: “stroke” “traumatic brain injury” y “treadmill”. La b3squeda se centr3 en el ACV y TCE por su mayor frecuencia dentro del da1o cerebral adquirido. Finalmente estos descriptores se combinaron con el operador booleano AND, quedando la b3squeda en dos temas principalmente: “traumatic brain injury AND treadmill” y “stroke AND treadmill”. Esta terminolog3a se us3 de id3ntica forma en las tres bases de datos citadas anteriormente. Se obtuvo un total de 3761 art3culos. (Tabla 1)

4.1.1 CRITERIOS DE INCLUSI3N

Los requisitos necesarios para que un estudio fuera incluido en la revisi3n fueron los siguientes:

Tipo de estudio: Ensayo cl3nico aleatorizado (ECA)

Disponibilidad del texto: Acceso a texto completo.

Fecha de publicación: Artículos publicados desde 2006 hasta 2016.

Idiomas: Inglés o español.

Tipo de participantes: Personas que padezcan un daño cerebral adquirido, ya sea por un traumatismo craneoencefálico o por un accidente cerebrovascular.

Tipo de intervención: Terapia de reeducación de la marcha en *treadmill* o sobre tapiz rodante, con o sin suspensión del cuerpo (total o parcial) comparada o junto a otros métodos de neurorehabilitación, marcha convencional, o sin intervención.

Calidad metodológica: Estudios que iguallen o superen el valor 5 de calidad metodológica en la escala PEDro (*Physiotherapy Evidence Database*).

4.1.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Fueron excluidos otros tipos de estudio (revisiones sistemáticas, estudios piloto, protocolos de estudio, estudios transversales, a propósito de un caso, aquellos en los que el *treadmill* no era el método principal de estudio, o no estaba incluido en el tratamiento).

Estudios en los cuales la población estudiada no tenía daño cerebral adquirido.

Aquellos que no estaban en inglés o español, fueron publicados antes de 2006, su calidad metodológica era inferior al mínimo exigido (5 en la escala PEDro), estudios sin acceso al texto completo o aquellos que habían aparecido repetidos en otras bases de datos.

4.2 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD METODOLÓGICA

Para medir la calidad metodológica de los ensayos clínicos seleccionados, se revisó cada artículo con los diferentes ítems de la escala PEDro, con la cual se mide la validez del estudio. Lo que la convierte en una herramienta indispensable para descartar aquellos artículos que no tienen gran validez interna o la suficiente información estadística para su interpretación.

La escala PEDro es utilizada para clasificar la calidad y utilidad de los estudios de dicha base. Esta escala cuenta con 11 ítems que evalúan la metodología del estudio; del segundo al undécimo, valoran la calidad interna del estudio, mientras que el primero, mide la validez externa. Cada criterio se marca como ausente o presente, y finalmente se realiza la sumatoria de todos aquellos que estén presentes, siendo la máxima puntuación 10. El primer criterio no se cuenta en la sumatoria, ya que se centra en la validez externa.

Según Moseley et al (2002)⁽³²⁾ aquellos estudios que cuenten con una puntuación igual o mayor de 5 en la escala PEDro son calificados como estudios de alta calidad metodológica y bajo riesgo de sesgo.

La puntuación obtenida en el análisis de los diferentes ensayos clínicos de esta revisión, están reflejados (Tabla 2), con un valor máximo de 8 y un valor mínimo de 5.

5- **SÍNTESIS DE RESULTADOS**

5.1 SELECCIÓN DE ESTUDIOS

La búsqueda fue realizada en tres bases de datos: Pubmed, PEDro y Scopus, obteniendo un total de 3761 artículos, de los cuales, tras la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión, quedaron solo nueve artículos, que son la base sobre la que se fundamenta esta revisión.

En todas las bases se realizaron dos búsquedas diferentes, una para personas con TCE y otra con ACV. De forma esquemática se puede visualizar la selección de estudios (Gráfico 1).

En Pubmed, introduciendo los términos de *“traumatic brain injury AND treadmill”* se encontraron 176 artículos. Tras ajustar los filtros a los criterios de inclusión (ECA, texto completo, publicado en los últimos 10 años, realizado en humanos, y cuyo idioma fuese inglés o español) los artículos quedaron reducidos a tres. El primero medía parámetros cognitivos y no de marcha, el segundo era un estudio prospectivo y el tercero, una guía.

Con los términos *“stroke AND treadmill”* se encontraron 1415 artículos, y después de limitar la búsqueda con los criterios de inclusión, quedaron 148 artículos. Tras una revisión de los abstracts y títulos, se redujo a 24 artículos, y finalmente quedaron ocho.

En la base de datos PEDro, con los términos *“traumatic brain injury AND treadmill”* se obtuvieron dos resultados, ninguno válido por la presencia de criterios de exclusión: anterior a 2006 y una valoración inferior a 5 en la escala PEDro.

En la segunda búsqueda, *“stroke AND treadmill”* se obtuvieron 139 artículos, y tras acotar la búsqueda a los criterios, quedaron 69, de los cuales 16 estaban repetidos con la base de datos anterior, tres de ellos no se tuvo acceso a texto completo con el préstamo de libros de la universidad y tan solo uno fue válido para la revisión.

Para la última base de datos, Scopus, se obtuvo 97 resultados para la búsqueda *“traumatic brain injury AND treadmill”*, tras limitarla, quedaron 52. Se descartaron 49 por título y abstract, y solo quedaron tres, de los cuales dos estaban repetidos, y un artículo sin acceso, que se descartó por no cumplir los criterios de inclusión.

Con los términos de *“stroke AND treadmill”* aparecieron 1933 resultados, acotando la búsqueda quedaron 376, de los cuales 15 de ellos servían, pero 11 estaban repetidos, en dos de ellos no se obtuvo acceso al texto completo y los otros dos no cumplían los criterios de selección.

5.2 ANÁLISIS DE LOS ESTUDIOS

Debido a la diversidad de los tratamientos ante la población de estudio, se han dividido en tres grupos para su mejor análisis, como se puede comprobar de forma más gráfica en el apartado

de tablas (Tabla 3). Un primer grupo formado por cuatro estudios, aquellos que comparan el treadmill con la marcha convencional ^{(33), (34), (26) y (35)} ya sea a corto o largo plazo.

El segundo grupo, formado por dos estudios, son aquellos que comparan el treadmill con otras terapias convencionales ^{(36), (37)} como son el estiramiento y los ejercicios en casa.

Por último, un grupo de tres estudios compara el uso del treadmill junto a otra terapia ^{(38), (39), (40)} con el fin de encontrar mayores beneficios a dicha técnica.

Con ello se pretende obtener evidencia acerca de la efectividad de la terapia “treadmill” en pacientes con DCA. Toda la población de estudio son personas que han sufrido un ACV, ante la escasez de estudios que cumplieran los requisitos en otras poblaciones con daño cerebral.

5.2.1 ESTUDIOS QUE COMPARAN EL TREADMILL VS MARCHA CONVENCIONAL

DePaul, et al (2015)⁽²⁶⁾ buscaba comparar los efectos de dos tratamientos diferentes, sobre la recuperación de la marcha en personas con ACV un año después de padecerlo. Para ello, se dividió de forma aleatoria a todos los participantes (n=71) que habían sido reclutados entre enero de 2007 y agosto de 2010 de tres hospitales vecinos de EEUU, en uno de los dos grupos de tratamiento, siendo tanto los pacientes como los terapeutas cegados en el trascurso de la investigación. Por tanto, el grupo experimental “*Motor learning walking program*” (MLWP) estuvo formado por 35 pacientes y su tratamiento consistía en paseos cortos, largas distancias, bordillos, pendientes, etc. Mientras que el grupo intervención “*Body weight support treadmill training*” (BWSTT) estuvo formado por los restantes 36, y su intervención se basaba en la práctica repetida de una marcha próxima a la normalidad sobre una cinta con un arnés que quitaba de manera parcial el peso corporal, a la vez que eran ayudados por un terapeuta. Ambos grupos realizaron 15 sesiones de una hora durante 5 semanas.

La medida primaria fue la ganancia en velocidad, usando el test de los 5 metros (5MWT). Además también se midió el equilibrio, otros parámetros de la marcha y la realización de tareas específicas con diversos test. Estos fueron evaluados al inicio, una semana tras la finalización de la intervención, y dos meses después por un asesor cegado.

El resultado fue una mejora de la velocidad en ambos grupos (0.14m/s) pero no fue significativa ($p>0.5$). Se concluye por tanto, que cualquiera de las dos intervenciones son válidas para el tratamiento de la marcha, y que la elección entre una u otra dependerá del equipamiento y del personal disponible, así como de las preferencias del usuario.

El segundo estudio de **Hoyer et al (2012)**⁽³⁵⁾ es un ensayo simple ciego controlado y aleatorizado, que tiene como objetivo, comparar los efectos del treadmill y el entrenamiento convencional, en 60 pacientes post-ictus de rehabilitación primaria. Estos fueron distribuidos en el grupo de

BWSTT (n=30) recibiendo marcha en cinta con ayuda del peso corporal por un arnés además de entrenamiento tradicional; y el grupo de marcha convencional (n=30) que realiza solo entrenamiento tradicional. El programa de tratamiento contaba con sesiones de una hora, realizadas 5 días a la semana durante 6 semanas. En cada sesión, 30 minutos eran dedicados a la marcha y los otros 30 minutos a actividades de equilibrio, transferencias, etc.

La medida principal fue sobre la funcionalidad de la marcha “*functional ambulation categories*” (FAC), y otras variables fueron medidas con el test de 6 minutos (6MWT), el test 10 metros (10MWT) y evaluaciones sobre las transferencias y el paso de escaleras. Todas ellas se tomaron por asesores cegados al inicio, a las 5 y 11 semanas. Sin embargo, no se obtuvieron resultados estadísticamente significativos en la prueba FAC, pero si hubo una ligera tendencia a la mejoría en el grupo que usó la cinta como entrenamiento ($p=0.060$) en la medida principal y ($p=0.057$) en la prueba de subir escaleras. Por lo tanto, ambos métodos son buenos para trabajar la deambulación en personas tras el ACV, aunque puede aprovecharse la pequeña tendencia a favor del treadmill.

Middleton et al (2014)⁽³⁴⁾ en su ensayo clínico aleatorizado pretende determinar los efectos de un programa intensivo, comparando el treadmill con soporte del peso, y la marcha sobre suelo. Para ello, se divide los 43 individuos de la muestra, en el grupo de tratamiento (n=23) que recibe entrenamiento en cinta con ayuda del arnés; o el grupo control (n=20) que entrena la marcha en el suelo. El entrenamiento dura 3 horas, dedicando una de ellas a la marcha, otra a mejorar el equilibrio y la última a actividades de fuerza, mejora del rango de movilidad y la coordinación. Para que el tratamiento fuese intensivo se realizó durante 10 días consecutivos.

Las variables de resultados fueron diversas: escalas sobre el equilibrio, la velocidad, la longitud del paso. Todas fueron medidas al inicio, inmediatamente después y 3 meses tras finalizar la intervención por un evaluador cegado.

No se encontraron resultados significativos en comparación del pre y post- test, ni durante el seguimiento, con la excepción de “*3 meter walk test*” (3WMT). Aun así, mejoraron 7/11 pruebas que se les pasaron. Se concluye, que un entrenamiento intensivo de 10 días produce mejoras en la marcha, el equilibrio y la movilidad en los pacientes post-ictus, pero se ve innecesario el gasto en un equipamiento de BWSTS (*body weight support treadmill system*).

Por último, **Bonnyaud et al (2014)**⁽³³⁾ tiene como objetivo en su estudio, comparar los efectos inmediatos en la prueba de *Timed up and go* (TUG) que produce una sola sesión de treadmill con respecto a una sesión de marcha sobre suelo en personas con hemiparesia tras un ACV.

56 individuos fueron incluidos en el ensayo controlado aleatorizado y posteriormente fueron distribuidos o bien en el grupo de treadmill (n=28) que recibe terapia en cinta; o en el grupo de suelo (n=28) con entrenamiento normal de la marcha sobre el suelo. La sesión duró 20 minutos y siempre estuvo instruida por el mismo fisioterapeuta.

La única medida a evaluar fue TUG, un test para medir la autonomía y que consiste en: levantarse de una silla, andar 3 metros, girarse y caminar de vuelta a la silla, para finalmente sentarse. Cuanto menor sea el tiempo de la prueba, mejores son los resultados. El test TUG fue tomado antes y justo después de realizar la sesión, por un investigador cegado.

Como resultado, se obtiene una mejora al disminuir el tiempo en realizar la prueba, aunque esta es pequeña. En conclusión, ambos métodos de tratamiento son iguales de efectivos en la mejora del test TUG, y con ello de la funcionalidad e independencia del usuario. Además habría que alentar a los pacientes a caminar diariamente 20 minutos sin parar, con el fin de mejorar su marcha. Así como el uso del tapiz rodante para realizar ejercicio, mejorando la salud y reduciendo el riesgo de complicaciones cardiovasculares.

5.2.2 ESTUDIOS QUE COMPARAN EL TREADMILL VS TERAPIA SIN MARCHA

Nadeau et al (2013)⁽³⁶⁾ en su estudio “*Locomotor Experience Applied Post-Stroke*” (LEAPS) que es un simple ciego, compara los efectos en la mejora de la marcha, de las terapias físicas con respecto a los cuidados normales que siempre se han aplicado en personas con ACV.

La muestra formada en seis centros de rehabilitación de California se compone de 408 participantes que fueron distribuidos de forma aleatoria en uno de los tres grupos: el grupo de cuidados normales “*Usual care*” (UC) con 143 individuos, que recibió dichos cuidados entre los meses 2 y 6; el grupo “*locomotor training program*” (LTP) con 139 individuos, que combinaba el uso del treadmill y la marcha en suelo; y el grupo “*home exercise program*” (HEP) con 126 individuos, que realizaba ejercicios en casa, de fuerza y equilibrio, sin marcha. Estos dos últimos también recibían cuidados al final de la intervención. Recibieron de 30 a 36 sesiones, de 90 minutos de duración, 3 días en semana, durante una media de 12 a 16 semanas.

La medida principal fue el nivel de marcha funcional, comprobando al inicio, el deterioro de la velocidad como severa (menor de 0.4m/s) y moderada (entre 0.4 y 0.8m/s). Las variables secundarias fueron medidas con los test 10MWT y 6MWT, así como el número de pasos diarios. Otras medidas incluían escalas de equilibrio, de actividades de AVDs, de discapacidad y motoras. Los asesores cegados las evaluaron al inicio y al final del tratamiento, pasados 6 meses.

Tras acabar la intervención se obtuvo una mejora en la habilidad de caminar en el grupo LTP, seguida del grupo HEP y en menor medida del grupo UC, así como una mejora en la velocidad y el número de pasos diarios. Hubo mejoras significativas ($P=0.0001$) en cuanto a AVD, equilibrio,

actividades motoras, participación y discapacidad. Sin embargo, estas mejoras fueron más notables en los grupos LTP y HEP que aumentaron la velocidad 0.13 y 0.10 m/s respectivamente, el doble que en el grupo UC. Como conclusión, un programa de terapia física basado en tareas específicas o en el entrenamiento del deterioro, produce más mejoras que los cuidados convencionales que se le han atribuido a este tipo de población con ACV, en cuanto a fuerza, equilibrio, marcha, AVDs, etc. Ya sea en un centro de rehabilitación o mediante ejercicio en casa.

El segundo artículo de **Luft et al (2008)**⁽³⁷⁾ buscó determinar si un programa de tareas repetidas sobre el tapiz, era más efectivo en cuanto a mejoras físicas, y de la marcha, que el programa convencional de estiramientos que realizaban los usuarios tras padecer un ACV y volver a casa. Una muestra de 71 individuos se dividió aleatoriamente en dos grupos: el grupo intervención (n=37) que realizaban ejercicio en cinta, y el grupo control (n=34) que realizaba un programa de ejercicios basados en estiramientos, y movilidad. Además hubo un subgrupo (n=32) de 17 controles y 15 personas de intervención, que aceptaron someterse a resonancia magnética (RM) para ver los cambios de estos programas en el cerebro y si estaban inducidos por la plasticidad cerebral. La intervención se realizó durante 3 sesiones semanales de 40 minutos, en un periodo de tiempo de 6 meses.

Las medidas principales fueron la función ambulatoria y la aptitud cardiovascular, medidas por los test 10MWT y 6MWT, así como el volumen de oxígeno respectivamente. Estas medidas fueron tomadas al inicio, a los 3 y a los 6 meses por un investigador cegado. Como medida secundaria se realizaron RM a las 2 semanas y al final de la intervención, existiendo diferencias entre el inicio y el fin del estudio, y entre grupos a favor del grupo intervención (treadmill).

Los resultados mostraron mejoras significativas ($P < 0.005$) ante el grupo de intervención en cuanto a velocidad y aptitud cardiovascular. También se observó mayor activación del cerebro medio y el cerebelo, así como en áreas frontales, temporales y parietales. El grupo control presentó mejoras, pero mucho menores con respecto al grupo intervención, y pocas en la RM. La conclusión determina que el ejercicio en cinta mejora la marcha, la condición física y las redes neuronales del cerebro, probablemente debido a la plasticidad, por lo que hay que incluir este tipo de terapias basado en tareas repetidas en la rehabilitación de personas tras post ACV.

5.2.3 ESTUDIOS DE TREADMILL JUNTO A UNA TERAPIA ADICIONAL

El objetivo de **Yagura et al (2006)**⁽³⁸⁾ en su ensayo controlado y aleatorizado fue comprobar los beneficios que podría aportar la técnica de facilitación, a la marcha en cinta con arnés en personas que no caminaban tras el ACV.

Para ello, de una muestra de 49 individuos se formó dos grupos: El grupo de intervención (n=23) que realizaba la marcha con la técnica de facilitación en el miembro parético por parte de varios terapeutas; y el grupo control (n=26) cuya asistencia era mecánica. Además recibían terapia física dos veces en semana en el hospital, y sesiones de terapia ocupacional. La intervención se realizó tres veces en semana durante una media de 6 semanas, con una duración de 40 minutos por sesión.

Las medidas principales fueron la velocidad y dos test: “*Functional Independence measure*” (FIM) instrument y *Fugl-Meyer Assessment* (FM). Un investigador no cegado, las midió al inicio, 4 y 10 semanas después de la admisión. Otras medidas como el test 10MWT, la cadencia y la zancada, se midieron al inicio, a las 4 semanas, y cada dos semanas en el grupo control hasta un seguimiento de 16 semanas en total. Sin embargo, los resultados no fueron estadísticamente significativos al comparar ambos grupos. La única diferencia hallada, fue la mejora en el miembro superior del grupo intervención con respecto al control.

Se concluye, que la técnica de facilitación no aporta beneficios al BWSTT y además requiere mayor número de terapeutas, y con ello, mayor gasto económico.

El segundo estudio de este grupo, es de **Brasilerio et al (2015)**⁽⁴⁰⁾ y pretende determinar el efecto inmediato de un feedback visual o auditivo, al combinarlo con la marcha en tapiz rodante con suspensión, sobre la función de la marcha en individuos con hemiparesia crónica.

Una muestra de 30 sujetos fueron distribuidos aleatoriamente en tres grupos: Grupo control (n=10) que solo recibe entrenamiento en tapiz rodante con arnés; grupo intervención I (n=10), que recibe el tratamiento anterior + feedback visual; y el grupo intervención II (n=10), que recibe el entrenamiento en tapiz rodante con arnés + feedback auditivo. Para medir los efectos inmediatos solo se realizó una sesión, que duró 20 minutos.

La medida principal fue la velocidad, medido por el test 10MWT. Se pasaron escalas para evaluar la función motora y neurológica, además se obtuvieron variables cinemáticas angulares y espacio-temporales mediante un sistema de análisis del movimiento. Estas se evaluaron antes y después de la intervención, por 4 investigadores cegados para las diferentes medidas. En cuanto a los dos tipos de feedback, para el visual se utilizó un monitor que mostraba huellas plantares, y para el auditivo, se usó un metrónomo que marcaba la cadencia.

Los resultados mostraron una mejora en la velocidad de la marcha y la longitud de la zancada en los tres grupos ($P < 0.001$), así como cambios en el rango de movilidad de la cadera y el tobillo. El resto de parámetros y medidas angulares no se modificaron significativamente.

Concluyendo, ninguno de los dos tipos de feedback, influía en los efectos de la marcha sobre tapiz rodante con arnés a corto plazo, en individuos con hemiparesia debido a un ACV. Aunque

se sospecha que a largo plazo pueden tener efectos beneficiosos, por lo que se debería estudiar más.

El último estudio de **Kang et al (2016)**⁽³⁹⁾ pretende comparar los efectos sobre la marcha, el equilibrio y las AVDs de la marcha nórdica con respecto al treadmill solo.

30 voluntarios formaron la muestra de este estudio tras pasar los criterios de selección, y fueron distribuidos aleatoriamente en dos grupos: el grupo "*nordic treadmill training*" (NTT) (n=15) que realizó la marcha nórdica sobre el tapiz rodante; y el grupo "*treadmill training*" (TT) (n=15) que realizó solo marcha en el tapiz. La intervención fue llevada a cabo durante 6 semanas en sesiones de 30 minutos, 5 días en semana.

Las medidas usadas para evaluar el equilibrio fueron: la escala de Berg (BBS), TUG, y un test de posturografía. En cuanto a la marcha y las AVDs, se midieron mediante los test 10MWT y 6MWT. Los resultados mostraron mejoras significativas en ambos grupos después de 6 semanas de intervención. Además en el grupo de marcha nórdica hay una tendencia hacia la mejoría más que en el grupo de treadmill en las medidas de equilibrio, debido al movimiento de los brazos al caminar.

Es el primer estudio que evalúa los efectos de la marcha nórdica sobre tapiz rodante en pacientes post-ictus, y tras mostrar mejoría en la recuperación de la marcha, se debería incluir en el programa de rehabilitación en pacientes que ya deambulan como tratamiento complementario.

6- DISCUSIÓN

Esta revisión sistemática se ha realizado con la finalidad de determinar si una de las técnicas más actuales en la reeducación de la marcha en personas con daño cerebral, como es la marcha sobre tapiz rodante, es eficaz en la mejora de la deambulación. Esta técnica intenta reducir el tiempo de rehabilitación hospitalaria durante la fase crónica para la recuperación de las habilidades motoras y condiciones físicas, que tanto impacto socio-económico genera el DCA. De esta moda se ha pretendido evaluar de forma crítica su efectividad al reunir toda la evidencia científica actual disponible. Así como indicar si sería una técnica útil en cuanto a personal y equipamiento requerido, sin que suponga unos costes elevados no accesibles para toda la población.

Para ello se ha realizado el análisis completo de los nueve artículos seleccionados de las bases de datos tras pasar los criterios de inclusión. En estos, se refleja la efectividad del treadmill o tapiz rodante frente a los métodos más convencionales de reeducación de la marcha sobre suelo, otros métodos de ejercicios en casa, o junto a la adición de programas que podrían

potenciar sus posibles beneficios. Aunque como se ha visto en el apartado anterior, no todos los artículos coinciden en que esta técnica sea superior a las realizadas anteriormente en rehabilitación.

En los cuatro estudios centrados en comparar el efecto del treadmill con respecto a la marcha convencional (DePaul et al (2015)⁽²⁶⁾, Hoyer et al (2012)⁽³⁵⁾, Middleton et al (2014)⁽³⁴⁾, Bonnyaud et al (2014)⁽³³⁾), se pueden identificar diferencias, por lo que sus resultados pueden diferir.

Así, el tiempo de intervención no fue siempre el mismo. Bonnyaud et al (2014)⁽³³⁾ buscaba la diferencia en eficacia de estos dos tratamientos en una única sesión de 20 minutos evaluados por el test TUG, aunque ambos mejoran y son iguales de eficaces. En el mismo año, Middleton et al (2014)⁽³⁴⁾ publica un artículo sobre los efectos de una intervención intensiva, (30 horas de entrenamiento durante 10 sesiones consecutivas) y a pesar de la constancia, tampoco se muestra una mayor mejora en aquellos individuos que las realizaron con treadmill. Los otros dos estudios (DePaul et al (2015)⁽²⁶⁾ y Hoyer et al (2012)⁽³⁵⁾) poseen un tiempo de intervención más dosificado, de 1 hora y 30 minutos, durante 15 y 30 sesiones respectivamente, sin encontrar hallazgos significativos que demuestren una mayor efectividad de un tratamiento sobre otro. Podría concluirse que las mejoras a corto plazo pueden provenir de adaptaciones inmediatas que reflejan el aprendizaje motor, aunque el tiempo de intervención óptimo está aún por determinar.

La población de estudio también difirió entre estudios, mientras Bonnyaud et al (2014)⁽³³⁾, DePaul et al (2015)⁽²⁶⁾ y Middleton et al (2014)⁽³⁴⁾ incluían solo individuos ambulatorios, Hoyer et al (2012)⁽³⁵⁾ solo incluye personas no ambulatorias en su estudio. Lo que hace que los resultados no sean aplicables a toda la población con daño cerebral.

En cuanto a las variables, el estudio de Bonnyaud et al (2014)⁽³³⁾ refleja que el uso del treadmill mejora la velocidad, y que el resto de parámetros de la marcha (giros, transferencias, etc.) se mejoran con el entrenamiento de marcha convencional. Otros como Middleton et al (2014)⁽³⁴⁾ no encuentran diferencias entre grupos con respecto a las variables evaluadas (equilibrio, movilidad, y marcha) posiblemente porque ambos entrenamientos fueron técnicas intensivas en la realización de tareas específicas cuya eficacia si tiene evidencia⁽⁴¹⁾. Middleton et al (2014)⁽³⁴⁾ cree en la posibilidad de que una mejora en la velocidad, conlleve una mejora del equilibrio, ya que los individuos caminaban de una forma más segura. Sin embargo, en el estudio DePaul et al (2015)⁽²⁶⁾ hay un mayor índice de caídas en el grupo de treadmill por la falta de práctica del equilibrio en diferentes contextos, al contrario que en la marcha sobre suelo.

El mantenimiento de los efectos después de la intervención, solo quedó reflejado en el estudio de Middleton et al (2014)⁽³⁴⁾ mostrando la conservación de estos pasados tres meses.

Sin embargo, DePaul et al (2015)⁽²⁶⁾ encuentra una mejora desde que acabó el tratamiento hasta dos meses después, en el programa convencional, y un deterioro en el programa de treadmill. Se concluye de estos cuatro artículos, que no hay evidencia científica que demuestre que el uso de treadmill sea más eficaz que el entrenamiento convencional sobre suelo para recuperar la marcha en estos usuarios, a excepción del estudio de Hoyer et al (2012)⁽³⁵⁾ el cual muestra una ligera tendencia a la mejoría en aquellos usuarios que usaron treadmill como tratamiento.

Aquellos estudios comparativos de treadmill con otras intervenciones que no contuvieran el entrenamiento de la marcha de ninguna forma, fueron dos; Nadeau et al (2013)⁽³⁶⁾ y Luft et al (2008)⁽³⁷⁾. El estudio de Nadeau et al (2013)⁽³⁶⁾ cuenta con una gran muestra de estudio, 408 adultos ambulatorios, que recibieron entre 30-36 sesiones, de 90 minutos distribuidas 3 veces por semana. Aunque los tratamientos recibidos fueron muy diferentes (I: marcha sobre treadmill y suelo; II: ejercicios en casa; III: Cuidados normales) Tanto el primero como el segundo, que suponían una terapia activa mostraron mejoras en las habilidades ambulatorias primarias (velocidad) y secundarias (movilidad y participación) que los cuidados convencionales, tanto a los 6 meses de la evaluación como un año después. El treadmill tuvo más efectividad que los ejercicios en casa, pero ambos son válidos para recuperar la marcha en aquellos usuarios que tras el alta hospitalaria siguen sin deambular. Luft et al (2008)⁽³⁷⁾ coincide con Nadeau et al (2013)⁽³⁶⁾ en que un programa de treadmill es más efectivo en cuanto a recuperación de la marcha, que un programa de estiramiento estandarizado, aunque fuese más prolongado en el tiempo (6 meses). La velocidad y la distancia recorridas fueron más significativas en este grupo y como criterio de inclusión, todos los participantes fueron ambulatorios. Por tanto, se concluye que dentro de las terapias activas que pueden realizar las personas que han sufrido un ictus, aquellas actividades que suponen la repetición de tareas específicas, producen mayor beneficio.

El último grupo, engloba aquellos estudios que además de la intervención treadmill, se añade otra técnica diferente para comprobar sus efectos, y son tres: Yagura et al (2006)⁽³⁸⁾, Brasileiro et al (2015)⁽⁴⁰⁾ y Kang et al (2016)⁽³⁹⁾.

El tiempo de intervención es similar en el estudio de Yagura et al (2006)⁽³⁸⁾ y Kang et al (2016)⁽³⁹⁾ ya que se prolonga durante 6 semanas y los efectos se muestran a largo plazo. Por el contrario, Brasileiro et al (2015)⁽⁴⁰⁾ tan solo realiza una intervención de 20 minutos, y una evaluación pre y post intervención de efectos a corto plazo, limitando su estudio al conocimiento de los posibles efectos futuros.

En cuanto a la población de estudio, tampoco son iguales, mientras Yagura et al (2006)⁽³⁸⁾ se centra únicamente en pacientes no ambulatorios, Kang et al (2016)⁽³⁹⁾ y Brasileiro et al (2015)⁽⁴⁰⁾

trabajan con una muestra de individuos en fase crónica, capaces de deambular de forma independiente con o sin ayuda.

Yagura et al (2006)⁽³⁸⁾ compara qué tipo de facilitación es mejor durante la marcha sobre el tapiz rodante, si la manual o la mecánica (treadmill solo), sin encontrar diferencias en ninguna de las evaluaciones posteriores (a las 4 y 10 semanas) entre los dos grupos, aunque ambos mejoraron. Brasileiro et al (2015)⁽⁴⁰⁾ intentó encontrar mayores ganancias ambulatorias, al añadirle al treadmill un feedback. Para ello se hicieron tres grupos: uno con feedback visual, otro auditivo, y otro sin feedback. Tras una sola sesión, tampoco se encontraron diferencias entre los grupos. Posiblemente debido al corto tiempo dedicado al entrenamiento, puesto que no se pudieron comprobar los efectos a largo plazo y las posibles diferencias entre los dos tipos de feedback y el grupo control.

Por último, el estudio más reciente de Kang et al (2016)⁽³⁹⁾ intenta probar la eficacia de la marcha nórdica sobre el treadmill comparándola con el treadmill solo. Después de 6 semanas de intervención, las medidas mejoraron al comparar el pre y post test en ambos grupos, aunque este estudio está limitado a su población de usuarios ambulatorios post-ictus y no sería aplicable a aquellos sujetos en fase aguda, que no deambulan.

En general, la velocidad, el equilibrio y otras medidas de marcha mejoraron en todos los grupos al final del programa de tratamiento, posiblemente debido a los efectos del método treadmill, puesto que las mejoras también se encontraron en los sujetos del grupo control que solo habían recibido esa terapia. Sin embargo, solo una de las intervenciones adicionales supuso mejora con respecto al grupo control de solo treadmill, por lo que se tiene que seguir investigando qué actividades podrían mejorar dicha terapia. El estudio de Yagura et al (2006)⁽³⁸⁾ mostró mejoras en el miembro superior mediante la facilitación manual. Y únicamente la adición de la marcha nórdica a la técnica de treadmill produjo mejoras en la recuperación de la marcha, aunque es el primer estudio que utiliza esta intervención y tiene sus limitaciones. Es importante trabajar el miembro superior por sus beneficios sobre la marcha. La ausencia del balanceo de estos, reduce los cambios de alineamiento del tronco, y minimiza la activación de las extremidades inferiores. Se ha visto que los movimientos repetitivos en el miembro superior inducen la actividad muscular del tren inferior actuando como feedback. Además contrarrestan los movimientos angulares y la necesidad de estabilización muscular continua del tronco⁽³⁹⁾.

Al comparar los resultados de los nueve estudios, se muestra que el treadmill es ligeramente mejor método para recuperar la marcha que el entrenamiento sobre suelo, en aquellos individuos no ambulatorios, posiblemente al minimizar la carga de peso corporal propio que tenían que soportar. Para el resto, un método u otro ofrecen los mismos resultados. Referente

al tiempo de intervención, nunca hubo un tiempo establecido y supuso limitaciones en cuanto al conocimiento de efectos a largo plazo, incluso el mantenimiento de estos post-intervención. Es evidente, que para reeducar las habilidades motoras de la marcha el individuo debe trabajar de forma activa, utilizando uno de los métodos anteriormente citados, o ejercicios, ya sea en casa o en algún centro privado. Es muy importante la colaboración del usuario, sobre todo en la fase aguda, para establecer nuevas redes neuronales o poco usadas, por mecanismos de compensación o por medio de la neuroplasticidad, para obtener ganancias en rehabilitación⁽³⁷⁾. Es de destacar que la mayoría de los artículos recogidos (siete de los nueve) fueron publicados en los últimos 5 años, mostrando la necesidad de encontrar métodos eficaces ante este problema de gran impacto social (y cada vez más frecuente) y por la novedad del método.

Por último, la adición de otras técnicas o parámetros están siendo estudiadas por su gran diversidad. Una posible mejora del treadmill se realiza mediante la electroterapia, Daly et al (2011)⁽⁴²⁾ y Cho et al(2015)⁽⁴³⁾ muestran en sus estudios la efectividad de un entrenamiento multimodal para la mejora de la marcha y la coordinación, sobre todo si está acompañada de un programa de electroestimulación de ambos miembros inferiores. Los músculos principales son glúteo medio y tibial anterior. Lee (2015)⁽⁴⁴⁾ determina que altas velocidades durante el entrenamiento en treadmill suponen mejoras con respecto al método progresivo en la habilidad de caminar. Ambos en pacientes ambulatorios. Los cambios de inclinación también producen cambios positivos en cuanto a velocidad, simetría y mejora de la salud cardiovascular según Werner et al (2007)⁽⁴⁵⁾.

El uso de las tecnologías también producen beneficios, Bang et al (2013)⁽⁴⁶⁾ muestra que la visualización de un vídeo previo al entrenamiento, sobre cambios de velocidad, aumenta la predisposición del usuario. Obteniéndose un mayor rendimiento posterior, que en aquellos usuarios que vieron un vídeo sobre naturaleza.

En cuanto a los usuarios en estadios agudos, Cho et al (2015)⁽⁴⁷⁾ motiva a la realización del entrenamiento de doble tarea para mejorar la fuerza, el equilibrio y la habilidad de caminar. Los pacientes golpean una pelota a la vez que caminan con el arnés de suspensión sobre el tapiz rodante. El uso del arnés se limitaría a aquellos pacientes no ambulatorios o que necesiten una facilitación al inicio del tratamiento.

6.1 LIMITACIONES

La principal limitación de esta revisión, reside en los limitados hallazgos de ensayos clínicos aleatorizados con buena calidad metodológica, que utilicen el método del tapiz rodante en personas con daño cerebral. Los artículos encontrados de individuos con TCE fueron escasos, tan solo tres pasaron los filtros de búsqueda y ninguno los criterios de inclusión. A pesar de no

ser un ECA válido, sus resultados muestran ganancias en marcha, tanto con el uso de asistencia manual en treadmill (aunque suponga más terapeutas) como con asistencia robótica. Es muy usado en este sector de la población, el robot Lokomat⁽⁴⁸⁾.

En cuanto a los estudios referentes al ACV, cada vez hay más, siendo los primeros de ellos estudios prospectivos, protocolos, o a propósito de casos particulares, por lo que no se pudieron incluir. Los ECAs incluidos en esta revisión no tienen la misma calidad metodológica, ni siquiera tienen la misma dosificación de tiempo, ni la población se encuentra en el mismo estadio de recuperación. Los terapeutas no siempre fueron cegados, a diferencia de los evaluadores que sí lo fueron en la gran mayoría (siete de los nueve artículos).

Las evaluaciones no fueron prolongadas en el tiempo, por lo que no se supo exactamente si los efectos conseguidos se mantuvieron el resto de sus vidas, aportándoles mayor independencia en la marcha y autonomía en las AVDs, así como la vuelta a la participación en la comunidad.

7- CONCLUSIÓN

Los resultados de esta revisión sistemática, muestran una evidencia moderada sobre la efectividad del método treadmill para la recuperación de la marcha en personas con DCA.

La mayoría de los estudios concluyen que este método, no es superior a los utilizados anteriormente, como la marcha sobre suelo. Aunque sí muestra beneficios de los diferentes parámetros de la marcha (velocidad, cadencia, simetría del paso, etc.) en comparación con terapias menos activas por parte del paciente, como los cuidados convencionales. O son más eficaces que programas de ejercicios de movilidad, fuerza, flexibilidad, equilibrio y estiramientos sin ningún tipo de intervención sobre la marcha.

La mejora en la deambulaci3n se ha determinado que se consigue con métodos basados en la repetici3n de tareas específicas, que puedan suponer la integraci3n de un patr3n. Y que una terapia potencial para la recuperaci3n se basa en la neuroplasticidad tras el daño cerebral.

Adem3s la actividad f3sica en este sector de la poblaci3n deber3a ser diaria para evitar las complicaciones y el decondicionamiento f3sico que lleva a un deterioro progresivo m3s precoz.

El treadmill es un m3todo novedoso con expectativas de mejora, sometido a investigaci3n constante para obtener el mayor rendimiento posible, aunque su evidencia es moderada y no est3 disponible en todos los centros de rehabilitaci3n para generalizar sus efectos, debido a su elevado coste inicial y la escasa formaci3n y familiarizaci3n de terapeutas.

La evidencia que se tiene hasta el d3a de hoy ha reflejado una mayor eficacia en aquellos pacientes no ambulatorios, tanto en su fase cr3nica tras la rehabilitaci3n o en la fase aguda. Ya sea por razones de peso corporal, por inmovilidad prolongada o por el alto riesgo de ca3das,

dichos usuarios tardan más tiempo en llegar a la fase crónica o estable, desde la cual empezar el proceso ambulatorio. Métodos como treadmill, pueden facilitar la actividad del terapeuta, evitando sobreesfuerzos que comprometan la ergonomía postural del profesional, y perjudique su salud. Además supone la agilización del período de rehabilitación, al poder iniciar de forma precoz el tratamiento activo de los usuarios no ambulatorios de una forma segura y controlada. Más investigación se requiere para determinar el tiempo necesario de intervención, la progresión de parámetros de marcha más adecuada, así como la facilitación manual o robótica atendiendo al estadio y condiciones del usuario.

8- ÍNDICE DE ABREVIATURAS

3MWT: *“3meter walk test”*

5MWT: *“5meter walk test”*

6MWT: *“6minute walk test”*

10MWT: *“10meter walk test”*

ABC: *“Activities-specific Balance Confidence scale”*

ACV: Accidente cerebro vascular

ADL: *“Activities of daily living scale”*

AIT: Accidente isquémico transitorio

AVD: Actividad de la vida diaria

BBS: *“Berg Balance Scale”*

BDEPD: Base de Datos Estatal de Discapacidad

BWSTS: *“Body weight support treadmill system”*

BWSTT: *“Body weight support treadmill training”*

CMBD: Conjunto Mínimo Básico de Datos

CPG: Generador central de patrones

DCA: Daño cerebral adquirido

DGI: *“Dynamic gait index”*

ECA: Ensayo clínico aleatorizado

ECV: Enfermedad cardiovascular

EDAD: Encuesta sobre Discapacidad, Autonomía personal y Dependencia

ELA: Esclerosis lateral amiotrófica

EM: Esclerosis múltiple

EMH: Encuesta de Morbilidad Hospitalaria

FAC: *“Functional Ambulation Categories”*

FEDACE: Federación de Daño Cerebral

FIM: *“Functional Independence Measure”*

FM: *“Fugl-Meyer”*

FBT: *“Functional Balance Test”*

HEP: *“Home exercise program”*

IADL: *“Instrumental activities of daily living scale”*

INE: Instituto Nacional de Estadística

LEAPS: *“Locomotor Experience Applied Post-Stroke”*

LTP: *“Locomotor training program”*

MeSH: *“Medical Subject Headings”*

MLWP: *“Motor learning walking program”*

NTT: *“Nordic treadmill training”*

OMS: Organización Mundial de la Salud

PCI: Parálisis cerebral infantil

PEDro: *“Physiotherapy Evidence Database”*

PR: *“Perceived recovery”*

RM: Resonancia magnética

ROM: *“Range of motion”*

SIS: *“Stroke Impact Scale”*

SNC: Sistema nervioso central

TEC: Traumatismo craneoencefálico

TT: *“Treadmill training”*

TUG: *“Timed Up and Go”*

UC: *“Usual care”*

UCI: Unidad de cuidados intensivos

9- **TABLAS**

Tabla 1: Resultados de la búsqueda bibliográfica

	Pubmed	PEDro	Scopus
Traumatic brain injury AND treadmill	176	2	97
Stroke AND treadmill	1414	139	1933
Total	3761 artículos		

Tabla 2: Calidad metodológica según la escala PEDro

CRITERIO/ESTUDIO	DePaul et al (2015) ⁽²⁶⁾	Brasileiro et al (2015) ⁽⁴⁰⁾	Nadeau et al (2013) ⁽³⁶⁾	Hoyer et al (2012) ⁽³⁵⁾	Middleton et al (2014) ⁽³⁴⁾	Bonnyaud et al (2014) ⁽³³⁾	Yagura et al (2006) ⁽³⁸⁾	Luft et al (2008) ⁽³⁷⁾	Kang et al (2016) ⁽³⁹⁾
1-Criterios de elección	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
2- Asignación aleatoria	Sí	Si	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
3- Asignación oculta	Sí	No	No	Sí	No	No	Sí	No	No
4- Comparabilidad inicial	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Si
5- Cegamiento participantes	No	Sí	No	No	No	No	No	No	No
6- Cegamiento terapeutas	No	No	No	No	No	No	No	No	No
7- Cegamiento evaluadores	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	No
8- Seguimiento adecuado	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No	No
9- Análisis por intención de tratar	Sí	Sí	Sí	No	Sí	No	No	No	Sí
10- Comparación entre grupos	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
11- Medidas puntuales y de variabilidad	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Puntuación total	8/10	8/10	7/10	7/10	6/10	6/10	6/10	5/10	5/10

Tabla 3: Análisis de los artículos incluidos.

ESTUDIOS DE TREADMILL VS MARCHA CONVENCIONAL					
Autor y año	Objetivos	Participantes e Intervención	Variables de estudio e Instrumentos de medida	Resultados	Conclusión
Bonnyaud et al (2014) ⁽³³⁾	Comparar el efecto de una sola sesión de marcha convencional con respecto a una de treadmill en la prueba de "Timed up and go" (TUG).	56 pacientes con hemiparesia debido a un ACV. (42 hombres y 14 mujeres) 6 años después del ACV. Aleatoriamente se asignó en uno de los dos grupos: · grupo I: treadmill (n=28) · grupo II: marcha convencional (n=28) La sesión duró 20 minutos.	La variable de estudio fue: Timed up and go Las medidas se tomaron antes y después de la sesión. Para medir el tiempo de la prueba (repetida tres veces por paciente) se usó un cronómetro. Para ver el efecto del entrenamiento se usó Wilcoxon test y para comparar el efecto de cada entrenamiento antes de la prueba se usó Mann-Whitney test.	No hubo diferencias significativas en cuanto a los resultados de TUG antes del entrenamiento (P=0.22). Una mejora de 0.5 segundos en el grupo I y 0.6 en el grupo II.	Ambos tipos de intervención mejoraron los resultados después de la sesión, reduciendo el tiempo en realizarla.
Middleton et al (2014) ⁽³⁴⁾	Determinar si un entrenamiento intensivo de treadmill con ayuda del arnés, tiene buenos resultados en cuanto a movilidad, equilibrio y marcha comparado con caminar sobre el suelo.	43 pacientes con ACV se asignaron aleatoriamente en dos grupos. 40 meses después del ACV. 3 horas durante 10 días consecutivos. El grupo experimental (n=23) recibió: 1 hora de treadmill, 1 hora de equilibrio y 1 hora de mejora de la fuerza, el ROM y la coordinación. El grupo control (n=20) recibió lo mismo excepto el treadmill por el entrenamiento en suelo.	<i>Step length differential, 3MWT, 6MWT, Escala de Berg, Dynamic Gait Index, Activities-specific Balance Confidence Scale, Single Limb Stance, TUG, Fugl-Meyer Scale Lower Extremity subscale y Stroke Impact Scale</i> , fueron las medidas primarias. Las medidas se tomaron dos días antes, un día antes y un día después de la intervención. Se hizo un seguimiento (una media de 101 días después).	No hay diferencias significativas en ninguna de las medidas de resultado ni inmediatamente después del entrenamiento ni tras el seguimiento ($\alpha=0.05$). Mejoraron 7/11 medidas del pre al post test, y 4 de ellos fueron durante el seguimiento (DGI, ABC, TUG, PR).	Los pacientes que han sufrido ACV pueden mejorar su marcha, equilibrio y movilidad después de tan solo 10 días de terapia. Sin embargo, hay que investigar más acerca de la dosificación del tiempo del tratamiento.

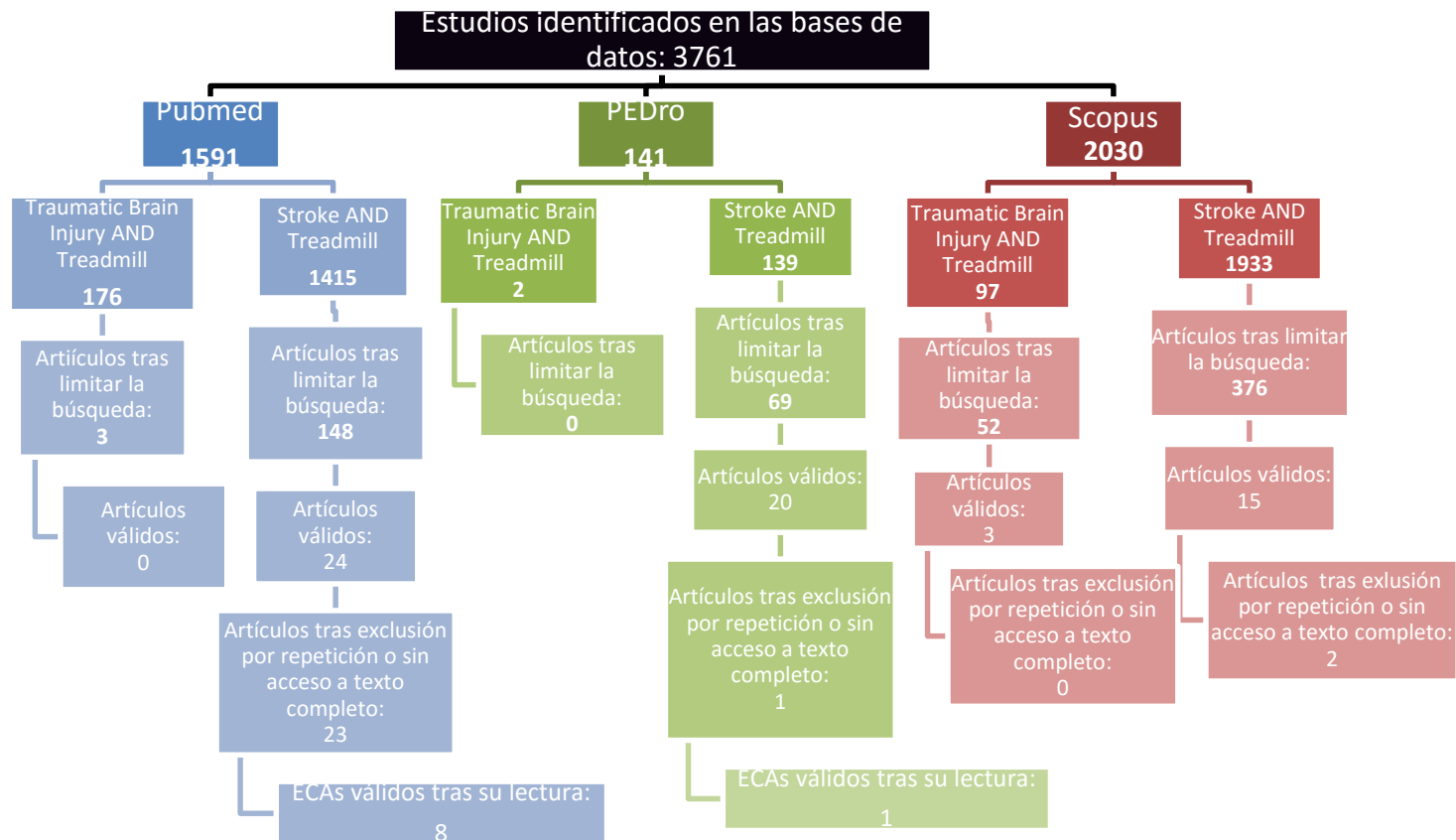
ESTUDIOS DE TREADMILL VS MARCHA CONVENCIONAL					
Autor y año	Objetivos	Participantes e Intervención	Variables de estudio e Instrumentos de medida	Resultados	Conclusión
DePaul et al (2015) ⁽²⁶⁾	Comparar el impacto de un programa de tareas motoras basado en la marcha en el suelo con respecto al entrenamiento en treadmill con soporte del peso corporal.	71 pacientes, 1 año después de sufrir un ACV. Asignados aleatoriamente en dos grupos: Grupo experimental (n=35): recibió un programa de varias tareas relacionadas con la marcha, supervisado por un terapeuta. Grupo BWSTT (n=36) con repetición del ciclo de la marcha en treadmill y asistencia de uno a tres terapeutas. 15 sesiones de 1 hora durante 5 semanas.	La medida principal fue la velocidad de la marcha cómoda al final del tratamiento. Se midió con 5-MWT. Otras medidas utilizadas fueron: 6-MWT, <i>the Functional Balance Test (FBT)</i> , un test de mayor nivel de equilibrio y control de la marcha, <i>the Activities-specific Balance Scale</i> , <i>the modified Functional Ambulation Categories</i> y <i>the Stroke Impact Scale</i> . La participación en la comunidad se midió con <i>Life Space Assessment</i> . Se tomaron una semana antes de empezar, una semana tras finalizar la intervención y 2 meses después.	No hubo diferencias significativas en velocidad al final de la intervención. (0.002m/s; 95% IC= -0.11,0.12; P=0.05) Ambos grupos mejoraron la marcha 0.14m/s en MLWP (95% IC=0.09,0.19) y en BWSTT (95% IC=0.08,0.20) Las medidas secundarias no tienen diferencias significativas entre ambos grupos.	Con la misma frecuencia y duración, tienen los mismos resultados un programa de tareas específicas sobre la marcha, que el entrenamiento en treadmill. Ambos mejoraron el rendimiento de la marcha.
Hoyer et al (2012) ⁽³⁵⁾	Investigar cambios en transferencias y la marcha, comparando el tratamiento de treadmill con soporte del peso corporal y el entrenamiento convencional de marcha.	60 pacientes, fueron asignados aleatoriamente a uno de los dos grupos de intervención. Grupo de BWSTT (n=30) treadmill o marcha (30 min) + tratamiento tradicional (30 min) Grupo convencional (n=30) con entrenamiento de la marcha (30 min) y el tratamiento tradicional (30min) 5 días a la semana, al menos 10 semanas con 30 sesiones de entrenamiento de 1 hora de duración.	Medida principal: <i>Functional Ambulation Categories (FAC)</i> . Medidas secundarias: <i>Functional Independence Measure</i> , <i>EU walking</i> , <i>shorter transfer and stairs</i> , <i>10 MWT</i> y <i>6 MWT</i> . Se utilizó un cronómetro, un pulsímetro, un plinto y escaleras para medir los test. Las medidas se tomaron al inicio, a las 5 y 11 semanas.	Se obtuvo mejoras en la marcha y transferencias en ambos grupos. No se obtuvieron diferencias significativas al inicio, aunque hay una pequeña tendencia a que el treadmill da mejores resultados que la otra terapia en FAC (p=0.06) y en el tiempo de subir escaleras (p=0.057).	Los dos métodos de entrenamiento mostraron mejoras en los test, mediante un entrenamiento sistemático, intensivo y directo. Una ligera mejoría a favor del treadmill.

ESTUDIOS DE TREADMILL VS OTRAS TERAPIAS SIN MARCHA					
Autor y año	Objetivos	Participantes e Intervención	Variables de estudio e Instrumentos de medida	Resultados	Conclusión
Nadeau et al (2013) ⁽³⁶⁾	Comparar la efectividad de tres programas diferentes para la mejora de la marcha. Uno basado en aprendizaje motor (LEAPS) y cuidados, otro en ejercicios domiciliarios y otro solo en cuidados.	408 pacientes post ACV, se distribuyeron en los tres grupos de forma aleatoria con velocidad severa (menos de 0.4 m/s) o moderada (0.4-0.8 m/s). Grupo UC (n=143) con cuidados normales Grupo LTP (n=139) con sesiones de marcha en treadmill con soporte del peso o sobre suelo. Grupo HEP (n=126) con un programa de ejercicios en casa de fuerza y equilibrio. Ambos con cuidados normales al finalizar la intervención. 90 minutos de sesión, 3 veces en semana durante 12-16 semanas.	La medida principal fue la mejora del nivel de marcha funcional. Las medidas secundarias fueron, <i>Fugl- Meyer assessment of lower-extremity motor impairment, motor FM scores, Berg Balance Scale, Activities-Specific Balance Confidence Scale, the ADL/Instrumental ADL Scale, Stroke Impact Scale y Rankin Scale modificada</i> . Las medidas se tomaron al inicio y después de la intervención (6 meses).	Grupo LTP mejoró la transición de la marcha con respecto UC (95% IC = 7-29%) y HEP (95% IC= 5-29%) LTP mejoró 0.13 m/s la velocidad (95% IC= 0.09-0.18) y en HEP mejoró 0.10m/s (95% IC= 0.05-0.14) que el grupo UC. Los tres mejoraron en ADL /IADL (P=<0.0001) en FM, BBS, ABC Scale y Rankin Score	Tanto el entrenamiento de marcha en casa, como el treadmill o marcha sobre suelo, producen el doble de mejoras en parámetros de la marcha, que con los cuidados normales en pacientes con ACV.
Luft et al (2008) ⁽³⁷⁾	Determinar si un programa de tarea repetitiva en treadmill da mejores resultados en marcha que un programa convencional de estiramientos.	71 pacientes supervivientes a un ACV distribuidos de forma aleatoria en dos grupos: Grupo de treadmill (n=37) caminaban en tapiz rodante Grupo de stretching (n=34) realizaron estiramientos convencionales y movilización de las extremidades Subgrupo de RM (n=32) Sesiones de 40 minutos, 3 veces a la semana durante 6 meses.	Las medidas primarias fueron la velocidad máxima, el volumen de oxígeno, 10-MWT, y 6-MWT. La medida secundaria fue la resonancia magnética. Hubo una evaluación inicial, a los 3 y a los 6 meses.	Grupo treadmill mejoró la velocidad de la marcha (P=<0.001) y el volumen de oxígeno (P=0.001) con respecto al stretching. El resto no tuvo diferencias significativas. Además hubo un incremento de la activación del cerebro medio y el cerebelo	El treadmill mejora la marcha, y las redes del cerebro medio y cerebelo, además de incrementar la plasticidad cerebral. Hay una mejora incluso tras la rehabilitación convencional.

ESTUDIOS DE TREADMILL + TERAPIA ADICIONAL					
Autor y año	Objetivos	Participantes e Intervención	Variables de estudio e Instrumentos de medida	Resultados	Conclusión
Yagura et al (2006) ⁽³⁸⁾	Comprobar si se obtienen beneficios al unir la técnica de facilitación con el entrenamiento en treadmill con soporte del peso corporal en pacientes que no deambulan.	49 pacientes tras ACV fueron asignados aleatoriamente en uno de los dos grupos: Grupo experimental (n=23) con facilitación en la marcha. Grupo control (n=26) con asistencia mecánica durante la marcha. La duración de la sesión fue de 40 minutos, 3 veces a la semana, durante 6 semanas.	Las variables principales fueron: <i>FIM instrument, Fugl-Meyer Assessment, total FIM score and gait item</i> , la velocidad de la marcha y cadencia. Las medidas fueron tomadas al inicio, 4 semanas después de la admisión antes del inicio del tratamiento, 10 semanas tras completar la intervención y un seguimiento de 16 semanas.	No hubo diferencias significativas en ganancias de la marcha en el grupo experimental con respecto al control. Hubo mejoras en el miembro superior en el grupo experimental.	La técnica de facilitación no supuso mejoras en la marcha, con respecto al treadmill solo, y además requiere más terapeutas en su intervención.
Kang et al (2016) ⁽³⁹⁾	Comparar los efectos en equilibrio, marcha y AVDs de la marcha nórdica como terapia complementaria.	30 pacientes con ACV fueron distribuidos aleatoriamente en: Grupo NTT (n=15) Realizaba treadmill junto con los parámetros de marcha nórdica. Grupo TT (n=15) realizaba solo marcha en treadmill. Sesiones de 30 minutos, 5 días a la semana durante 6 semanas.	Las variables para medir el equilibrio fueron: <i>Berg Balance Scale, Timed up and go, y tetra ataxiometric posturography test</i> . Para la marcha y las AVDs, se utilizaron: 10-MWT, 6-MWT, y el índice de Barthel modificado. Estas medidas fueron tomadas un día antes de la intervención y tras acabar el programa	Equilibrio, marcha y AVDs mejoraron significativamente en ambos grupos comparadas con el pre-test. Además hubo una mayor mejora en el grupo de marcha nórdica con respecto al treadmill solo.	La marcha nórdica junto al treadmill es un método efectivo que puede complementar el tratamiento en la recuperación de la marcha.
Brasileiro et al (2015) ⁽⁴⁰⁾	Determinar el efecto inmediato del feedback visual o auditivo combinado con el treadmill.	30 pacientes con hemiparesia crónica se distribuyeron de tal forma: Grupo control (n=10): Solo treadmill Grupo experimental I (n=10): treadmill + feedback visual. Grupo experimental II (n=10): Treadmill + feedback auditivo. Una sesión de 20 minutos.	Como medida principal se tomó la velocidad de la marcha. Fue usado también, 10-MWT, y Qualysis Motion Capture System para los datos cinemáticos y espacio-temporales. Un monitor para el feedback visual y un metrónomo para la cadencia Fueron evaluados antes y tras de la sesión.	Mejoró la velocidad y longitud de la zancada en ambos grupos, además de cambios en el ROM de tobillo y cadera. La cadencia no cambió tras el entrenamiento.	Ni el feedback visual ni auditivo produce mejoras en los parámetros de la marcha, junto al treadmill a corto plazo en personas con ACV

10- GRÁFICOS

Gráfico 1: Diagrama de flujos



Artículos seleccionados para la revisión tras cumplir todos los criterios de inclusión, y que tuvieran mayor calidad metodológica. N=9

11- BIBLIOGRAFÍA

1. FEDACE. Daño Cerebral Adquirido [Internet]. www.fedace.org. 2013 [updated 2015 May; cited 2016 Mar 23]. Available from: <http://fedace.org/dano-cerebral-adquirido-3/>
2. Alberdi F, Iriarte M, Mendía A, Murgialdai A, Marco P. Pronóstico de las secuelas tras la lesión cerebral. Med Intensiva. 2009;33(4):171–81.
3. Casas C. Traumatismos craneoencefálicos. Asoc Española Pediatría. 2008;17:118–28.
4. Reis C, Wang Y, Akyol O, Ho W.M, Applegate R, Stier G, Martin R, Zhang J.H. What's new in traumatic brain injury: Update on tracking, monitoring and treatment. Int J Mol Sci. 2015;16(6):11903–65.
5. O'Connor A. Lo esencial en patología :Cursos Crash. 3ª ed. Madrid: Elsevier; 2011.
6. Levin H.S, Diaz-Arrastia R.R. Diagnosis, prognosis, and clinical management of mild traumatic brain injury. Lancet Neurol. 2015;14(5):506–17.
7. Díez-Tejedor E, Del Brutto O, Álvarez-Sabín J, Muñoz M, Abiusi G. Clasificación de las enfermedades cerebrovasculares. Rev Neurol. 2001;33(5):455–64.
8. Mar J, Álvarez Sabín J, Oliva J, Becerra V, Casado M.Á, Yébenes M, González-Rojas N, Arenillas J.F, Martínez-Zabaleta M.T, Rebollo M, Lago A, Segura T, Castillo J, Gállego J, Jiménez-Martínez C, López-Gastón J.I, Moniche F, Casado-Naranjo I, López-Fernández JC, González-Rodríguez C, Escribano B, Masjuan J. Los costes del ictus en España según su etiología: El protocolo del estudio CONOCES. Neurologia. SEGO; 2013;28(6):332–9.
9. Organización Mundial de la Salud. OMS | Enfermedades cardiovasculares [Internet]. www.who.int. World Health Organization; 2015 [cited 2016 Mar 30]. Available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/es/>
10. Quedaza M.Y, Huete A, Bascones L.M. Las personas con Daño Cerebral Adquirido en España. Real Patron sobre discapacidad Minist sanidad, Serv Soc e Igual. 2015:1–71.
11. Fernández-Jaén A, Calleja-Pérez B. La parálisis cerebral infantil desde la atención primaria. Med Integral. 2002;40(4):148–58.
12. Instituto Nacional de Estadística. Defunciones según causa de muerte. Año 2006. Inst Nac Estadística. 2008;1–4.
13. Díaz-Guzmán J, Egidio-Herrero J.A, Gabriel-Sánchez R, Barberá G, Fuentes B, Fernández-Pérez C, Abilleira S. Incidencia de ictus en España: Bases metodológicas del estudio Iberictus. Rev Neurol. 2008;47(12):617–23.
14. Defensor del Pueblo. Daño cerebral sobrevenido en España: un acercamiento epidemiológico y sociosanitario. Madrid. 2005;14, 31–83.
15. ADACEA. Manual de acogida. ADACEA-Jaén. 2015;1–21.
16. Sánchez C. Impacto sociosanitario de las enfermedades neurológicas en España.

- Fundación Española de Enfermedades Neurológicas. Madrid. 2006;1-41
17. Jorgensen N, Cabañas M, Oliva J, Rejas J, León T. Los costes de los cuidados informales asociados a enfermedades neurológicas discapacitantes de alta prevalencia en España. *Neurologia*. 2008;23(1):29–39.
 18. Arias A. Rehabilitación del ACV: evaluación, pronóstico y tratamiento. *Galicia Clin*. 2009;70(3):25–40.
 19. Rodríguez L, Serra Y, Pérez S, Palmero R. La espasticidad como secuela de la enfermedad cerebrovascular. *Rev Cubana Med*. 2004;43(2-3).
 20. Bates B, Choi JY, Duncan PW, Glasberg JJ, Graham GD, Katz RC, Lamberty K, Reker D, Zorowitz R. Practice Guideline for the Management of Adult Stroke Rehabilitation Care. *Stroke*. 2005;36(9):2049–56.
 21. Gómez I. El daño cerebral sobrevenido: un abordaje transdisciplinar dentro de los servicios sociales. *Intervención Psicosocial*. 2008;17(3):237–44.
 22. Paolucci S, Antonucci G, Grasso MG, Morelli D, Troisi E, Coiro P, Bragoni M. Early versus delayed inpatient stroke rehabilitation: A matched comparison conducted in Italy. *Arch Phys Med Rehabil*. 2000;81(6):695–700.
 23. García-Hernández JJ, Mediavilla-Saldaña L, Pérez-Rodríguez M, Pérez-Tejero J, González-Altad C. Análisis del efecto de las actividades físicas grupales en pacientes con daño cerebral adquirido en fase subaguda. *Rev Neurol*. 2013;57(2):64–70.
 24. García E. Fisioterapia de la espasticidad: técnicas y métodos. *Fisioterapia*. 2004;26(1):25–35.
 25. Ernst E. A review of stroke rehabilitation and physiotherapy. *Stroke*. 1990;21(7):1081–5.
 26. DePaul VG, Wishart LR, Richardson J, Thabane L, Ma J, Lee TD. Varied overground walking training versus body-weight-supported treadmill training in adults within 1 year of stroke: a randomized controlled trial. *Neurorehabil Neural Repair*. 2015;29(4):329–40.
 27. Cuéllar CA. Los circuitos Neuronales del Movimiento. *Elementos*. 2012;86:9–15.
 28. Moseley AM, Stark A, Cameron ID, Pollock A. Entrenamiento en pasarela rodante y apoyo del peso corporal al caminar después de un accidente cerebrovascular. *Cochrane Database Syst Rev*. 2005;(2):1–35.
 29. Mehrholz J, Pohl M, Elsner B. Treadmill training and body weight support for walking after stroke(Review). *Cochrane Database Syst Rev*. 2014;1.
 30. Ortiz-Zalama A. Nuevas tecnologías en la reeducación de la marcha: mayor intensidad en la rehabilitación | Red Menni [Internet]. *www.dañocerebral.es*. 2015 [cited 2016 Apr 18]. Available from: <http://dañocerebral.es/nuevas-tecnologias-en-la-reeducacion-de-la-marcha-mayor-intensidad-en-la-rehabilitacion/>

31. Aaslund MK, Helbostad JL, Moe-Nilssen R. Familiarisation to body weight supported treadmill training for patients post-stroke. *Gait Posture*. 2011;34(4):467–72.
32. Moseley AM, Herbert RD, Sherrington C, Maher CG. Evidence for physiotherapy practice: a survey of the Physiotherapy Evidence Database (PEDro). *Aust J Physiother*. 2002;48(1):43–9.
33. Bonnyaud C, Zory R, Robertson J, Bensmail D, Vuillerme N, Roche N. Effect of an overground training session versus a treadmill training session on timed up and go in hemiparetic patients. *Top Stroke Rehabil*. 2014;21(6):477–83.
34. Middleton A, Merlo-Rains A, Peters DM, Greene JV, Blanck EL, Moran R, Fritz SL. Body weight supported treadmill training is no better than overground training for individuals with chronic stroke: A randomized controlled trial. 2014;21(6):462–76.
35. Høyer E, Jahnsen R, Stanghelle JK, Strand LI. Body weight supported treadmill training versus traditional training in patients dependent on walking assistance after stroke: a randomized controlled trial. *Disabil Rehabil*. 2012;34(3):210–9.
36. Nadeau SE, Wu SS, Dobkin BH, Azen SP, Rose DK, Tilson JK, Cen SY, Duncan PW. Effects of task-specific and impairment-based training compared with usual care on functional walking ability after inpatient stroke rehabilitation: LEAPS Trial. *Neurorehabil Neural Repair*. 2013;27(4):370–80.
37. Luft AR, Macko RF, Forrester LW, Villagra F, Ivey F, Sorkin JD, Whittall J, McCombe-Waller S, Katzel L, Goldberg AP, Handley DF. Treadmill exercise activates subcortical neural networks and improves walking after stroke. 2008;39(12):3341–50.
38. Yagura H, Hatakenaka M, Miyai I. Does therapeutic facilitation add to locomotor outcome of body weight-supported treadmill training in nonambulatory patients with stroke? A randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2006;87(4):529–35.
39. Kang T-W, Lee J-H, Cynn H-S. Six-Week Nordic Treadmill Training Compared with Treadmill Training on Balance, Gait, and Activities of Daily Living for Stroke Patients: A Randomized Controlled Trial. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2016;25(4):848–56.
40. Brasileiro A, Gama G, Trigueiro L, Silva E, Galvão É, Lindquist A. Influence of visual and auditory biofeedback on partial body weight support treadmill training of individuals with chronic hemiparesis: a randomized controlled clinical trial. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2015;51(1):49–58.
41. Macko RF, Ivey FM, Forrester LW, Hanley D, Sorkin JD, Katzel LI, Silver KH, Goldberg AP. Treadmill exercise rehabilitation improves ambulatory function and cardiovascular fitness in patients with chronic stroke: A randomized controlled trial. *Stroke*. 2005;36(10):2206–11.

42. Daly JJ, Zimbelman J, Roenigk KL, McCabe JP, Rogers JM, Butler K, Burdsall R, Holcomb JP, Marsolais EB, Ruff RL. Recovery of Coordinated Gait: Randomized Controlled Stroke Trial of Functional Electrical Stimulation (FES) Versus No FES, With Weight-Supported Treadmill and Over-Ground Training. *Neurorehabil Neural Repair*. 2011;25(7):588–96.
43. Cho MK, Kim JH, Chung Y, Hwang S. Treadmill gait training combined with functional electrical stimulation on hip abductor and ankle dorsiflexor muscles for chronic hemiparesis. *Gait Posture*. 2015;42(1):73–8.
44. Lee I-H. Does the speed of the treadmill influence the training effect in people learning to walk after stroke? A double-blind randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2014;29(3):269-276.
45. Werner C, Lindquist AR, Bardeleben A, Hesse S. The influence of treadmill inclination on the gait of ambulatory hemiparetic subjects. *Neurorehabil Neural Repair*. 2007;21(1):76–80.
46. Bang DH, Shin WS, Kim SY, Choi JD. The effects of action observational training on walking ability in chronic stroke patients: a double-blind randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2013;27(12):1118-25.
47. Cho J, Lee E, Lee S. Effects of body weight-supported treadmill training combined with ball-kicking on balance and gait of subacute stroke patients. *Phys Ther Rehabil Sci*. 2015;4(2):73–8.
48. Esquenazi A, Lee S, Packel AT, Braitman L. A Randomized Comparative Study of Manually Assisted Versus Robotic-Assisted Body Weight Supported Treadmill Training in Persons With a Traumatic Brain Injury. *PM&R*. 2013;5(4):280–90.