



Review of the Effectiveness of Advanced Equipments in Cerebral Palsy Children during Gait

Mansour Noori*¹, Seyed Ali Hosseini² , Nazila Akbarfahimi³ 

1. PhD Candidate of Occupational therapy, Occupational Therapy Department, USWR, Tehran, Iran
2. PhD of Occupational Therapy, Professor, Occupational Therapy Department, USWR, Tehran, Iran
3. PhD of Occupational Therapy, Professor Assistant, Occupational Therapy Department, USWR, Evin, Tehran, Iran

Received: 2018.July.14

Revised: 2018.August.23

Accepted: 2018.September.03

Abstract

Background and Aims: Cerebral palsy is one of the central nervous system disorders that limits movement and posture. Obtaining gaiting ability is one of the main targets in these children targeted by rehabilitation teams. Many advanced tools and equipment have been designed in order to train and rectify cerebral children's gait all over the world. The aim of the present study was to review the effectiveness of these equipment in cerebral palsy children's gait.

Materials and Methods: The current study was carried out to review and evaluate effectiveness of advanced equipment. Various databases were searched for articles published between 2005 and July 2016 which resulted in obtaining 216 studies among which 32 articles were in line with the topic of the present study.

Results: Based on the studies reviewed, advanced equipment that are mostly used as gait trainer are effective in training and rectifying gait. These studies show that this type of intervention that is sometimes accompanied by virtual reality rehabilitation, can be effective in improving gait parameters such as step length, speed, duration, and the muscles strength.

Conclusion: According to the results, It seems that using advanced equipment along with other rehabilitative interventions can accelerate obtaining and rectifying gaiting ability in cerebral palsy children and it can be proposed as an efficient method in rehabilitations.

Keywords: Cerebral palsy; Gait; Technology

Cite this article as: Mansour Noori, Seyed Ali Hossein, Nazila Akbarfahimi. Review of the Effectiveness of Advanced Equipments in Cerebral Palsy Children during Gait. J Rehab Med. 2019; 8(3): 272-278.

* **Corresponding Author:** Mansour Noori, PhD Candidate of occupational therapy, Occupational Therapy Department, USWR, Tehran, Iran.

Email: ot.noori@gmail.com

DOI: 10.22037/jrm.2018.110695.1461

بررسی مروری اثربخشی استفاده از تجهیزات پیشرفته در راه رفتن کودکان فلج مغزی

منصور نوری*^۱، سید علی حسینی^۲، نازیلا اکبرفهمی^۳

۱. دانشجوی دکتری تخصصی کاردرمانی، گروه آموزشی کاردرمانی، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، تهران، ایران
۲. استاد، گروه آموزشی کاردرمانی، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، تهران، ایران
۳. استادیار، گروه آموزشی کاردرمانی، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، تهران، ایران

* دریافت مقاله ۱۳۹۷/۰۴/۲۳ بازنگری مقاله ۱۳۹۷/۰۶/۰۱ پذیرش مقاله ۱۳۹۷/۰۶/۱۲ *

چکیده

مقدمه و اهداف

فلج مغزی از جمله اختلالات سیستم عصبی مرکزی است که موجب محدودیت در حرکت و پوسچر می‌شود. کسب توانایی راه رفتن یکی از اهداف اصلی تیم‌های توانبخشی در این کودکان می‌باشد. بدین منظور ابزارها و دستگاه‌های پیشرفته‌ای در سراسر دنیا جهت آموزش و اصلاح راه رفتن کودکان فلج مغزی طراحی و ساخته شده است؛ لذا هدف مطالعه حاضر بررسی مروری اثربخشی این تجهیزات در راه رفتن کودکان فلج مغزی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر یک مطالعه مروری توصیفی می‌باشد که اثربخشی استفاده از تجهیزات پیشرفته را در راه رفتن کودکان فلج مغزی مورد بررسی قرار می‌دهد. در این مطالعه از بانک‌های اطلاعاتی داخلی و خارجی بین سال‌های ۲۰۰۵ تا ماه جولای ۲۰۱۶ برای جمع‌آوری اطلاعات استفاده شده است که از ۲۱۶ مقاله به‌دست‌آمده ۳۲ مقاله کامل مرتبط با موضوع، مورد مطالعه قرار گرفته است.

یافته‌ها

طبق مطالعات بررسی‌شده استفاده از تجهیزات پیشرفته که غالباً به عنوان آموزش‌دهنده راه رفتن بوده، تاثیر زیادی در آموزش و اصلاح راه رفتن داشته است. بررسی مطالعات نشان می‌دهد این‌گونه مداخلات که در برخی موارد همراه با توانبخشی واقعیت مجازی بوده، در بهبود مولفه‌های راه رفتن از جمله طول گام، سرعت، مدت زمان و قدرت عضلات موثر می‌باشد.

نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد استفاده از تجهیزات پیشرفته همراه با سایر مداخلات توانبخشی می‌تواند در تسریع کسب مهارت راه رفتن و اصلاح آن در کودکان فلج مغزی موثر بوده و به عنوان روشی کارآمد در توانبخشی مطرح گردد.

واژه‌های کلیدی

فلج مغزی؛ راه رفتن؛ فناوری

نویسنده مسئول: منصور نوری، دانشجوی دکتری تخصصی کاردرمانی، گروه آموزشی کاردرمانی، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، تهران، ایران

آدرس الکترونیکی: ot.noori@gmail.com

فلج مغزی^۱ گروهی از اختلالات ثابت رشدی-حرکتی است که غیرپیشرونده بوده و در جنین در حال رشد یا مغز نوزاد اتفاق می‌افتد و در تمام طول زندگی ادامه پیدا می‌کند. فلج مغزی موجب محدودیت در حرکت و پوسچر فرد شده و در حوزه‌های مختلف زندگی فرد تاثیر محسوسی می‌گذارد.^[۱] این اختلال در دنیا به عنوان یکی از شایع‌ترین دلایل ناتوانی در کودکان به شمار می‌رود. شیوع فلج مغزی در ایران ۲,۰۶ نفر در هر ۱۰۰۰ تولد زنده^[۲] و در بسیاری از کشورها ۲ نفر در ۱۰۰۰ تولد زنده می‌باشد که این آمار در اروپا طی دو دهه اخیر تغییر چندانی نداشته است.^[۳]

اختلالات حرکتی در فلج مغزی موجب محدودیت در جابه‌جایی و سیر رشد طبیعی کودک شده و ممکن است با اختلال در حس، درک، شناخت، ارتباط، تشنج و غیره همراه باشد. ضایعه نورولوژیک فلج مغزی به دلیل آسیب دائمی در ساختار مغز قابل درمان نمی‌باشد، ولی برخی از پیامدهای شاخص آن از جمله اختلال در حرکت قابل درمان می‌باشد.^[۴] بسیاری از کودکان با فلج مغزی با مداخلات پزشکی و توانبخشی توانایی کسب حرکات و مراحل رشدی را پیدا می‌کنند، به طوری که با این مداخلات بسیاری از این کودکان قادر به راه رفتن می‌شوند.^[۵]

راه رفتن مناسب کودکان فلج مغزی موجب افزایش مشارکت^۲ این کودکان در محیط‌های اجتماعی از جمله مدرسه شده و بر روی اعتماد به نفس و کیفیت زندگی^۳ آنها تاثیر مثبتی دارد.^[۶] توانایی راه رفتن مرز بین استقلال و وابستگی در بسیاری از کودکان فلج مغزی می‌باشد، این استقلال از مهارت‌های روزمره زندگی تا سطوح بالای حضور در جامعه و کیفیت زندگی مناسب را در برمی‌گیرد.^[۷] به همین دلیل مداخله بالینی بر روی راه رفتن و اصلاح الگوی آن به عنوان هدفی بارز برای خود کودکان مبتلا به فلج مغزی، والدین آنها و درمانگران شده است. با توجه به اینکه بالا رفتن سن کودکان و نزدیک شدن به سن بلوغ و هم‌زمان با افزایش توده بدنی احتمال کاهش عملکرد حرکتی از جمله راه رفتن در این افراد وجود دارد، درمان‌های سنتی و روتین کاردرمانی و فیزیوتراپی که معمولاً به صورت طولانی‌مدت و دائمی بوده، در برخی موارد کارایی کمتری در حوزه راه رفتن داشته است.^[۸] به همین علت نتایج بررسی مطالعات نشان می‌دهد در دو دهه اخیر پژوهشگران درصدد طراحی و استفاده از تجهیزات و تکنولوژی‌های پیشرفته به منظور ایجاد و اصلاح الگوی راه رفتن بوده‌اند.^[۹] تجهیزات مورد استفاده غالباً به صورت رباتیک طراحی شده که برخی از آنها به صورت کلی عمل راه رفتن و برخی به منظور کمک به بخشی از پروسه راه رفتن (مانند ارتزهایی که مربوط به یک یا چند مفصل می‌باشند) مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین در نظر گرفتن شرایط شناختی و انگیزشی از جمله واقعیت مجازی^۴ همراه با تجهیزات پیشرفته آموزش راه رفتن بیش از پیش مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است.^[۱۰]

هدف از مطالعه حاضر بررسی مروری اثربخشی مداخلات بر روی راه رفتن با استفاده از تجهیزات و تکنولوژی‌های پیشرفته می‌باشد و هدف اختصاصی آن بررسی مروری اثربخشی این نوع مداخلات بر حوزه‌های مختلف راه رفتن و بررسی اثربخشی همراهی این تجهیزات با توانبخشی واقعیت مجازی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مطالعه کنونی یک مطالعه مروری می‌باشد که اثربخشی استفاده از تجهیزات پیشرفته را مورد بررسی قرار می‌دهد. در این مطالعه از بانک‌های اطلاعاتی داخلی و خارجی بین سال‌های ۲۰۰۵ تا ماه جولای ۲۰۱۶ برای جمع‌آوری اطلاعات استفاده شده است که از ۲۱۶ مقاله به-دست‌آمده ۳۲ مقاله کامل مرتبط با موضوع، مورد مطالعه قرار گرفته است. در این مطالعه از منابع زیر برای جمع‌آوری اطلاعات استفاده شده است:

(۱) بانک‌های اطلاعاتی الکترونیکی داخلی و خارجی:

Medline, Pubmed, OVID Medline, ProQuest, Web of science, OT Search, SID, MEDLIB and Iran doc, Cohort Database of Systematic Review

(۲) موتور جستجوگر Google Scholer

(۳) مجلات معتبر خارجی:

Developmental Medicine and Child Neurology, Archive Physical Medicine and Rehabilitation, Journal of The American Physical Therapy Association

¹ Cerebral Palsy

² Participation

³ Quality of Life

⁴ Virtual Reality

در این مطالعه از کلیدواژه‌های زیر بر اساس MESH به صورت جداگانه و ترکیبی استفاده شده است:

Cerebral Palsy(CP), Occupational Therapy(OT), Physical Therapy(PT), Rehabilitation, Gait Rehabilitation, Gait Training, Gait Education, Walking Rehabilitation, Technological Advancement, Gait Orthosis, Treadmill Therapy, Robotic Gait Training, Lokomat, Virtual Reality, Biofeedback Therapy

جدول ۱: معیارهای ورود و خروج مطالعات

معیارهای ورود به مطالعه
مطالعاتی که از تجهیزات پیشرفته و فناورانه در زمینه کودکان فلج مغزی استفاده کرده‌اند. در دسترس بودن چکیده یا متن کامل مقالات، و مطالعات بین سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۶
معیارهای خروج از مطالعه
مطالعات با زبان‌های غیر از فارسی و انگلیسی و مطالعات معرفی تجهیزات بدون بررسی اثربخشی آن

یافته‌ها

مستندات در مورد اثربخشی تجهیزات پیشرفته در اجزای بیومکانیک راه رفتن

فلج مغزی از اختلالات نورولوژیک است که در نهایت منجر به محدودیت در حرکت می‌شود.^[۱] با توجه به شدت آسیب مغزی، میزان محدودیت در حرکات، به خصوص راه رفتن و جابه‌جایی مشخص می‌شود. در آسیب‌های خفیف مهارت‌های حرکتی در کودکان فلج مغزی شرایط بهتری داشته و در برخی موارد این کودکان به موقع و در سن مناسب راه رفتن را کسب می‌کنند و در طرف مقابل طیف، در آسیب‌های شدید ممکن است کودک هیچ‌وقت مهارت راه رفتن را کسب نکند.^[۱۸] ضعف و بدعملکردی در ستون فقرات و مفاصل لگن، زانو و مچ پا بیشتر از هر چیزی راه رفتن را تحت تاثیر قرار می‌دهد.^[۱۲] مطالعاتی که از تجهیزات پیشرفته و رباتیک استفاده شده، تغییرات در الگوهای حرکتی مانند دامنه حرکتی، قدرت، سرعت راه رفتن را در این مفاصل گزارش کرده‌اند.^[۱۳-۱۵] برخی از این تجهیزات مانند دستگاه لوکومات همراه با آموزش تردمیل بوده که سرعت راه رفتن را نیز گزارش کرده‌اند و برخی دیگر با استفاده از تجهیزاتی که صرفاً بر روی مفاصل بوده و به عنوان یک ارتز کمکی و معمولاً حرکات یک مفصل را مورد ارزیابی قرار می‌دهد است.^[۱۶-۱۸]

مطالعه‌ای به منظور بهبود راه رفتن از رباتی با عنوان اسکای‌واکر^۵ در افراد سکتة مغزی و فلج مغزی استفاده کرده است که نتایج بهبود در تعادل، دامنه حرکتی و قدرت عضلات اندام تحتانی گزارش کرده است. این ربات به صورت غیرفعال کنترل شده و در جامعه آماری محدود اثربخشی آن به اثبات رسیده است.^[۱۹]

با توجه به این که افراد فلج مغزی در بزرگسالی مشکلاتی نظیر درد و خستگی دارند و بدعملکردی اسکلتی-عضلانی منجر به کاهش حرکت و جابه‌جایی می‌شود، استفاده از این تجهیزات می‌تواند حرکات را تسهیل کرده و میزان مشارکت این افراد در روند درمان توانبخشی را افزایش دهد. مطالعات مشابه نشان می‌دهد مداخله در این افراد با هدف تسهیل راه رفتن در نهایت در حوزه‌های کیفیت زندگی، اعتماد به نفس و مشارکت اجتماعی نیز اثربخشی مثبتی داشته است.^[۸]

نکته قابل توجه در استفاده از این تجهیزات از نقطه‌نظر بیومکانیک این بوده که استفاده از این تجهیزات هیچ‌گونه عوارضی نداشته و به راحتی با روش‌های دیگر توانبخشی به صورت هم‌زمان می‌توان به کار گرفته شود. به طور کلی در صورت استفاده دقیق و منظم از آنها تاثیر بر دامنه حرکتی و راحتی حرکات موجب افزایش تحمل عضلانی و بهبود تعادل حرکتی نیز می‌شود.^[۲۰-۲۳]

در مطالعاتی که صرفاً با هدف بهبود آسیب‌های مچ پا در کودکان فلج مغزی با استفاده از توانبخشی رباتیک انجام شده است، نشان می‌دهد استفاده منظم و به طور متوسط ۳ هفته‌ای از این وسیله، دامنه حرکتی فعال و غیرفعال در مچ پا افزایش پیدا کرده که در نهایت، میزان جابه‌جایی و کنترل حرکتی در این کودکان به طور قابل توجهی نسبت به قبل از استفاده از این وسیله افزایش پیدا کرده است. این وسیله به عنوان یک ارتز غیرمکانیکی در جهت تسهیل حرکات مچ پا طراحی شده است.^[۲۶]

مستندات در مورد اثربخشی تجهیزات پیشرفته در اجزای مفهومی راه رفتن

راه رفتن به صورت عمومی در دو فاز استقرار^۶ و تاب خوردن^۷ صورت می‌گیرد. فاز استقرار زمانی است که هر پا تحمل وزن انجام می‌دهد و فاز تاب خوردن زمانی است که پا در حرکت بوده و شرایط حرکت رو به جلو را فراهم می‌کند و تحمل وزنی روی پاها وجود ندارد.^[۲۴]

⁵ MIT_Skywalker

⁶ Stance

⁷ Swing

در کودکان فلج مغزی به علت تعادل کم و تغییر در خط ثقل بدن معمولا فاز تاب خوردن در مدت زمان بسیار کوتاهی نسبت به حالت عادی صورت می‌گیرد و به طور کلی این افراد در هنگام راه رفتن فاز استقرار بیشتری را تجربه می‌کنند. این مسئله خود در بسیاری از موارد موجب کاهش سرعت حرکت، کاهش طول گام و کاهش میزان جابه‌جایی افراد فلج مغزی می‌شود.^[۲۶، ۲۵، ۱۱]

بسیاری از مطالعاتی که از تجهیزات و ابزارهای پیشرفته استفاده می‌کنند، معمولا پایه استفاده از ترمیم دارند. استفاده از ترمیم موجب کارایی بیشتر افراد شده و میزان مصرف انرژی فرد را کاهش می‌دهد، ولی بخشی از مراحل راه رفتن، مانند نیروی انتقال وزن رو به جلو توسط ترمیم انجام می‌شود و فرد در اجرای آن نقش منفعلی دارد.^[۵] مطالعات نشان می‌دهد استفاده از این وسایل موجب بهبود و افزایش سرعت راه رفتن و تبدیل سریع فاز استقرار به فاز تاب خوردن در افراد فلج مغزی می‌شود. این افراد تغییرات قابل توجهی هم در روند مداخله و هم در راه رفتن بر روی زمین را نشان می‌دهند.^[۲۷]

در برخی مطالعات که وزن بدن افراد توسط سیستم تعلیق کاسته شده است، نشان می‌دهد این افراد با تسلط بیشتری روی دستگاه حرکت کرده و به صورت تدریجی توانایی افزایش تحمل وزن را در شرایط راه رفتن مناسب‌تری (سرعت بالا و تعادل مناسب) از خود نشان می‌دهند.^[۲۸، ۲۹، ۴]

میزان خستگی افراد فلج مغزی نیز در کاهش الگوی راه رفتن تاثیرگذار بوده و مطالعات نشان می‌دهد افزایش تدریجی تمرینات و آموزش نحوه صحیح ذخیره انرژی نیز در این افراد، همراه با استفاده از تجهیزات پیشرفته و رباتیک موجب افزایش مدت زمان راه رفتن با الگو و شرایط مناسب می‌شود.^[۸، ۴]

مستنداتی در مورد اثربخشی توانبخشی واقعیت مجازی همراه با راه رفتن

واقعیت مجازی یک تکنولوژی و فناوری نوینی است که به امکان شبیه‌سازی محیط واقعی در قالب ساختاری مجازی را می‌دهد. فعالیت‌ها و بازی‌های طراحی شده در قالب واقعیت مجازی همانند سایر کودکان برای کودکان فلج مغزی جذاب و لذت‌بخش می‌باشد. مطالعات نشان داده است که مداخلاتی که همراه با واقعیت مجازی بر روی کودکان انجام شده به مراتب همکاری و مشارکت بالاتری نسبت به مداخلات روتین گزارش کرده‌اند.^[۳۰-۳۲] در مبحث توانبخشی راه رفتن نیز چنین است. بسیاری از مطالعاتی که در راستای بهبود راه رفتن با استفاده از تجهیزات پیشرفته بوده، هم‌زمان از واقعیت مجازی نیز به منظور مشارکت بیشتر فرد و همچنین افزایش توجه و تمرکز فرد در حین تمرین بر روی دستگاه استفاده شده است. در اکثر مطالعات واقعیت مجازی به عنوان روشی قدرتمند در فعالیت‌های هدفمند و انگیزشی معرفی شده است و در مطالعات مقایسه‌ای نشان داده شده که فعالیت‌های همراه با واقعیت مجازی به مراتب اثربخشی بالاتری در حوزه‌های شناختی و حرکتی نسبت به سایر مداخلات داشته است.^[۳۳، ۱۵]

تکنولوژی پیشرفته و جدیدی به نام لوکومات^۸ به صورت ویژه توانبخشی راه رفتن همراه با واقعیت مجازی را به صورت هم‌زمان فراهم کرده است. این وسیله در ابتدا، برای بیماران ضایعات نخاعی طراحی شده بود که امروزه در بسیاری از کشورها نسخه مخصوص کودکان آن به منظور توانبخشی راه رفتن کودکان فلج مغزی و سایر اختلالات مورد استفاده قرار می‌گیرد. این وسیله با پایه ترمیم و سیستم تعلیق وزن و همچنین بخش‌هایی که اندام تحتانی را حمایت می‌کند، راه رفتن فرد را بسته به میزان توانایی او هدایت می‌کند. مطالعات وسیعی که در کشورهای مختلف با استفاده از دستگاه لوکومات انجام شده، نشان می‌دهد این وسیله موجب بهبود مهارت‌های حرکتی از جمله قدرت عضله، تحمل عضلات اندام تحتانی، دامنه حرکتی و تعادل و همچنین سبب بهبود الگوهای حرکتی راه رفتن مانند سرعت حرکت، طول گام، عرض گام و روانی حرکت می‌شود.^[۳۴، ۳۳، ۳۵] در کودکان اسپاستیک استفاده از دستگاه لوکومات علاوه بر اثربخشی بر روی قدرت عضلات بر کاهش اسپاسم عضلات اندام تحتانی و افزایش حرکات ارادی نیز موثر بوده است.^[۳۶] خلاصه‌ای از مطالعاتی که تجهیزات مختلفی در آنها مورد استفاده قرار گرفته، در جدول ۲ نشان شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

با بررسی و جمع‌بندی مطالعات صورت‌گرفته طی دهه اخیر به نظر می‌رسد توجه به مفهوم و یادگیری راه رفتن در کشورهای توسعه‌یافته اهمیت بسزایی دارد. راه رفتن به عنوان هدفی قدرتمند و مهم برای خود بیمار فلج مغزی، خانواده و مراقبین و همچنین تیم درمان می‌باشد. بسیاری از فرآیندهای حضور در جامعه، مشارکت اجتماعی، اعتماد به نفس و کیفیت زندگی وابسته به توانایی‌های راه رفتن می‌باشد. آنچه که مهم است علاوه بر توانایی راه رفتن، کسب مهارت در راه رفتن، توانایی راه رفتن طولانی و با ظاهری مناسب راه رفتن است. بسیاری از تجهیزات و ابزارهای فناورانه که بیشتر در ابتدا به صورت ایده و اختراع بوده، امروزه در حوزه درمان و توانبخشی افراد فلج مغزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. استفاده از این گونه وسیله‌ها همراه با سایر روش‌های درمانی به مراتب تاثیرگذاری بیشتری داشته که علاوه بر درمان مناسب، شرایط مشارکت مناسب و حداکثری فرد را فراهم می‌کند.^[۳۱، ۱۱]

⁸ LOKOMAT

استفاده از این تجهیزات، علاوه بر تاثیر مستقیمی که بر روی راه رفتن و بهبود مهارت داشته و در صورت همراهی با مداخلات شناختی از جمله واقعیت مجازی و بیوفیدبک، تاثیر غیرمستقیم بر روی مهارت‌های توجهی و شناختی افراد فلج مغزی نیز می‌گذارد.

جدول ۲: خلاصه‌ای از مطالعات صورت گرفته در رابطه با استفاده از تجهیزات پیشرفته

پژوهشگر	سال	نوع فلج مغزی/اسن	نوع و سطح پژوهش	نتایج اصلی
Taeyou	۲۰۱۵	اسپاستیک/	Cross-sectional Comparative/III	بهبود طول و عرض گام، بهبود دید فضایی
Chunhee Cho	۲۰۱۶	اسپاستیک	Pretest-post Test without Control Group/III	بهبود حرکات درشت، قدرت عضلات و تعادل
Susko	۲۰۱۶	اسپاستیک/۱۰	Pretest-post Test without Control Group/III	بهبود تعادل و ریتم در راه رفتن
Edward	۲۰۱۵	اسپاستیک	Pretest-post Test without Control Group/III	بهبود قدرت و عملکرد
Vanhedel	۲۰۱۴	اسپاستیک/۴ تا ۱۹	RCT/II	اثربخشی مداخله بر روی کودکان با مشکلات شدید
Phelan	۲۰۱۵	اسپاستیک	Qualitative Study	تجربه‌ای جدید و مناسب برای بیماران در استفاده از تجهیزات
Beveridge	۲۰۱۵	گزارش نشده	Qualitative Study	بهبود راه رفتن با استفاده از تجهیزات توام با دانش درمانگران
Patritti	۲۰۱۰	اسپاستیک	Case Report/V	کاهش درد و خستگی و بهبود راه رفتن
Burdea	۲۰۱۳	اسپاستیک/۴ تا ۸	Experimental without Control Group/III	بهبود عملکرد و کیفیت زندگی/افزایش قدرت و ریتم میچ پا
Smania	۲۰۱۲	اسپاستیک/۱۰ تا ۱۸	Case Report/V	توانایی راه رفتن با کمک وسیله مورد مطالعه
Borggrafe	۲۰۰۷	اسپاستیک/۶	Case Report/V Case Report/V	بهبود سرعت و تحمل عضلات/افزایش مهارت ایستادن، دویدن و پریدن
Britsch	۲۰۱۰	گزارش نشده/۶ تا ۱۴	Experimental without Control Group/III	اثربخشی واقعیت مجازی در عملکرد حرکتی
Koenig	۲۰۰۸	گزارش نشده/۱۰ تا ۱۳	Case Report/V	اثربخشی واقعیت مجازی در عملکرد حرکتی
Lunenburger	۲۰۰۵	اسپاستیک	-	استفاده از دستگاه لوکومات به عنوان ابزار ارزیابی
Schmartz	۲۰۱۰	اسپاستیک	-	استفاده از دستگاه لوکومات به عنوان ابزار ارزیابی
Druzicki	۲۰۱۰	اسپاستیک/۶ تا ۱۴	Experimental without Control Group/III	بهبود تعادل راه رفتن
Meyerheim	۲۰۰۷	گزارش نشده/۴	Narrative Review/IV	اهمیت واقعیت مجازی و ایجاد انگیزه در کاردرمانی
Lunenburg	۲۰۰۷	گزارش نشده	Review/IV	اهمیت سیستم بیوفیدبک در توانبخشی راه رفتن
Borggrafe	۲۰۰۸	گزارش نشده/۱۱	Experimental without Control Group/III	تاثیر مثبت و ایمن و راحتی استفاده از وسیله
Damiano	۲۰۰۹	گزارش نشده	Systematic Review/I	اثربخشی تردمیل‌تراپی در سرعت و حرکت کودکان
Wu	۲۰۱۴	گزارش نشده	Experimental without Control Group/III	افزایش دامنه حرکتی میچ پا و بهبود کنترل حرکتی
Tatla	۲۰۱۳	گزارش نشده	Systematic Review/I	اهمیت ایجاد انگیزه در مشارکت کودکان
Druzicki	۲۰۱۳	گزارش نشده	RCT/II	افزایش دامنه حرکتی لگن و میچ پا
Chrysagis	۲۰۱۲	گزارش نشده	Pilot Study/V	بهبود مهارت‌های تعادلی
Schular	۲۰۱۱	گزارش نشده/۵ تا ۱۴	RCT/II	اهمیت واقعیت مجازی در انگیزش کودکان

منابع

- Rosenbaum, P., et al., A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. Dev Med Child Neurol Suppl, 2007. 109(suppl 109): p. 8-14.
- Dalvand, H., et al., Relationship between gross motor and intellectual function in children with cerebral palsy: a cross-sectional study. Archives of physical medicine and rehabilitation. 93(3): p. 480-484.
- Beveridge, B., et al., "You gotta try it all": Parents' Experiences with Robotic Gait Training for their Children with Cerebral Palsy. Physical & occupational therapy in pediatrics. 35(4): p. 327-341.
- Dobkin, B.H. and P.W. Duncan, Should Body Weight-Supported Treadmill Training and Robotic-Assistive Steppers for Locomotor Training Trot Back to the Starting Gate? Neurorehabilitation and neural repair. 26(4): p. 308-317.
- Jung, T., et al., Biomechanical and perceived differences between overground and treadmill walking in children with cerebral palsy. Gait & posture. 45: p. 1-6.
- Burdea, G.C., et al., Robotics and gaming to improve ankle strength, motor control, and function in children with cerebral palsy: A case study series. IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering. 21(2): p. 165-173.
- Noori, M., et al., Relationship between upper extremity function and quality of life in the children with spastic cerebral palsy in Tehran 2013. Pajouhan Scientific Journal. 13(3): p. 40-48.

8. Patrjti, B.L., et al., Robotic gait training in an adult with cerebral palsy: a case report. *PM&R*. 2(1): p. 71-75.
9. Smania, N., et al., Applicability of a new robotic walking aid in a patient with cerebral palsy. *Case report. European journal of physical and rehabilitation medicine*. 48(1): p. 147-153.
10. BrÄtsch, K., et al., Virtual reality for enhancement of robot-assisted gait training in children with neurological gait disorders. *Journal of rehabilitation medicine*. 43(6): p. 493-499.
11. Damiano, D.L. and S.L. DeJong, A systematic review of the effectiveness of treadmill training and body weight support in pediatric rehabilitation. *Journal of neurologic physical therapy: JNPT*, 2009. 33(1): p. 27.
12. Wu, Y.-N., et al. Efficacy of robotic rehabilitation of ankle impairments in children with cerebral palsy. in *2010 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology: IEEE*.
13. Borggraefe, I., et al., Improved gait parameters after roboticâassisted locomotor treadmill therapy in a 6âyearâold child with cerebral palsy. *Movement Disorders*, 2008. 23(2): p. 280-283.
14. Krebs, H.I., et al., Robotâassisted taskâspecific training in cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 2009. 51(s4): p. 140-145.
15. Chrysagis, N., et al., The effect of treadmill training on gross motor function and walking speed in ambulatory adolescents with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 91(9): p. 747-760.
16. Cho, C., et al., Treadmill training with virtual reality improves gait, balance, and muscle strength in children with cerebral palsy. *The Tohoku journal of experimental medicine*. 238(3): p. 213-218.
17. Washabaugh, E.P., et al., A Novel Application of Eddy Current Braking for Functional Strength Training During Gait. *Annals of biomedical engineering*: p. 1-14.
18. Wu, M., et al. Locomotor training through a 3D cable-driven robotic system for walking function in children with cerebral palsy: A pilot study. in *2014 36th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society: IEEE*.
19. Susko, T., K. Swaminathan, and H. Krebs, MIT-Skywalker: A Novel Gait Neurorehabilitation Robot for Stroke and Cerebral Palsy.
20. Phelan, S.K., B.E. Gibson, and F.V. Wright, What is it like to walk with the help of a robot? *ChildrenâTM's perspectives on robotic gait training technology. Disability and rehabilitation*. 37(24): p. 2272-2281.
21. Borggraefe, I., et al., Safety of robotic-assisted treadmill therapy in children and adolescents with gait impairment: a bi-centre survey. *Developmental neurorehabilitation*. 13(2): p. 114-119.
22. Schmartz, A.C., et al., Measurement of muscle stiffness using robotic assisted gait orthosis in children with cerebral palsy: a proof of concept. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*. 6(1): p. 29-37.
23. Borggraefe, I., et al., Robotic-assisted treadmill therapy improves walking and standing performance in children and adolescents with cerebral palsy. *European journal of paediatric neurology*. 14(6): p. 496-502.
24. Perry, J. and J.M. Burnfield, *Gait analysis: normal and pathological function*. 1992.
25. LÄnenburger, L., G. Colombo, and R. Riener, Biofeedback for robotic gait rehabilitation. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 2007. 4(1): p. 1.
26. DruÄbicki, M., et al., Assessment of the impact of orthotic gait training on balance in children with cerebral palsy. *Acta Bioeng Biomech*. 12(3): p. 53-8.
27. van Hedel, H.J., A. Meyer-Heim, and C. RÄsch-Bohtz, Robot-assisted gait training might be beneficial for more severely affected children with cerebral palsy: Brief report. *Developmental neurorehabilitation*: p. 1-6.
28. Koenig, A., et al., Virtual gait training for children with cerebral palsy using the Lokomat gait orthosis. *Studies in health technology and informatics*, 2007. 132: p. 204-209.
29. Meyer-Heim, A., et al., Improvement of walking abilities after robotic-assisted locomotion training in children with cerebral palsy. *Archives of Disease in Childhood*, 2009. 94(8): p. 615-620.
30. MeyerâHeim, A., et al., Feasibility of roboticâassisted locomotor training in children with central gait impairment. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 2007. 49(12): p. 900-906.
31. Tatla, S.K., et al., Evidence for outcomes of motivational rehabilitation interventions for children and adolescents with cerebral palsy: an American Academy for Cerebral Palsy and Developmental Medicine systematic review. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 55(7): p. 593-601.
32. Schuler, T., et al., Virtual realities as motivational tools for robotic assisted gait training in children: A surface electromyography study. *NeuroRehabilitation*. 28(4): p. 401-411.
33. Druzbecki, M., et al., Functional effects of robotic-assisted locomotor treadmill therapy in children with cerebral palsy. *Journal of rehabilitation medicine*. 45(4): p. 358-363.
34. Lunenburger, L., et al. Clinical assessments performed during robotic rehabilitation by the gait training robot Lokomat. in *9th International Conference on Rehabilitation Robotics, 2005. ICORR 2005. 2005: IEEE*.
35. BrÄtsch, K., et al., Influence of virtual reality soccer game on walking performance in robotic assisted gait training for children. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 7(1): p.1.
36. Schoemaker, M.M., et al., Perceptual skills of children with developmental coordination disorder. *Human movement science*, 2001. 20(1): p. 111-133.