

EFICACIA DE LA MARCHA EN CINTA RODANTE SOBRE EL DESARROLLO MOTOR DE NIÑOS CON PARÁLISIS CEREBRAL Y SÍNDROME DE DOWN

SILVIA GARCIA-DEL PINO-RAMOS¹, RITA P. ROMERO-GALISTEO², ELENA PINERO-PINTO³,
CRISTINA LIRIO-ROMERO¹, ROCÍO PALOMO-CARRIÓN¹

¹Departamento de Enfermería, Fisioterapia y Terapia Ocupacional, Facultad de Fisioterapia y Enfermería, Universidad de Castilla-La Mancha, ²Departamento de Fisioterapia, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Málaga, Instituto de Investigación Biomédica de Málaga-IBIMA, ³Departamento de Fisioterapia, Facultad de Enfermería, Fisioterapia y Podología, Universidad de Sevilla.

Resumen La parálisis cerebral y el síndrome de Down son dos afecciones que cursan con déficit del desarrollo motor. Este retraso mejora con el uso de cinta rodante. Se realizó una revisión sistemática en diferentes bases de datos con el propósito de analizar estudios y su calidad metodológica en relación a la aplicación del uso exclusivo de cinta rodante y su combinación con otras terapias para fomentar la marcha y equilibrio en niños menores de 12 años con parálisis cerebral y síndrome de Down. Se seleccionaron únicamente ensayos clínicos aleatorizados publicados hasta la fecha en PubMed, PEDro, Cochrane y Science Direct. La calidad metodológica de los estudios identificados se evaluó a través de la escala PEDro. De los 324 artículos inicialmente encontrados, se seleccionaron los 10 que cumplieron con los criterios de inclusión establecidos para su análisis cualitativo. Las variables analizadas fueron la marcha y el equilibrio en ambas poblaciones tras la intervención con cinta rodante, con y sin suspensión del peso corporal. Concluimos que la aplicación de cinta rodante como única herramienta terapéutica resulta una intervención eficaz para favorecer el desarrollo de la marcha y el equilibrio en niños de 0 a 12 años con parálisis cerebral y síndrome de Down.

Palabras clave: parálisis cerebral, síndrome de Down, marcha, equilibrio, cinta rodante

Abstract *Effectiveness of treadmill training on the motor development of children with cerebral palsy and Down syndrome.* Cerebral palsy and Down syndrome are two conditions that present with a deficit in motor development. Treadmill interventions were found to improve this delay in development. This work aimed to describe and analyze the methodological quality of studies that applied treadmill interventions alone or combined with other therapies to promote gait and balance in children under 12 years of age with cerebral palsy and Down syndrome. A systematic review was made in different databases: PubMed, PEDro, Cochrane and Science Direct. Only randomized clinical trials published to date were selected. The methodological quality of the identified studies was assessed using the PEDro scale. Of the 324 articles initially found, 10 were selected, which met the established inclusion criteria for qualitative analysis. The variables analyzed were gait and balance in both populations after the treadmill intervention, with and without suspension of body weight. The main conclusion was that the application of a treadmill alone is an effective intervention to promote the development of gait and balance in children under 12 years with cerebral palsy and Down syndrome.

Key words: cerebral palsy, Down syndrome, gait, postural balance, treadmill

PUNTOS CLAVE Conocimiento actual

- El uso de la cinta rodante ha sido empleado para el tratamiento de la marcha y el equilibrio en niños con parálisis cerebral y síndrome de Down.
- Los beneficios de la aplicación de la cinta rodante en parálisis cerebral y síndrome de Down se conocen de manera aislada en cada afectación neurológica.

Contribución del artículo al conocimiento actual

- Se propone que la cinta rodante sea uno de los instrumentos de rehabilitación presentes en pediatría para fomentar el equilibrio y la marcha.
- El uso de suspensión en la aplicación de la cinta rodante dependerá de la población diana y de las variables que se pretenda potenciar.
- Los niños con parálisis cerebral y síndrome de Down pueden beneficiarse de la cinta rodante como única herramienta terapéutica para la mejora de la marcha y el equilibrio.

La parálisis cerebral (PC) se define como un grupo de trastornos del movimiento y de la postura que provocan limitación en la movilidad¹. Es causada por una lesión no progresiva del cerebro que ocurre durante el desarrollo prenatal o en los primeros años de vida¹⁻³. La PC es considerada la causa más común de discapacidad física en niños⁴. Su prevalencia en los países industrializados es 2-2.5/1000 en recién nacidos vivos, y es aún mayor en los nacidos con muy bajo peso y de muy baja edad gestacional⁵. La presencia de espasticidad, discinesia, ataxia y/o hipotonía limita la motricidad¹ y provoca un déficit en la marcha, el equilibrio y la coordinación y el retraso en la adquisición de hitos motores debido a la aparición de movimientos y posturas anormales. El consiguiente déficit del movimiento voluntario restringe la participación en las actividades de la vida diaria^{1,5-7}.

El síndrome de Down (SD) o trisomía 21, es un trastorno genético caracterizado principalmente por retraso mental asociado a varias características físicas (ojos almendrados, talla baja, hipotonía y susceptibilidad a ciertas enfermedades, etc.)^{8,9}. La prevalencia es 1/1000 nacimientos⁸. En niños con SD puede observarse retraso en la adquisición de hitos motores como volteo, gateo, sedestación, marcha, etc.^{9,10}. La presencia de hipotonía central y laxitud ligamentosa limita la habilidad del movimiento y causa déficit de equilibrio y coordinación^{10,11}.

Un buen desarrollo motor es fundamental para establecer relación con el entorno. El retraso en el desarrollo motor puede, a su vez, verse afectado por un déficit cognitivo, emocional y social añadido¹². Así, estas enfermedades tienen en común un déficit motor caracterizado por retraso en el equilibrio y la marcha. La marcha es adquirida alrededor de los 22 meses en el SD¹¹ y entre los dos y cuatro años en la PC¹³. Desde el ámbito de la fisioterapia deben

ser considerados los factores que retrasan la marcha para estimularla y permitir una mayor autonomía del niño en su entorno natural, incrementando sus habilidades motoras. Asimismo, teniendo en cuenta la plasticidad neuronal del cerebro en desarrollo, es necesario aplicar un tratamiento precoz fundamentado en la evidencia científica¹⁴.

Existen diversas técnicas para el tratamiento de la marcha y el equilibrio de los niños con PC y SD, tales como el uso de plataformas vibratorias¹⁵, estimulación transcraneal^{16,17}, realidad virtual¹⁸, cinta rodante¹⁹, etc. La cinta rodante consiste en un tapiz sin fin, movido por un motor eléctrico, sobre el cual el paciente camina pudiendo regular velocidades o pendientes¹⁹. Está demostrado que la cinta rodante favorece la aparición de pasos coordinados²⁰, la adquisición de la marcha^{21,22} y el equilibrio en niños con retraso en el desarrollo motor. Las condiciones de la intervención son variables: duración entre 4 y 12 semanas^{23,24}, uso de suspensión de peso²⁴, velocidades adaptadas a los participantes o una única velocidad para todos y periodicidades diferentes de aplicación.

En nuestro conocimiento, no existen publicaciones que analicen el uso de cinta rodante sola o en combinación con otros tratamientos en niños menores de 12 años con PC o SD. El objetivo principal de este trabajo fue revisar la literatura científica publicada hasta la fecha que analizase, mediante ensayos controlados aleatorizados, la aplicación del uso exclusivo de cinta rodante y combinada con otras terapias para fomentar la marcha y el equilibrio dirigido a niños con PC y SD. De manera secundaria, se analizó la calidad metodológica de los estudios incluidos en esta revisión.

Materiales y métodos

Se llevó a cabo una revisión sistemática siguiendo las directrices PRISMA²⁵. La búsqueda de artículos se realizó en las bases de datos: PubMed, PEDro, Cochrane y Science Direct. Como estrategia de búsqueda se combinaron los términos MeSH mediante el operador booleano AND: "Down Syndrome" AND "treadmill" y "Cerebral palsy" AND "treadmill". En PubMed se aplicaron los filtros "clinical trial", "Infant", "Preschool child" y "Child". Para PEDro, los filtros "clinical trial" y "Paediatrics". En el caso de Cochrane, se eligió la opción de "Trials" y en Science Direct la de "Research articles".

Los criterios de inclusión establecidos en la selección de los artículos fueron: ensayos clínicos aleatorizados disponibles en texto completo en inglés y español, población SD y PC, edad de los participantes desde el nacimiento hasta los 12 años, uso de cinta rodante con o sin suspensión de peso, puntuación en escala PEDro ≥ 5 . Las variables de estudio fueron la marcha y el equilibrio. Los criterios de exclusión que se establecieron quedaron determinados por una clasificación de IV o V en *Gross Motor Function Classification System* (GMFCS) y ausencia de *Abstract* en los ensayos clínicos.

Se eliminaron los artículos duplicados y se descartaron aquellos que, tras la lectura del título y resumen no aportaban información acorde con el objetivo del presente estudio. Seguidamente, se procedió a la revisión del texto completo

de aquellas publicaciones que cumplieron con los criterios de inclusión establecidos. Por último, tras pasar la escala metodológica PEDro²⁶, se eliminaron aquellos estudios que no cumplieran con la puntuación mínima establecida para este estudio.

Resultados

Fueron identificados 324 artículos, de los cuales 48 provenían de PubMed, 40 de PEDro, 150 de Cochrane y 86 de Science Direct. Una vez eliminados los duplicados, quedaron 244. Tras la eliminación por título, el número se redujo a 174 para garantizar la inclusión única de los que cumplieran los criterios establecidos. Tras la lectura de título, resumen, criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron 13 artículos. De estos, fueron finalmente seleccionados los 10 que superaron la puntuación 5 en la escala PEDro de evaluación de la calidad metodológica

(Fig. 1). La Tabla 1 muestra la puntuación de los 10 artículos finalmente seleccionados para análisis cualitativo.

Los artículos analizados tuvieron como variables principales la marcha y/o el equilibrio. Las características de los estudios, así como sus resultados y conclusiones pueden verse en la Tabla 2.

Dos estudios de Grecco y col.^{27,28}, ambos realizados en pacientes con PC, evaluaron la misma intervención en el grupo experimental vs. un grupo control que realizaba marcha sobre el suelo. En ambos estudios se observaron mejoras significativas ($p < 0.05$) en las variables estudiadas, tanto en las comparaciones intragrupo como en las intergrupo. Además de las mejoras encontradas en ambos estudios en la oscilación del punto de presión (ML-EO, mediolateral, ojos abiertos), en el segundo estudio se sumaron mejoras intergrupo en AP-EC (anteroposterior, ojos cerrados) en las comparaciones intergrupo y mejoras

Fig. 1.– Flujograma

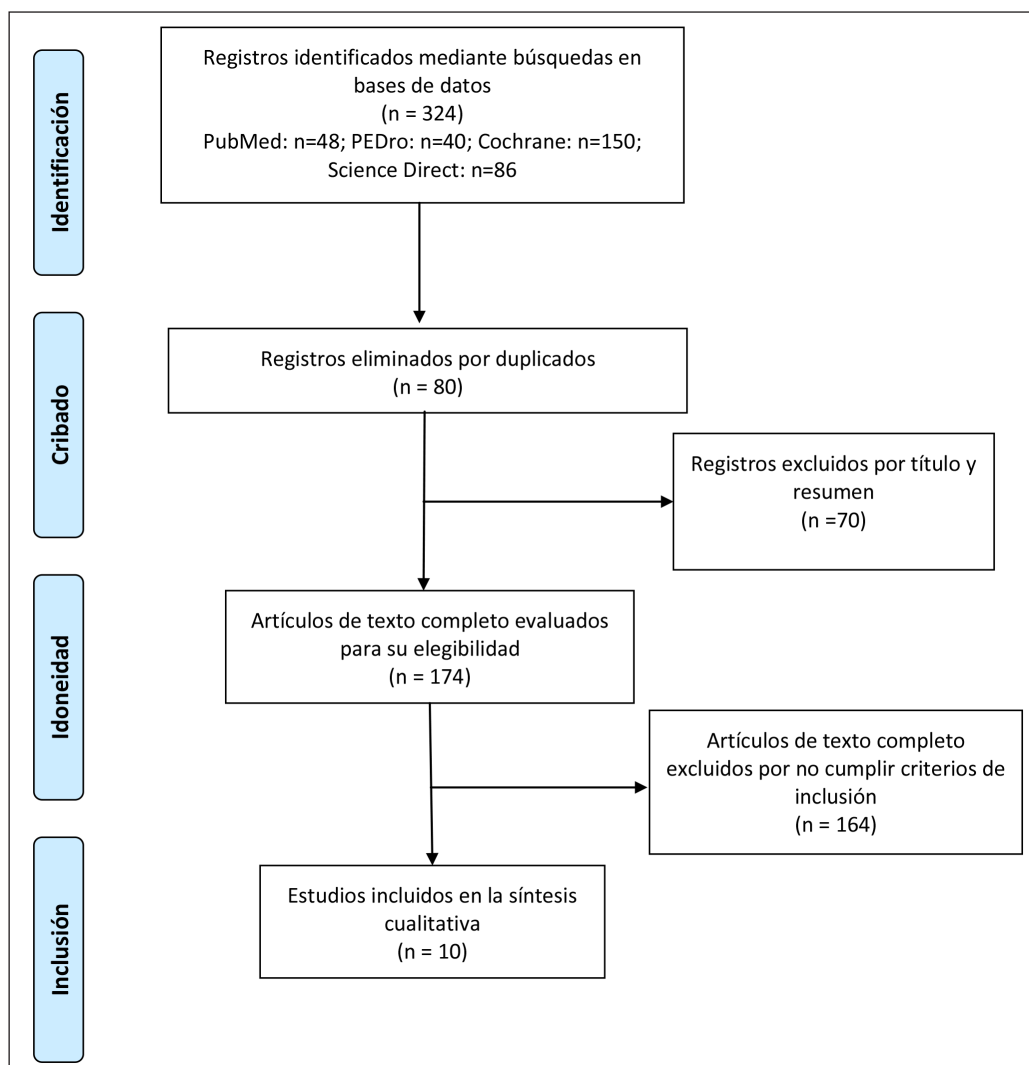


TABLA 1.– Valoración de la calidad metodológica de los artículos seleccionados mediante la escala de PEDro

Nº	Título	Autores ^{Referencia}	Puntuación escala PEDro*
1	A comparison of treadmill training and overground walking in ambulant children with cerebral palsy: randomized controlled clinical trial	Grecco y col. ²⁷	9
2	Effect of a new physical therapy concept on dynamic balance in children with spastic diplegic cerebral palsy	Emara ²⁴	6
3	Effect of body-weight suspension training versus treadmill training on gross motor abilities of children with spastic diplegic cerebral palsy	Emara y col. ²⁹	7
4	Effect of treadmill gait training on static and functional balance in children with cerebral palsy: A randomized controlled trial	Grecco y col. ²⁸	8
5	Low-intensity versus high-intensity home-based treadmill training and walking attainment in young children with spastic diplegic cerebral palsy	Mattern-Baxter y col. ²¹	7
6	Short-burst interval treadmill training walking capacity and performance in cerebral palsy	Bjornson y col. ²³	7
7	Effect of core stability exercises and treadmill training on balance in children with Down syndrome: randomized controlled trial	Alsakhawi & Elshafey ³¹	8
8	Long-term effect of different treadmill interventions on gait development in new walkers with Down syndrome	Angulo-Barroso y col. ³²	5
9	Role of treadmill training versus suspension therapy on balance in children with Down syndrome	El-Menianwy y col. ³⁰	6
10	Treadmill training of infants with Down syndrome: evidence-based developmental outcomes	Ulrich y col. ²²	6

*La escala PEDro evalúa 11 criterios y otorga un punto por cada criterio cumplido. Los criterios son: 1) Criterio de selección, 2) Asignación aleatoria, 3) Asignación oculta, 4) Características basales de los grupos, 5) Sujetos cegados, 6) Terapeutas cegados, 7) Evaluadores cegados, 8) Seguimiento, 9) Intención de tratar, 10) Análisis entre grupos, 11) Estimación puntual o de variabilidad. Cada una de las puntuaciones obtenidas en los estudios seleccionados es considerada sobre un valor máximo posible de 11

intragrupo en ML-EC (mediolateral, ojos cerrados), AP-EC y AP-EO (anteroposterior, ojos abiertos).

En el estudio de Emara²⁴, realizado en niños con PC, el grupo de intervención se comparó con un grupo control que recibía fisioterapia. La intervención se realizó sin gravedad y a una velocidad cómoda para el paciente. Se observaron diferencias significativas en los índices de estabilidad del grupo experimental intragrupo e intergrupo. Emara y col.²⁹ compararon un grupo de cinta rodante con un grupo de suspensionterapia y observaron diferencias significativas a favor de este último.

Mattern-Baxter y col.²¹ y Bjornson y col.²³ compararon entre sí dos grupos de niños con PC que utilizaron cinta rodante. En el estudio de Mattern-Baxter y col.²¹ ambos grupos recibieron la misma intervención con diferente frecuencia de sesiones. En el de Bjornson y col.²³ difirieron no solo en la frecuencia de las sesiones sino también en la duración total de la intervención.

Tal como observaron Emara y col.²⁹ en niños con PC, El-Meniawy y col.³⁰, en un estudio realizado en pacientes con SD, demostraron diferencias significativas

a favor del grupo de suspensionterapia frente al grupo de cinta rodante. En las comparaciones intragrupo solo se vieron diferencias en los índices de estabilidad del grupo de cinta rodante ($p < 0.05$). La intervención del grupo de cinta rodante fue muy similar al de Alsakhawi y col.³¹, también realizada en niños con SD, en el cual se observaron diferencias en el grupo experimental, tanto en las comparaciones intragrupo ($p = 0.001$) como en las intergrupo ($p < 0.05$).

Angulo-Barroso y col.³¹ compararon dos grupos de niños con SD en los que la intervención difería en velocidad y duración. La duración dependía de cada participante, es decir, el tratamiento finalizaba cuando el niño adquiría la capacidad de dar tres pasos seguidos. A los participantes del grupo *High* se les añadió peso en los tobillos, variante que solo se aplicó en este estudio. Ulrich y col.²² observaron diferencias significativas intergrupo a favor del grupo experimental en niños con SD.

Otras dos intervenciones arrojaron mejoras en niños con PC. Una fue la aplicada por Emara 2015²⁴ sobre las habilidades de equilibrio, con una duración de interven-

TABLA 2.– Características principales de los estudios

Estudio	Objetivo	Participantes	Variables estudiadas	Herramientas de medición	Dosis/ Intervención	Valoraciones realizadas	Principales resultados
Grecco y col. ²⁷	Comparar cinta rodante vs. marcha sobre el suelo	n = 33. PC GMFCS I-III. Edad: 3-12 años	Marcha y equilibrio	6MWT, TUGT, GMFM, BBS, PEDI, Treadmill test, Stabilometry	GE: 30 min/sem, 7 sem GC: 30 min/sem, 6 sem consecutives	Al comienzo, tras el tratamiento y 4 semanas post-finalización	Mejoría en todas valoraciones y grupos (p<0.05: BBS y TUGT; p<0.001: 6MWT; p<0.05: PEDI y Treadmill test; p<0.05: Stabilometry)
Emara ²⁴	Comparar cinta rodante antigraavitatoria vs. Fisioterapia	n = 30. PC Edad: 6-8 años	Equilibrio	<i>The Biodex Stability evaluation</i>	GE: 20 min 3 veces/sem, 12 semanas. GC: fisioterapia estándar 1h, 3 veces/sem, 3 meses	Antes y después del tratamiento	Mejoría significativa p<0.05 GE
Emara y col. ²⁹	Comparar cinta rodante vs. suspensión de peso	n = 20. PC GMFCS III. Edad: 6-8 años	Marcha y equilibrio	GMFM, 10MWT, <i>Five times sit to stand</i>	GC: fisioterapia + cinta rodante GE: suspensión peso 18 y 36	Antes del tratamiento, tras las sesiones 18 y 36	Mejoría significativa en GE
Grecco y col. ²⁸	Comparar cinta rodante vs. marcha sobre suelo	n = 14. PC GMFCS I-III. Edad:3-12 años	Equilibrio	BBS, Stabilometry	GE: 30 min/sem, 7 sem GC: 30 min/sem, 6 sem	Antes y después del tratamiento	Mejoría en BBS y Stabilometry en GE: p = 0.04
Mattern-Baxter y col. ²¹	Comparar cinta rodante baja intensidad vs. alta intensidad	n = 19. PC GMFC I-II. Edad: 14-32 meses	Marcha	GMFM, 1MWT, PDMS-2, PEDI, SW, 10 MWT	<i>Low intensity:</i> 2 veces/sem, 6 sem. <i>High intensity:</i> 5 día/sem; 2 veces/día, 6 sem	Antes, después del tratamiento, un mes y cuatro meses después	Mejoría significativa en todas valoraciones GE
Bojrnsen y col. ²³	Evaluar intervalos de ráfaga corta de alta intensidad vs. baja intensidad	n = 12. PC GMFCS II-III. Edad: 5-12 años	Marcha	10MWT, 1MWT, TUGT y SW.	<i>G high:</i> 5 veces/sem, 4 sem <i>G. low:</i> 2 veces/sem, 10 sem	Antes, después del tratamiento y tras 6 semanas	Mejoría en Vel marcha (p = 0.03) tras tratamiento
Alsakhaw y col. ³¹	Evaluar cinta rodante vs. fisioterapia	n = 45. SD. Edad: 4-6 años	Equilibrio	BBS y Biodex Balance Scale.	GC: 60min GE1: idem GC + 30 min cinta rodante GE2: idem GC+ 30 min entrenamiento estabilidad	Antes y después del tratamiento	Mejoría en los tres grupos (p = 0.001)
Angulo-Barroso y col. ³²	Comparar cinta rodante alta intensidad vs. baja intensidad	n = 25. SD. Edad:10 ± 1.9 meses	Marcha	GAITRite System.	G baja intensidad: 6 min/día, 5 días/sem G alta intensidad: 5 días/sem+ peso tobillos	Al poder dar 8-10 pasos independientes; 3, 6 y 12 meses post-tratamiento	Mejoría en ambos grupos (p < 0.0001)
EI-Meniawy y col. ³⁰	Comparar cinta rodante vs. suspensioenterapia	n = 30. SD. Edad: 8-10 años	Equilibrio	<i>Biodex Stability System</i>	GE-1: 30 min cinta rodante. 3 veces/sem, 3 meses GE-2: 30 min spider cage 3 veces/semana, 3 meses	Antes y después del tratamiento	Mejoría en ambos grupos (p < 0.05)
Ulrich y col. ²²	Evaluar efecto cinta rodante sobre retraso en el comienzo de la marcha	n = 30. SD. Edad: 307 ± 59 días	Marcha	Se levanta para ponerse en pie, anda con ayuda y anda sin ayuda	GC: fisioterapia 2 días/sem GE: añaden 8 min/día- 5 días /semana en cinta rodante	Antes del tratamiento y cuando comienza a andar	Mejoría en GE (p = 0.03 y p = 0.02) en niños que caminan con y sin ayuda respectivamente

PC: parálisis cerebral; SD: síndrome Down; 6MWT: 6 Minute walk test; TUGT: Timed Up and Go Test; GMFM: Gross Motor Function Measure; BBS: Berg Balance Scale; PEDI: Pediatric Evaluation Disability Inventory; AP-EC: Anteroposterior-Eye Close; ML-EO: Mediolateral-Eye Open; ML-EC: Mediolateral-Eye Close; GE: grupo experimental; GC: grupo control; Vel: velocidad; 1MWT: 1 Minute walk test; PDMS-2: Peabody Developmental Motor Scale 2nd edition; SW: Step Watch; 10MWT: 10 Minute walk test; GMFCS: Gross Motor Function Classification System.

ción de 20 minutos de cinta rodante, 3 veces a la semana durante 12 semanas a una velocidad cómoda. La otra fue la aplicada por Mattern-Baxter y col.²¹ sobre la adquisición de la marcha, que consistió en dos grupos de intervención: *Low intensity* (LI) 2 veces por semana durante 6 semanas y *High intensity* (HI) 5 días por semana, 2 veces al día, durante 6 semanas a la velocidad más rápida en la que fueran capaces de dar pasos independientes e intentando alcanzar los 20 minutos de tratamiento.

Emara y col.²⁹, Bjornson y col.²³, Alsakhawi y col.³¹, El-Meniawy y col.³⁰ y Ulrich y col.²² combinaron otro tipo de tratamiento sumado a la cinta rodante.

En los estudios sobre niños con PC, las edades estaban comprendidas entre los 3 y 12 años, excepto el de Mattern-Baxter y col.²¹ en el que participaron niños menores de esa edad. En los estudios sobre niños con SD, las edades de los participantes se distribuyeron en dos grupos: Alsakhawi y col.³¹ y El-Meniawy y col.³⁰ abarcaron edades de 4 a 10 años, mientras que Angulo-Barroso y col.³² y Ulrich y col.²², desarrollaron sus estudios en niños de aproximadamente un año.

Discusión

Nuestro estudio aporta nueva evidencia sobre el uso de la cinta rodante en niños con PC y SD sobre la publicada en dos revisiones sistemáticas sobre el tema en población infantil^{20, 33} y en una en adultos con daño cerebral³⁴. En efecto, nuestra revisión se centra en aquellas investigaciones que comparan el uso exclusivo de la cinta rodante con otro tipo de intervención. De esta manera se describen distintas dosis y protocolos de intervención que respaldan el uso de la cinta rodante como única herramienta terapéutica para mejorar e incentivar la marcha en niños por debajo de los 12 años de edad.

En relación a los parámetros de la marcha, la velocidad fue valorada mediante el 10MWT en tres artículos^{21, 23, 29}. Emara y col.²⁹ no observaron mejoras significativas. En cambio, Mattern-Baxter y col.²¹ y Bjornson y col.²³ alcanzaron mejoras significativas en uno de los grupos de intervención (*high frequency*). Angulo-Barroso y col.³² llegaron a la misma conclusión que estos últimos usando un instrumento de medida diferente, el GAITRite. Otros estudios que abordaron este aspecto en niños menores de 6 años o con enfermedades en las que no estuviera contraindicada la actividad física llegaron a conclusiones similares a las de nuestro estudio³³.

Otras herramientas usadas para medir la funcionalidad de la marcha fueron GMFM (*Gross Motor Function Measure*), TUGT (*Timed up and go test*) y 6MWT (*6-minute walk test*). Para aquellos que usaron en su valoración GMFM^{21, 27, 29}, las mejoras se observaron en favor del grupo de cinta rodante. Por otro lado, en los artículos en los que se valoró la funcionalidad mediante el TUGT^{23, 27,}

las citadas mejorías pudieron deberse a la adaptación de la velocidad que se aplicó a cada participante de manera individual en Grecco y col.²⁷ puesto que en el estudio de Bjornson y col.²³ la velocidad fue la misma para todos los pacientes.

Para finalizar con el análisis de la variable marcha, resulta curioso el método que Ulrich y col.²² usaron en niños con SD de alrededor de un año de edad para cuantificar resultados que consistió en registrar los días necesarios para adquirir un determinado hito motor. Esta forma de evaluar resultados fue utilizada previamente en otros estudios como el de Lotan y col.³⁵ para el síndrome de Rett²⁰.

Respecto al análisis del equilibrio, fueron utilizadas diferentes herramientas de medición. Grecco y col.^{27, 28} y Alsakhawi y col.³¹ midieron el equilibrio funcional mediante la escala Berg Balance (BBS) y encontraron diferencias significativas a favor del grupo de cinta rodante en las comparaciones tanto intragrupo como intergrupo.

El equilibrio dinámico fue evaluado mediante *Biodex Stability evaluation* o *Biodex Balance scale* en tres estudios^{24, 30, 31}. Como resultado destacaron diferencias significativas en los índices de estabilidad en las comparaciones intragrupo mientras que en las comparaciones intergrupo únicamente Emara y col.²⁴ observaron diferencias del grupo de intervención frente al grupo control.

La oscilación del centro de presión fue medida mediante *Stabilometry* en dos artículos^{27, 28}. Como se ha mencionado anteriormente, estos estudios tuvieron la misma intervención de manera que la diferencia de resultados pudo deberse al reducido número de participantes.

En dos estudios sobre niños con PC no se observaron mejorías en la intervención^{23, 29}. En el primero se combinó la cinta rodante con el tratamiento de fisioterapia para el equilibrio y la postura y en el segundo se permitió a los participantes continuar con los tratamientos que estuvieran recibiendo previamente a la intervención.

En relación a la permanencia en el tiempo de los resultados de la intervención, cabe destacar el estudio de Mattern-Baxter y col.²¹ para la adquisición de la marcha en niños con PC cuya mejora persistió hasta cuatro meses después de finalizar la intervención. Por otro lado, la intervención propuesta por Grecco y col.²⁷ para la mejora de la marcha y el equilibrio en niños con PC de 3-12 años obtuvo resultados positivos que permanecieron hasta cuatro semanas tras haber concluido la intervención. La revisión de Damiano y col.²⁰ incluyó investigaciones cuyos resultados permanecieron hasta 15 meses tras la intervención en niños con SD.

Por último, en pacientes con SD la cinta rodante resultó más efectiva que diferentes tipos de intervención tal como demostraron Alsakhawi y col.³¹ y El-Meniawy y col.³⁰, quienes sumaron cinta rodante al tratamiento de fisioterapia y también Angulo-Barroso y col.³², quienes añadieron peso en los tobillos. Como apuntan Damiano y col.²⁰, el estudio de Ulrich y col.²² fue uno de los que más

ha influido en la fisioterapia pediátrica, por ser el primero que aportó evidencias a favor del uso de la cinta rodante en niños con SD.

Para concluir, cabe destacar que el soporte parcial del peso corporal también ha sido objeto de estudio por diferentes equipos de investigación tanto en adultos^{34, 36} como en niños con PC o SD^{20, 33, 37, 38}. En todos los casos los resultados avalan categóricamente su indicación, coincidiendo, por tanto, con los resultados de nuestra revisión.

Esta revisión presenta limitaciones, tales como el escaso número de ensayos clínicos aleatorizados sobre el tema, la falta de estudios que valoren la cinta rodante con suspensión de peso y la combinación de tratamiento en los grupos de intervención. Asimismo, no fue posible realizar un metaanálisis debido a la variabilidad de criterios en la evaluación de los resultados. Como propuesta de futuras investigaciones, se plantea el desarrollo de ensayos clínicos aleatorizados basados en la comparación del uso de la cinta rodante con y sin suspensión de peso.

En conclusión, se sugiere que la cinta rodante sea considerada como intervención única, es decir, sin combinar con otras intervenciones para favorecer la marcha y el equilibrio en niños con PC y SD de 0 a 12 años de edad. Son necesarias nuevas investigaciones para determinar un tratamiento óptimo para niños con déficits motores.

Conflicto de intereses: Ninguno para declarar

Bibliografía

- Narbona J, Sánchez-Carpintero R. Parálisis cerebral infantil. *Pediatr Integr* 1999; 3: 413-24.
- Bax M, Goldstein M, Rosenbaum P, et al. Proposed definition and classification of cerebral palsy, April 2005. *Dev Med Child Neurol* 2005; 47: 571-6.
- Gómez S, Jaimes V, Palencia C, Hernández M, Guerrero A. Parálisis Cerebral Infantil. *Arch Venez Pueric Pediatr* 2013; 76: 30-9.
- Morris C. Definition and classification of cerebral palsy: A historical perspective. *Dev Med Child Neurol* 2007; 49 (suppl. 2): 3-7.
- Robaina Castellanos GR, Riesgo Rodríguez SCD La, Robaina Castellanos MS. Evaluación diagnóstica del niño con parálisis cerebral. *Rev Cubana Pediatr* 2007; 79. En: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75312007000200007&lng=es; consultado enero 2021.
- Hercberg P. ¿Qué es la parálisis cerebral? En Descubriendo la parálisis cerebral. Ed. Confederación ASPASE. Madrid 2014. En: <https://www.guiadisc.com/wp-content/uploads/Descubriendo-la-paralisis-cerebral.pdf>; consultado enero 2021.
- Calzada Vázquez Vela C, Vidal Ruiz CA. Parálisis cerebral infantil: definición y clasificación a través de la historia. *Rev Mex Ortop Pediatría* 2014; 16: 6-10.
- Down S De, Basile HS. Retraso mental y genética Síndrome de Down. *Rev Argentina Clin Neuropsiquiatr* 2008; 15: 9-23.
- Perez D. Síndrome de Down. *Rev Actual Clínica* 2014; 45: 2357-61.
- Agulló IR, González BM. Factores que influyen en el desarrollo motor de los niños con síndrome de Down. *Rev Médica Int sobre el Síndrome Down* 2006; 10: 18-24.
- Martínez NB, García MM. El desarrollo psicomotor en los niños con síndrome de Down y la intervención de fisioterapia desde la atención temprana. *Rev Médica Int sobre el Síndr Down* 2008; 12: 28-32.
- Damiano DL. Activity, activity, activity: Rethinking our physical therapy approach to cerebral palsy. *Phys Ther* 2006; 86: 1534-40.
- Palisano R, Rosenbaum P, Walter S, Russell D, Wood E, Galuppi B. Reliability of a system, function in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 1997; 39: 214-23.
- Kolb B, Mychasiuk R, Muhammad A, Gibb R. Brain plasticity in the developing brain. Vol 207. 1st ed. Elsevier B.V.; 2013. doi:10.1016/B978-0-444-63327-9.00005-9
- Ali MS, Awad AS, Elassal MI. The effect of two therapeutic interventions on balance in children with spastic cerebral palsy: A comparative study. *J Taibah Univ Med Sci* 2019; 14: 350-6.
- De Almeida Carvalho Duarte N, Grecco LAC, Galli M, Fregni F, Santos Oliveira C. Effect of transcranial direct-current stimulation combined with treadmill training on balance and functional performance in children with cerebral palsy: A double-blind randomized controlled trial. *PLoS One* 2014; 35: 2840-8.
- Grecco LAC, Duarte N de AC, Mendonça ME, et al. Transcranial direct current stimulation during treadmill training in children with cerebral palsy: A randomized controlled double-blind clinical trial. *Res Dev Disabil* 2014; 35: 2840-8.
- Cho C, Hwang W, Hwang S, Chung Y. Treadmill training with virtual reality improves gait, balance, and muscle strength in children with cerebral palsy. *Tohoku J Exp Med* 2016; 238: 213-8.
- Monasterio A. ¿Qué es el tapiz rodante? Blog de Fisioterapia. Published 2017. En: <https://www.blogdefisioterapia.com/que-es-el-tapiz-rodante-treadmill/>; consultado enero 2021.
- Damiano, DL DeJong S. A Systematic Review of the Effectiveness of treadmill training and body weight support in pediatric rehabilitation. *J Neurol Phys Ther* 2009; 33: 27-44.
- Mattern-Baxter K, Looper J, Zhou C, Bjornson K. Low-intensity vs high-intensity home-based treadmill training and walking attainment in young children with spastic diplegic cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil* 2020; 101: 204-12.
- Ulrich D, Ulrich B, Angulo-Kinzler R, Yun J. Treadmill training of infants with Down syndrome: evidence-based developmental outcomes. *Pediatrics* 2015; 108: 201-4.
- Bjornson KF, Moreau N, Bodkin AW. Short-burst interval treadmill training walking capacity and performance in cerebral palsy: a pilot study. *Dev Neurorehabil* 2019; 22: 126-33.
- Emara HAMAHA. Effect of a new physical therapy concept on dynamic balance in children with spastic diplegic cerebral palsy. *Egypt J Med Hum Genet* 2015; 16: 77-83.
- Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: explanation and elaboration. *BMJ* 2009; 362: e1-e34.
- de Morton NA. The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. *Aust J Physiother* 2009; 55: 129-33.
- Grecco LAC, Zanon N, Sampaio LMM, Oliveira CS. A comparison of treadmill training and overground walking

- in ambulant children with cerebral palsy: Randomized controlled clinical trial. *Clin Rehabil* 2013; 27: 686-96.
28. Grecco LAC, Tomita SM, Christovão TCL, Pasini H, Sampaio LMM, Oliveira CS. Effect of treadmill gait training on static and functional balance in children with cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Brazilian J Phys Ther* 2013; 17: 17-23.
 29. Emara HA, El-Gohary TM, Al-Johany AH. Effect of body-weight suspension training versus treadmill training on gross motor abilities of children with spastic diplegic cerebral palsy. *Eur J Phys Rehabil Med* 2016; 52: 356-63.
 30. El-Meniawy GH, Kamal HM, Elshemy SA. Role of treadmill training versus suspension therapy on balance in children with Down syndrome. *Egypt J Med Hum Genet* 2012; 13: 37-43.
 31. Alsakhawi RS, Elshafey MA. Effect of core stability exercises and treadmill training on balance in children with Down syndrome: Randomized controlled trial. *Adv Ther* 2019; 36: 2364-73.
 32. Angulo-Barroso RM, Wu J, Ulrich DA. Long-term effect of different treadmill interventions on gait development in new walkers with Down syndrome. *Gait Posture* 2008; 27: 231-8.
 33. Valentin-Gudiol M, Mattern-Baxter K, Girabent-Farres M, Bagur-Calafat C, Hadders-Algra M, Angulo-Barroso R. Treadmill interventions in children under six years of age at risk of neuromotor delay. *Cochrane Database Syst Rev* 2017; 7: CD009242.
 34. Moseley A, Stark C, Pollock A. Treadmill training and body weight support for walking after stroke (Review). *Cochrane Database Syst Rev* 2017; 8: CD002840.
 35. Lotan M, Isakov E, Merrick J. Improving functional skills and physical fitness in children with Rett syndrome. *J Intellect Disabil Res* 2004; 48: 730-5.
 36. Escribano-Ardura S, Cuesta-Gómez A, Fernández-González P, Carratalá-Tejada M, Molina-Rueda F. Entrenamiento en cinta rodante con soporte parcial del peso corporal en pacientes con lesión medular incompleta: revisión sistemática. *Rev Neurol* 2020; 71: 85-92.
 37. Flores MB, Da Silva CP. Trunk control and gross motor outcomes after body weight supported treadmill training in young children with severe cerebral palsy: a non-experimental case series. *Dev Neurorehabil* 2019; 22: 499-503.
 38. Aras B, Yaşar E, Kesikburun S, Türker D, Tok F, Yılmaz B. Comparison of the effectiveness of partial body weight-supported treadmill exercises, robotic-assisted treadmill exercises, and anti-gravity treadmill exercises in spastic cerebral palsy. *Turkish J Phys Med Rehabil* 2019; 65: 361-70.