



Original Article

The Effect of 8 Weeks of Physiotherapy with Adeli suit on Static and Dynamic Balance of Children with Cerebellar Ataxia

Seyed Hossein Hashemi¹ , Nader Rahnema²

1. PhD Student, Department of Corrective Exercise and Sport Injuries, Faculty of Sport Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran.

2. Full professor, Department of Corrective Exercise and Sport Injuries, Faculty of Sport Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran

Received: 02/07/2023, **Revised:** 15/10/2023, **Accepted:** 15/11/2023

* Corresponding Author: Nader Rahnema, E-mail: n.rahnema@spr.ui.ac.ir

How to Cite: Hashemi, H; & Rahnema, N. (2024). The Effect of 8 Weeks of Physiotherapy with Adeli suit on Static and Dynamic Balance of Children with Cerebellar Ataxia. Sport Medicine Studies, 16(40), 47-60. In Persian.

Extended Abstract

Background and Purpose

The Adeli suit, originally developed from aerospace medicine to counteract muscle atrophy and bone demineralization in cosmonauts during weightlessness, has been adapted as a therapeutic garment for neurorehabilitation, particularly in children with cerebral palsy (CP) and other neuromuscular disorders. The suit comprises elastic components and bungee cords designed to provide resistive forces, enhance proprioceptive input, improve postural alignment, and simulate normal muscle activation patterns. The therapeutic rationale is that by increasing proprioception and realigning the body, the suit can improve motor control, balance, gait, and gross motor function.

Despite its widespread use and anecdotal reports of benefits-including improved brain-to-muscle communication, enhanced muscle activation (EMG), and better postural stability-the clinical efficacy of the Adeli suit remains debated. Some controlled studies suggest it may improve mechanical efficiency and gait parameters, particularly in children with higher functional levels of CP, but do not consistently demonstrate superior gains in gross motor skills compared to conventional neurodevelopmental treatments (NDT). This ambiguity necessitates rigorous evaluation of the suit's therapeutic value, optimal patient selection, and long-term outcomes.

Materials and Methods

Several randomized controlled trials (RCTs) and clinical studies have compared Adeli suit treatment (AST) to NDT or other intensive physiotherapy programs. For example, Bar-Haim et al. (2006) randomized 24 children with CP (GMFCS Levels II–IV) to AST or NDT groups, delivering intensive therapy sessions over four weeks. Outcome measures included the Gross Motor Function Measure (GMFM-66) and mechanical efficiency indices during stair climbing, assessed immediately post-



intervention and at 10 months follow-up. Another study by Dabrowski et al. evaluated 57 children undergoing multidisciplinary therapy, with a subgroup additionally using the Adeli suit in the final four weeks. Both groups showed improvements without significant differences.

Additional studies have employed combined AST and NDT protocols, assessing effects on balance, gait, and gross motor function in children with spastic CP (GMFCS Levels I and II). These studies typically involve intensive daily or near-daily therapy sessions over several weeks, with biomechanical and functional assessments pre- and post-intervention.

Results

The evidence indicates that intensive therapy incorporating the Adeli suit can lead to improvements in motor function, gait parameters (e.g., walking speed, cadence, stride length), and mechanical efficiency. Some studies report marginally greater gains in mechanical efficiency with AST compared to NDT alone, particularly in children with higher baseline function. Improvements in proprioceptive input, trunk stability, and neuromuscular coordination have been proposed as mechanisms underlying these benefits.

However, controlled trials have not consistently demonstrated statistically significant superiority of the Adeli suit over conventional therapies. The United Cerebral Palsy (UCP) Research and Educational Foundation summarized available data as showing that while intensive therapy improves disabilities in ambulatory children with CP, the specific contribution of the Adeli suit remains unclear and likely minor. Insurance providers such as Aetna have concluded that controlled clinical studies are necessary to determine the suit's efficacy, optimal candidates, and duration of benefit.

Table 1- Covariance test results to determine the effect of research intervention on static and dynamic balance

Variables	group	F	P-Value	ES	Power
Displacement pressure of Center	experimental	4.73	*0.039	0.149	0.554
	control				
Excursion Velocity of center of pressure	experimental	6.82	*0.015	0.202	0.712
	control				
Dynamic balance	experimental	12.13	0*,002	0.31	0.919
	control				

Discussion

The Adeli suit's design, involving elastic cords that provide resistive loading and promote alignment, aligns with principles of proprioceptive enhancement and motor learning. Its potential to normalize posture and reduce abnormal muscle tone is supported by biomechanical rationale and some clinical observations. Nonetheless, the lack of consistent evidence for lasting or superior benefits compared to established neurodevelopmental therapies limits its endorsement as a standard treatment.

Critics highlight that improvements observed may reflect the effects of intensive therapy rather than the suit itself. Moreover, the high cost, time commitment, and need for specialized training pose barriers to widespread adoption. Future research should focus on large-scale, well-designed RCTs with long-term follow-up, standardized outcome measures, and stratification by functional level to clarify the suit's role.

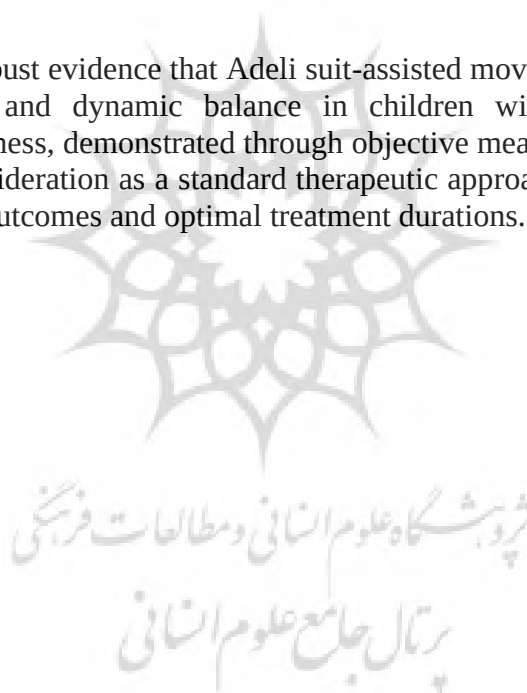
Conclusion

The Adeli suit represents a promising adjunctive tool in pediatric neurorehabilitation, particularly for children with cerebral palsy. While it may improve mechanical efficiency and gait parameters when combined with intensive therapy, current evidence does not conclusively demonstrate superiority over conventional neurodevelopmental treatments. Its use should be considered within a comprehensive rehabilitation program tailored to individual patient needs. Further rigorous research is essential to establish its efficacy, identify optimal patient populations, and determine the sustainability of therapeutic gains.

Keywords: Cerebellar Ataxia, Movement Therapy, Adeli Suit, Balance.

Article Message

This study provides robust evidence that Adeli suit-assisted movement therapy significantly enhances both static and dynamic balance in children with cerebellar ataxia. The intervention's effectiveness, demonstrated through objective measures and substantial effect sizes, warrants its consideration as a standard therapeutic approach. Future research should investigate long-term outcomes and optimal treatment durations.





تأثیر هشت هفته حرکت درمانی با لباس فضایی بر تعادل ایستا و پویای کودکان آتاکسی مخچه‌ای

سید حسین هاشمی^۱، نادر رهنما^۲

۱. دانشجوی دکتری گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.
۲. استاد گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۱۱، **تاریخ اصلاح:** ۱۴۰۲/۰۷/۲۳، **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۲/۰۸/۲۴

* Corresponding Author: Nader Rahnama, E-mail: n.rahnama@spr.ui.ac.ir

How to Cite: Hashemi, H; & Rahnama, N. (2024). The Effect of 8 Weeks of Physiotherapy with Adeli suit on Static and Dynamic Balance of Children with Cerebellar Ataxia. Sport Medicine Studies, 16(40), 47-60. In Persian.

چکیده

آتاکسی مخچه‌ای نوعی اختلال عصبی رایج در کودکی است که باعث نقص در تنظیم حرکات بدن می‌شود. کودکان مبتلا به این اختلال، معمولاً دچار ضعف کنترل حرکتی و تعادل هستند. توانایی حفظ تعادل به جهت اینکه پیش‌نیاز سایر مهارت‌های حرکتی است، از اهمیت بالایی برخوردار است. این پژوهش به منظور تعیین تأثیر هشت هفته حرکت درمانی با لباس فضایی بر تعادل ایستا و پویای کودکان آتاکسی مخچه‌ای انجام شد. در این پژوهش نیمه تجربی، ۳۰ کودک مبتلا به آتاکسی مخچه‌ای با رده سنی شش تا ده سال به صورت تصادفی در دو گروه ۱۵ نفری (گروه تمرین با لباس فضایی و کنترل) تقسیم شدند. گروه تمرین با لباس فضایی و گروه کنترل، حرکت درمانی را به مدت هشت هفته، سه جلسه ۶۰ دقیقه‌ای در هفته با کمک مربیان و تحت نظر متخصص کاردرمانی انجام دادند. از دستگاه فوت اسکن و آزمون راه رفتن یاشنه به پنجه به ترتیب برای ارزیابی تعادل ایستا و پویا استفاده شد. داده‌های پژوهش از طریق آزمون کوواریانس در سطح معناداری ($P < 0.05$) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. با کنترل پیش‌آزمون، بین گروه تجربی و کنترل در مورد مؤلفه‌های تعادل ایستا: ناحیه نوسانات مرکز فشار ($P = 0.039$) و سرعت جابجایی مرکز فشار ($P = 0.015$) تفاوت معناداری مشاهده شد. همچنین در مورد تعادل پویا نیز اختلاف معناداری بین میانگین گروه‌ها مشاهده شد ($P = 0.002$). این مطالعه می‌تواند به عنوان پایه‌ای برای تحقیقات بیشتر در زمینه اثرات حرکت درمانی با لباس فضایی برای کودکان آتاکسی مخچه‌ای مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی: آتاکسی مخچه‌ای، حرکت درمانی، لباس فضایی، تعادل.



مقدمه

آتاکسی مخچه‌ای ۱ یک نوع اختلال عصبی است که معمولاً در دوران کودکی ظاهر می‌شود و باعث کاهش توانایی کنترل و هماهنگی حرکات بدنی در افراد مبتلا می‌شود (۱). این اختلال می‌تواند باعث افت عملکرد بدنی فرد در انجام امور روزانه، مثل راه رفتن و حفظ تعادل گردد. بسیاری از کودکان مبتلا به آتاکسی مخچه‌ای، به دلیل عدم توانایی در کنترل حرکات خود، با مشکلاتی مانند سقوط و صدمات مکرر مواجه هستند. این موضوع می‌تواند تأثیر قابل توجهی در کیفیت زندگی و فعالیت‌های روزانه آن‌ها داشته باشد. در صورت عدم اقدام به مداخلات درمانی به موقع، شدت علائم آتاکسی مخچه‌ای با گذر زمان افزایش خواهد یافت (۲). علل این اختلال می‌تواند به عوامل مختلفی بازگردد، از جمله آسیب به سلول‌های عصبی مخچه، اختلالات ژنتیکی، عفونت‌های مغزی، مسمومیت‌ها و داروها. هر یک از این علل می‌توانند باعث اختلال در عملکرد مخچه و کنترل حرکتی شوند (۱).

درمان آتاکسی مخچه‌ای با توجه به وضعیت عمومی هر فرد متفاوت است و هدف اصلی آن بهبود کنترل حرکتی و توانایی انجام فعالیت‌های روزانه است (۳، ۴). یکی از مداخلات درمانی مؤثر، حرکت درمانی است که با انجام منظم و صحیح تمرینات، کودکان می‌توانند مشکلات حرکتی خود را تا حد قابل توجهی بهبود بخشند و با افزایش سطح اعتماد به نفس به راحتی در فعالیت‌های روزمره خود شرکت کنند (۵-۷). حرکت درمانی می‌تواند شامل حرکات تعادلی، کشش و تقویت عضلات، تمرینات عملکردی مختلف و استفاده از وسایل کمکی مرتبط با حرکت باشد. در ارتوپدی، استفاده از ارتوزها (دستگاه‌های پشتیبانی مکانیکی) می‌تواند در بهبود تعادل و کنترل حرکتی مؤثر باشد. این دستگاه‌ها به افراد نیازمند کمک می‌کنند تا حرکات‌های خود را با استفاده از پشتیبانی و ثبات بیشتر انجام دهند (۸، ۹).

لباس فضایی یکی از ابزارهای توانبخشی است که برای بهبود عملکرد حرکتی در افراد با مشکلات عصبی و عضلانی به کار می‌رود. این لباس از مواد ارتوپدیک و الاستیک ساخته شده است و به صورت یکپارچه بر روی کل یا قسمت‌های مختلف بدن قرار می‌گیرد. لباس فضایی بدن را تحت فشار یا کشش قرار می‌دهد تا از هر طرف بالانس شود و پشتیبانی مؤثری برای بدن فرد ایجاد کند. این لباس قابلیت تنظیم فشار و کشش را دارد و با کاهش حرکات غیرضروری و ایجاد ثبات در نقاط مهم بدن، کمک به حفظ وضعیت بدن و بهبود عملکرد حرکتی افراد می‌کند (۱۰، ۱۱). این لباس برای اولین بار در اواخر دهه ۱۹۶۰ برای فضانوردان طراحی شد. با اعمال نیروهایی بر روی تنه و اندام‌ها باعث استحکام و تقویت بدن می‌شود و اثرات نامطلوب عدم گرانش، مانند آتروفی عضلانی و استئوپنی ۳ را جبران می‌کند (۹).

1. Ataxic Cerebral Palsy
2. Orthosis
3. Osteopenia



شکل ۱- قسمتی از لباس فضایی (بخش تنه)

Figure 1 - Part of the spacesuit (torso section)

در اوایل دهه ۱۹۹۰، نوع جدیدی از لباس فضایی (ادلی سوئیت) ۱ توسط (مؤسسه اطفال آکادمی علوم پزشکی روسیه) ۲ برای کودکان فلج مغزی و سایر اختلالات عصبی-عضلانی تولید و در سال ۱۹۹۴ ثبت اختراع شد. سپس برای استفاده درمانی در دسترس قرار گرفت (۱۲). این لباس دارای کش و نقاط اتصال است که اجازه می‌دهد تا بر اساس قد تنظیم شود. درمانگر تلاش می‌کند تا با تنظیم کش‌ها، لباس را به‌طور دقیق روی بدن فرد قرار دهد (۱۳). جهت قرارگیری کش‌ها یک نیروی اصلاحی پویا به‌صورت عمودی به قسمت‌های موردنظر بدن اعمال می‌کند؛ بنابراین به‌عنوان یک جلیقه ثبات‌دهنده ایفای نقش می‌کند (۱۴). عنوان شده است که این لباس باعث تثبیت کمربند شانه‌ای و لگنی می‌شود. در نتیجه، با ثبات پروگزیمال، کیفیت اجرای حرکات نیز بهبود می‌یابد (۸). بنابراین، کودکان با نقص حسی و ضعف عضلانی، از جمله کودکان مبتلا به اختلالات عصبی-حرکتی و هیپوتونی، می‌توانند از مزایای درمانی استفاده از لباس فضایی بهره‌مند شوند (۵). اختلالات روانی یا رفتاری، یبوست، بی‌اختیاری ادرار، مشکل تنفسی و پوستی نیز به‌عنوان موارد منع استفاده از لباس فضایی تعریف شده‌اند (۱۵-۱۷). این لباس در بخش‌های مختلف وجود دارد. بخش‌ها از لباس تمام اندام گرفته تا لباس کوچک‌تر مثل جلیقه، زانو بند، شورت، دستکش و ساق شلواری متفاوت هستند. آن‌ها ممکن است برای اندام فوقانی، اندام تحتانی یا کل بدن تجویز شوند (۸، ۹). از آنجایی که کودکان آتاکسی مخچه‌ای دچار عدم تعادل و ضعف عملکرد حرکتی هستند و ارتقاء تعادل در آن‌ها امری حیاتی است، به نظر می‌رسد با توجه به قابلیت‌های لباس فضایی، می‌توان اثر آن را در حرکت‌درمانی این کودکان ارزیابی کرد. تعادل یکی از مهم‌ترین و اساسی‌ترین توانایی‌های انسان مطرح شده است و در تمام دوران زندگی برای اجرای حرکات اهمیت زیادی دارد (۱۸). تعادل می‌تواند نقش مهمی در جلوگیری از زمین خوردن هنگام راه رفتن (تعادل پویا) و یا ایستادن (تعادل ایستا) داشته باشد (۱۹، ۲۰).

نتایج مطالعات نشان داده‌اند که درمان با لباس فضایی می‌تواند در بهبود تعادل، عملکرد حرکتی درشت و راه رفتن کودکان فلج مغزی مؤثر باشد (۲۴-۲۶). در حالی که تا به حال تأثیر استفاده از لباس فضایی بر تعادل گروه کودکان آتاکسی مخچه‌ای

1. Adeli Suit

2. Pediatric Institute of the Russian Academy of Medical Sciences

مورد بررسی قرار نگرفته است، از این جهت بررسی اثربخشی لباس فضایی در حرکت درمانی این گروه از کودکان اهمیت پیدا می کند.

ضرورت انجام این تحقیق به عنوان یک تلاش برای تکمیل دانش موجود در این زمینه و ارائه گزینه های درمانی بهتر و مؤثر برای کودکان آتاکسی مخچه ای بسیار مشخص و اجتناب ناپذیر است. فرض ما در این پژوهش این بود که حرکت درمانی با لباس فضایی، موجب بهبود بیشتر وضعیت تعادل ایستا و پویای این کودکان می شود. این مطالعه به نقد و بررسی دقیق اثربخشی این روش در بهبود تعادل این گروه از کودکان می پردازد. نتایج این تحقیق می تواند به عنوان منبع اطلاعاتی ارزشمند برای ارتقاء روش های درمانی در کودکان مبتلا به آتاکسی مخچه ای مورد استفاده قرار گیرد. بنابراین، هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر هشت هفته حرکت درمانی با لباس فضایی بر تعادل ایستا و پویای کودکان آتاکسی مخچه ای بود.

روش پژوهش

روش پژوهش این مطالعه از نوع کاربردی و نیمه تجربی بود. جامعه آماری مطالعه حاضر کودکان ۶ تا ۱۰ سال مبتلا به عارضه آتاکسی مخچه ای شهر اصفهان بودند. آزمودنی ها با استفاده از روش نمونه گیری هدفمند بر اساس معیارهای حذف و ورود از مراکز کار درمانی رهگشا و آسوده ماوا اصفهان انتخاب شدند. در پایان فرایند نمونه گیری، ۳۰ کودک به عنوان آزمودنی های مطالعه ای حاضر انتخاب شدند. این کودکان بر اساس سن و سطح عملکرد تعادلی به طور تصادفی در دو گروه ۱۵ نفری تجربی و کنترل تقسیم شدند. لازم به توضیح است که در پژوهش حاضر انتظار یک حجم تأثیر بزرگتر از ۰/۸ داشتیم. در آلفای ۰/۰۵، حجم نمونه ۱۲ تا ۱۵ نفری توان آماری را حدود ۰/۸۰ و احتمال خطای نوع دوم را حدود ۰/۲۰ می کند. این ارقام برای مقاصد پژوهش حاضر کفایت می کرد (۲۵).

معیارهای ورود به پژوهش شامل عدم وجود منع پزشکی جهت انجام تمرینات (به طور مثال مشکلات ارتوپدیک، صرع و بیماری های قلبی-عروقی) و عدم شرکت در برنامه ی ورزشی متقارن با انجام پروتکل پژوهش (جهت کنترل عوامل مخدوشگر نتایج در گروه ها) بود. بروز بیماری یا مشکل حاد، غیبت بیش از یک سوم جلسات تمرین و عدم تمایل به ادامه مشارکت به عنوان معیارهای خروج در نظر گرفته شد.

در ابتدای پژوهش، جلسه ای برای والدین و سرپرستان کودکان در هر دو گروه برگزار شد تا از اهداف مطالعه و شرایط شرکت در آن آگاه شوند. سپس از آن ها تقاضا شد که در صورت تمایل فرم رضایت آگاهانه را بخوانند و امضا کنند. همه ی والدین شرکت کننده ها فرم رضایت نامه را برای شرکت در این پژوهش امضا کردند.

بر اساس اعلامیه هلسینکی، اصول اخلاق انسانی در تمام مراحل رعایت شد. پروتکل این پژوهش با کد IR.UI.REC.1402.076 توسط کمیته ملی اخلاق در پژوهش های زیست پزشکی دانشگاه اصفهان تصویب شد. پس از اجرای مراحل نمونه گیری و دریافت رضایت نامه، آزمودنی های پژوهش به محل اجرای پروژه (کلینیک کار درمانی رهگشا اصفهان) دعوت شدند. شرایط آزمون های قبل و بعد مداخله پژوهش به طور یکسان برای شرکت کنندگان فراهم شد.

متغیرهای اندازه گیری

از دستگاه فوت اسکن برای جمع آوری داده ها در مورد متغیر تعادل ایستا (بررسی نوسانات مرکز فشار حین ایستادن کامل) و از تست راه رفتن پاشنه به پنجه برای ارزیابی تعادل پویا استفاده شد. شرکت کنندگان پس از ارزیابی تعادل ایستا و پویا در پیش آزمون، به دو گروه تجربی (۱۵ نفر) و کنترل (۱۵ نفر) همگن شدند و سپس برچسب گروه ها با انتساب تصادفی مشخص

شد. مداخله‌ی پژوهش حاضر شامل انجام هشت هفته حرکت‌درمانی با لباس فضایی و بدون لباس فضایی به ترتیب برای گروه تجربی و کنترل بود. در پایان پژوهش، میزان پایداری آزمودنی‌ها به تمرین از طریق تقسیم تعداد جلساتی که آزمودنی به‌طور منظم و پیوسته در تمرین حضور داشت به کل جلسات برای هر دو گروه محاسبه شد. در ادامه در مورد ابزارهای اندازه‌گیری و ابزار مداخله پژوهش حاضر توضیحاتی آورده شده است.

دستگاه فوت اسکن مورد استفاده در این پژوهش ساخت کشور بلژیک است و یک صفحه حسگر فشار با ابعاد 418×578 میلی‌متر بود که برای اندازه‌گیری متغیرها، در جایگاه تعبیه شده برای اندازه‌گیری‌های مربوط به تعادل ایستا، نصب و تنظیم گردید. این دستگاه دارای ۴۰۹۶ سنسور بود که هر سنسور، منطقه‌ای به وسعت 0.25 سانتی‌متر مربع را پوشش می‌دهد و این قابلیت را دارد که به هنگام ایستادن یا گام‌برداری، فشاری معادل صفر تا 127 نیوتن بر سانتی‌متر مربع را بر روی فوت اسکن به ثبت برساند.

روایی این دستگاه را شرکت سازنده 0.64 محاسبه کرده و پایایی درون‌فردی و بین‌فردی به ترتیب 0.62 و 0.91 به دست آمده است. برای ارزیابی تعادل ایستا با دستگاه فوت اسکن، اندازه‌گیری ناحیه نوسانات مرکز فشار 1 و سرعت جابجایی مرکز فشار 2 انجام شد.

برای این هدف، دستگاه فوت اسکن در فاصله مشخصی از دیوار قرار داده شد. سپس از هر نفر تقاضا شد که با حفظ تماس کامل کف پاها، به مدت 30 ثانیه در بخش میانی دستگاه بایستد و دست‌های خود را کاملاً آزاد و راحت در کنار بدن خود قرار دهد. به محض اعلام زمان آغاز تست، آزمودنی می‌بایست از هر گونه جابجایی بر روی صفحه فوت اسکن پرهیز کند و وضعیت ثابت خود را تا پایان زمان تعیین‌شده و اعلام دوباره‌ی آزمونگر حفظ کند. برای هر آزمودنی، 3 مرتبه اجرای صحیح تست تعادل ایستا ثبت شد. سپس داده‌های 5 ثانیه اول و 5 ثانیه آخر حذف و داده‌های مربوط به 20 ثانیه میانی از بازه‌ی زمانی 30 ثانیه‌ای، به ثبت رسید. در پایان، میانگین رکوردها به‌عنوان نمره تست تعادل ایستای آزمودنی‌ها برای پیش‌آزمون در نظر گرفته شد. همه این مراحل برای ارزیابی تعادل ایستای آزمودنی‌ها در پس‌آزمون تکرار شد.

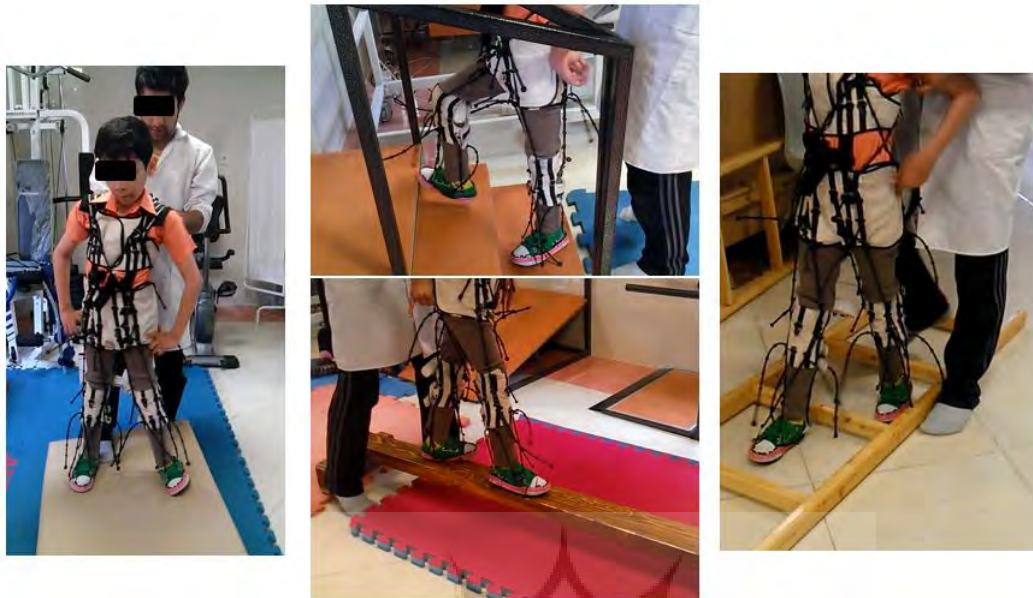
به‌منظور ارزیابی تعادل پویا، از آزمون راه رفتن پاشنه به پنجه استفاده شد. نحوه اجرای آزمون به این شکل بود که آزمودنی در یک خط مستقیم با پهنای ده سانتی‌متری مشخص شده به مسافت 15 گام، به‌صورت پاشنه به پنجه راه می‌رفت. حداکثر نمره آزمون 15 بود. چنانچه آزمودنی قبل از کامل کردن 15 گام منحرف می‌شد، آزمون متوقف شده و تعداد گام‌ها به عنوان رکورد ثبت می‌گردید (۱۷). این آزمون سه بار اجرا شد و بهترین نمره به عنوان رکورد مرحله پیش‌آزمون برای آزمودنی ثبت شد. همه این مراحل برای ارزیابی تعادل پویای آزمودنی‌ها در پس‌آزمون نیز تکرار گردید.

لباس فضایی مورد استفاده در پژوهش حاضر، مربوط به کمپانی (Therasuit LIC) ساخت کشور آمریکا بود که توسط آزمونگر و با نظارت پزشک کلینیک و متخصص کاردرمان به کودکان پوشانده شد.

بندهای لباس فضایی توسط کاردرمان، متناسب با قد و شرایط بدنی کودک تنظیم شد تا عملکرد طبیعی گروه‌های عضلانی اصلی فلکسور و اکستنسور را جهت تغییر موقعیت اندام‌ها و بالانس عضلانی تقلید کند (۱۱). پوشیدن لباس فضایی هیچ محدودیتی برای افراد ایجاد نمی‌کند و این عدم محدودیت در راه رفتن و تعادل گزارش شده است (۱۷، ۱۳).

1. Displacement pressure of Center

2. Excursion Velocity of center of pressure



شکل ۲- پروتکل تمرینی

Figure 2 - Training Protocol

پروتکل تمرینی

آزمودنی‌های هر دو گروه با لباس فضایی و بدون لباس فضایی به مدت ۲۴ جلسه یک‌ساعته توسط ۳ نفر مربی (آموزش دیده) تحت نظارت متخصص کاردرمانی کلینیک به انجام پروتکل تمرینی پرداختند. این پروتکل تمرینی شامل مراحل زیر بود:

(الف) آماده‌سازی: حرکات کششی و نرمشی (۱۰ دقیقه)

(ب) انجام تمرینات تعادلی: (۱- نردبان ۲- چوب موازنه ۳- پله ۴- تخته تعادل) با توجه به سطح آمادگی و شرایط بدن آزمودنی‌ها هر حرکت ۷ الی ۱۰ ست اجرا شد و بین هر ست ۱ تا ۳ دقیقه استراحت فعال (یعنی راه رفتن) انجام شد.

(ج) سرد کردن: حرکات نرمشی و کششی (۱۰ دقیقه)

تمام تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ انجام شد. توزیع نرمال متغیرها با آزمون شاپیرو-ویلک ۱ و همگنی واریانس‌ها نیز توسط آزمون لون ۲ بررسی شد. داده‌ها با استفاده از آزمون کوواریانس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. سطح آلفا برای معناداری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج

پس از تجزیه و تحلیل داده‌ها در بخش توصیفی و تحلیل واریانس، مشخص شد هر دو گروه تجربی و کنترل از نظر سن، قد و وزن بدن همسان هستند (جدول ۱).

1. Shapiro-Wilk Test
2. Levene's Test

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار مشخصات آزمودنی‌ها در دو گروه تجربی و کنترل
Table 1- Characteristics of experimental and control group subjects

متغیر Variables	گروه Group	میانگین $\pm$ انحراف استاندارد Mean $\pm$ SD	F مقدار	P مقدار
سن (سال) age (years)	تجربی	1.6 $\pm$ 8.7	0.8	0.38
	کنترل	1.3 $\pm$ 8.3		
قد (سانتی‌متر) height (cm)	تجربی	9.4 $\pm$ 133.4	2.16	0.16
	کنترل	8.8 $\pm$ 131.7		
وزن (کیلوگرم) weight (kg)	تجربی	5.4 $\pm$ 29.7	1.7	0.21
	کنترل	6.3 $\pm$ 28.3		

همانطور که از نتایج آزمون تحلیل کوواریانس در جدول ۲ ملاحظه می‌شود، با کنترل پیش‌آزمون بین گروه تجربی و کنترل در مورد مؤلفه‌های تعادل ایستا یعنی ناحیه نوسانات مرکز فشار ($P=0.39$) و سرعت جابجایی مرکز فشار ($P=0.15$) تفاوت معناداری مشاهده شد. همچنین در مورد تعادل پویا نیز تفاوت معناداری بین میانگین گروه‌ها به دست آمد ($P=0.02$). به‌طور خلاصه، الگوی تغییرات نمرات گروه‌های پژوهش در وضعیت تعادل ایستا و پویا به نفع گروه تجربی تفاوت معنی‌دار بود و اندازه اثر حاصل از مداخله پژوهش حاضر در گروه تجربی برای متغیرهای ناحیه نوسانات مرکز فشار ۱۴/۹٪، سرعت جابجایی مرکز فشار ۲۰/۲٪ و تعادل پویا ۳۱٪ به دست آمد.

جدول ۲- نتایج آزمون کوواریانس برای تعیین اثر مداخله پژوهش بر تعادل ایستا و پویا
Table 2- Covariance test results to determine the effect of research intervention on static and dynamic balance

متغیر Variable	گروه Group	مرحله Stage	میانگین و انحراف استاندارد Mean $\pm$ SD	نسبت F	سطح معناداری Significance Level	میزان تأثیر (مجذور اتا) Effect Size (Eta Squared)	توان آزمون Power of Test
ناحیه نوسانات مرکز فشار Displacement pressure of Center	تجربی	پیش‌آزمون	110.88 $\pm$ 301.40	4.73	0.039*	0.149	0.554
		پس‌آزمون	107.79 $\pm$ 280.13				
	کنترل	پیش‌آزمون	112.03 $\pm$ 310.93				
		پس‌آزمون	112.75 $\pm$ 307.73				
سرعت جابجایی مرکز فشار Excursion Velocity of center of pressure	تجربی	پیش‌آزمون	112.61 $\pm$ 424.87	6.82	0.015*	0.202	0.712
		پس‌آزمون	112.45 $\pm$ 376.47				
	کنترل	پیش‌آزمون	113.77 $\pm$ 434.53				
		پس‌آزمون	111.14 $\pm$ 433.27				
تعادل پویا Dynamic balance	تجربی	پیش‌آزمون	1.25 $\pm$ 6.00	12.13	0.002*	0.310	0.919
		پس‌آزمون	1.90 $\pm$ 7.80				
	کنترل	پیش‌آزمون	1.24 $\pm$ 5.60				
		پس‌آزمون	1.32 $\pm$ 5.80				

*($P \leq 0.05$)

بحث و نتیجه‌گیری

هدف پژوهش حاضر تعیین تأثیر هشت هفته حرکت‌درمانی با لباس فضایی بر تعادل ایستا و پویای کودکان آتاکسی مخچه‌ای بود. فرض ما در این پژوهش این بود که حرکت‌درمانی با لباس فضایی، موجب بهبود بیشتر وضعیت تعادل ایستا و پویای این کودکان می‌شود.

نتایج نشان داد که حرکت‌درمانی با لباس فضایی، تأثیر بیشتری بر بهبود تعادل پویا و مؤلفه‌های تعادل ایستا، یعنی سرعت جابه‌جایی مرکز فشار و ناحیه نوسانات مرکز فشار در کودکان آتاکسی مخچه‌ای دارد. در مورد تأثیر لباس فضایی بر تعادل گروه کودکان فلج مغزی، افراد مبتلا به ام‌اس، پارکینسون و سالمند مطالعاتی وجود دارد. در حالی که تاکنون به‌طور ویژه تأثیر استفاده از لباس فضایی بر تعادل گروه کودکان مبتلا به آتاکسی مخچه‌ای مورد بررسی قرار نگرفته است، لذا در این بخش به توضیح مکانیسم‌های احتمالی لباس فضایی بر بهبود تعادل صحبت می‌کنیم، همچنان که محققین دیگر نیز این توجیحات را در پژوهش‌های خود عنوان کرده‌اند. پژوهشگران معتقدند که لباس فضایی از دو جهت بالا و پایین روی مفاصل فشار یا کشش ایجاد می‌کند. در نتیجه، اطلاعات بیشتری را برای حس عمقی فراهم می‌آورد که آگاهی بدن از وضعیتی که در آن قرار دارد را افزایش می‌دهد (۵). از آنجا که دریافت دروندادهای حسی بیشتر در حین توان‌بخشی می‌تواند کنترل وضعیتی را بهبود بخشد، طرفداران روش درمانی با لباس فضایی مدعی هستند که وقتی تنه و اندام‌ها با انطباق و پشتیبانی بهینه‌ی لباس فضایی در یک راستا قرار می‌گیرند، بدن می‌تواند تحریک و ورود اطلاعات حسی به سیستم عصبی را تسهیل کند که منجر به بازخورد حرکتی صحیح و قوی‌تری شود. بنابراین لباس فضایی با فراهم‌آوری حس عمقی بیشتر، منجر به تنظیم دقیق‌تر وضعیت بدنی و تعادل می‌شود. این نتیجه مبنی بر اثربخشی لباس فضایی بر تقویت حس عمقی، هم‌راستا با نتایج گیرای ۱ و همکاران (۶)، کارادج ۲ و همکاران (۵)، ترونر ۳ و همکاران (۱۱) و ماهانی و همکاران (۲۶) است. لباس فضایی به پوشنده لباس اجازه می‌دهد تا الگوهای حرکتی صحیح را دوباره بیاموزد و به عنوان یک درمان فشرده در نظر گرفته می‌شود (۱۰). این لباس با تنظیم فشار و کشش بر نقاط مختلف بدن باعث حفظ پاسچر مناسب، قرارگیری هرچه نزدیک‌تر خط مرکز ثقل در میانه‌ی مفاصل، حذف حرکات اضافه یا غیرضروری، کاهش تلاطم و افزایش ثبات بدن می‌شود. در نتیجه، کودک با تمرکز و کنترل بیشتری حرکات خود را اجرا می‌کند و از تعادل بهتری سودمند می‌برد.

نتیجه، به‌دست‌آمده مبنی بر اثربخشی لباس فضایی بر ایجاد پاسچر مناسب همسو با نتایج کریستی ۴ و همکاران (۲۷)، لاو ۵ و همکاران (۲۸)، گیرای و همکاران (۲۴)، میلدرن ۶ و همکاران (۲۹) و بارهیم ۷ و همکاران (۳۰) است. لباس فضایی از طریق پشتیبانی مؤثر ستون فقرات، عضلات و مفاصل، کودکان را در انجام حرکات کمک می‌کند (۷). این حمایت و پشتیبانی باعث تنظیم برنامه تمرینی در حد توان و ظرفیت هر کودک می‌شود و می‌تواند همکاری و تعهد بیشتر کودک را در انجام تمرینات به همراه داشته باشد. تعهد نسبت به هرگونه تکلیف برای کودکان زمانی ایجاد می‌شود که تکلیف در حد توان و ظرفیت آن‌ها تنظیم شود. همکاری و پایداری بالای کودکان گروه تجربی نسبت به گروه کنترل در جلسات باعث ارتقای سطح کیفی

1. Giray
2. Karadag
3. Turner
4. Christy
5. Love
6. Mildren
7. Bar-Haim

تمرینات و به دنبال آن افزایش قدرت و استقامت عضلانی (از فاکتورهای مؤثر بر تعادل) آن‌ها شد (۳۱، ۳۲). به این ترتیب، لباس فضایی با افزایش کیفیت جلسات حرکت‌درمانی و انجام مؤثرتر تمرینات باعث بهبودی در تعادل کودکان آتاکسی مخچه‌ای شد. این نتیجه هم‌راستا با مطالعه چن ۱ (۷) و همکاران، ترونر ۲ و همکاران (۱۱)، زیمرمان ۳ (۳۱) و پاجارز ۴ (۳۲) است.

یکی دیگر از دلایل احتمالی تأثیر مداخله پژوهش بر بهبود تعادل کودکان گروه تجربی، تأثیر بر سطح استرس آن‌هاست. ترس از سقوط و صدمات مکرر برای کودکان مبتلا به آتاکسی مخچه‌ای امری طبیعی است. طبق نظریه آلبرت باندورا ۵، تعیین چالش در حد توان و ظرفیت افراد باعث می‌شود که آن‌ها اعتمادبه‌نفس و حس خودکارآمدی داشته باشند و دچار استرس نشوند (۳۳، ۳۴). همچنین مطالعات رفتاری و عصبی نشان داده‌اند مهارت تعادل با استرس در ارتباط است (۳۵، ۳۶). استرس پردازش حسی و دامنه توجه افراد را تغییر می‌دهد و بر نحوه استفاده از ورودی حسی برای تنظیم تعادل نقش دارد (۳۷). بنابراین احتمال می‌رود با تنظیم چالش تمرینی در حد ظرفیت و توان گروه تجربی به دنبال استفاده از لباس فضایی، شرایط پردازش حسی و پاسخ حرکتی مناسب تسهیل شده، خودکارآمدی و سطح اعتمادبه‌نفس نسبی برای کودکان فراهم شده باشد و استرس ناشی از مواجهه با چالش‌های تعادلی را به حداقل رسانده باشد.

به‌طور خلاصه می‌توان گفت لباس فضایی یک ابزار کمکی برای عضلات است که با فشردن یک سمت و کشیدن سمت دیگری از بدن، کار اصلاح وضعیت بدن را انجام می‌دهد. اصلاح وضعیت بدن خود از عواملی است که باعث تقویت تعادل می‌شود. همچنین با اصلاح وضعیت بدن، اجرای تمرینات قوی‌تر انجام می‌پذیرد؛ لذا منجر به پیشرفت استقامت عضلانی می‌گردد. استقامت عضلانی علاوه بر اینکه خود باعث تقویت تعادل می‌شود، خستگی را نیز به تعویق می‌اندازد. طبق پژوهش‌های انجام شده، خستگی و تعادل رابطه عکس دارند. با توجه مکانیسم‌های مذکور، لباس فضایی می‌تواند به‌عنوان یک ابزار مؤثر در بهبود تعادل کودکان مبتلا به آتاکسی مخچه‌ای مورد استفاده قرار گیرد.

با وجود حصول نتایج مثبت، در هنگام تعمیم نتایج پژوهش حاضر باید به برخی از محدودیت‌های پژوهش حاضر توجه شود. تعداد کم مطالعات مشابه و عدم اجرای آزمون پیگیری از محدودیت‌های این پژوهش است. لازم است برای شناخت دقیق مکانیسم‌های اثر لباس فضایی بر بهبود عملکرد تعادلی کودکان مبتلا به آتاکسی مخچه‌ای، تحقیقات بیشتر و در مدت‌زمان طولانی‌تری صورت پذیرد.

مکانیسم‌های احتمالی تأثیر لباس فضایی بر بهبود تعادل در این پژوهش مطرح شده‌اند. با توجه به فشار و کشش ایجاد شده توسط لباس فضایی بر روی مفاصل، این ابزار می‌تواند اطلاعات حسی بیشتری را به بدن ارائه دهد. این اطلاعات حسی به‌عنوان ورودی به سیستم عصبی، تنظیم دقیق‌تر وضعیت بدنی و تعادل را تسهیل می‌کند. همچنین، لباس فضایی از طریق پشتیبانی و تنظیم فشار و کشش بر نقاط مختلف بدن، به تصحیح الگوهای حرکتی کمک می‌کند و در نتیجه باعث بهبود تعادل و اجرای تمرینات به‌صورت صحیح‌تر می‌شود. نتایج این پژوهش با نتایج مطالعاتی که تأثیر لباس فضایی بر تعادل گروه‌های دیگری از

1. Chien
2. Turner
3. Zimmerman
4. Pajares
5. Bandura

افراد مانند کودکان فلج مغزی، افراد مبتلا به ام‌اس، پارکینسون و سالمندان را مورد بررسی قرار داده‌اند، سازگاری دارد. این تطابق می‌تواند قوت تأثیر مثبت لباس فضایی بر تعادل را تأیید نماید.

با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش و مکانیسم‌های مطرح شده، لباس فضایی می‌تواند به‌عنوان یک ابزار مؤثر در بهبود تعادل کودکان مبتلا به آتاکسی مخچه‌ای مورد استفاده قرار گیرد. با افزایش کیفیت جلسات حرکت‌درمانی و انجام تمرینات با کمک لباس فضایی، تعادل و قدرت عضلانی کودکان مبتلا به آتاکسی مخچه‌ای بهبود یافته و بهره‌وری تمرینات افزایش می‌یابد.

پیام مقاله

تمرین با لباس فضایی به‌طور معناداری تعادل ایستا و پویای کودکان مبتلا به آتاکسی مخچه‌ای را بهبود می‌بخشد. این روش می‌تواند به‌عنوان یک رویکرد مؤثر در توان‌بخشی حرکتی کودکان مبتلا به آتاکسی مخچه‌ای استفاده شود.

تشکر و قدردانی

از همه دوستان و عزیزانی که در اجرای این پژوهش همکاری کردند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

1. Musselman KE, Stoyanov CT, Marasigan R, Jenkins ME, Konczak J, Morton SM, et al. Prevalence of ataxia in children: a systematic review. *Neurology*. 2014;82(1):80-9.
2. Manto M, Mariën P. Schmahmann's syndrome-identification of the third cornerstone of clinical ataxiology. *Cerebellum Ataxias*. 2015;2(1):1-5.
3. Ilg W, Bastian A, Boesch S, Burciu R, Celnik P, Claaßen J, et al. Consensus paper: management of degenerative cerebellar disorders. *Cerebellum*. 2014;13:248-68.
4. Gupta A, Prakash NB, Rahman H. Rehabilitation in Ataxia. *Indian J Phys Med Rehabil*. 2023;33(1):21-9.
5. Karadağ-Saygi E, Giray E. The clinical aspects and effectiveness of suit therapies for cerebral palsy: A systematic review. *Turk J Phys Med Rehabil*. 2019;65(1):93.
6. Giray E, Karadağ-Saygi E, Ozsoy T, Gungor S, Kayhan O. The effects of vest type dynamic elastomeric fabric orthosis on sitting balance and gross manual dexterity in children with cerebral palsy: a single-blinded randomised controlled study. *Disabil Rehabil*. 2020;42(3):410-8.
7. Chien HF, Zonta MB, Chen J, Diaferia G, Viana CF, Teive HAG, et al. Rehabilitation in patients with cerebellar ataxias. *Arq Neuropsiquiatr*. 2022; 80:306-15.
8. Elliott C, Reid S, Hamer P, Alderson J, Elliott B. Lycra® arm splints improve movement fluency in children with cerebral palsy. *Gait Posture*. 2011;33(2):214-9.
9. Martins E, Cordovil R, Oliveira R, Letras S, Lourenço S, Pereira I, et al. Efficacy of suit therapy on functioning in children and adolescents with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. *Dev Med Child Neurol*. 2016;58(4):348-60.
10. Kim M-R, Lee B-H, Park D-S. Effects of combined Adeli suit and neurodevelopmental treatment in children with spastic cerebral palsy with gross motor function classification system levels I and II. *Hong Kong Physiother J*. 2016; 34:10-8.
11. Turner AE. The efficacy of Adeli suit treatment in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2006;48(5):324.
12. Awaad Y. Management of Spasticity and Cerebral Palsy Update. *Cerebral Palsy-Updates*. IntechOpen; 2022.
13. Matthews MJ, Watson M, Richardson B. Effects of dynamic elastomeric fabric orthoses on children with cerebral palsy. *Prosthet Orthot Int*. 2009;33(4):339-47.

14. Shaari I, Osman N, Shasmin HN. Interface pressure of lycra orthosis at different postures in children with cerebral palsy (CP). *Sains Malaysiana*. 2018;47(4):763-71.
15. Hylton N, Allen C. The development and use of SPIO Lycra compression bracing in children with neuromotor deficits. *Pediatr Rehabil*. 1997;1(2):109-16.
16. Bailes AF, Greve K, Burch CK, Reder R, Lin L, Huth MM. The effect of suit wear during an intensive therapy program in children with cerebral palsy. *Pediatr Phys Ther*. 2011;23(2):136-42.
17. Rennie D, Attfield S, Morton R, Polak F, Nicholson J. An evaluation of lycra garments in the lower limb using 3-D gait analysis and functional assessment (PEDI). *Gait Posture*. 2000;12(1):1-6.
18. Cakirca G, Nas C, Yilmaz K, Guzelcicek A, Erel O. Evaluation of dynamic thiol-disulfide balance in children with stage 3-5 chronic kidney disease. 2019.
19. Krampe RT, Smolders C, Doumas M. Leisure sports and postural control: Can a black belt protect your balance from aging? *Psychol Aging*. 2014;29(1):95.
20. Kim K, Lee T, Kang G, Kwon S, Choi S, Park S. The effects of diverse warm-up exercises on balance. *J Phys Ther Sci*. 2014;26(10):1601-3.
21. Lee B-H. Clinical usefulness of Adeli suit therapy for improving gait function in children with spastic cerebral palsy: a case study. *J Phys Ther Sci*. 2016;28(6):1949-52.
22. Ko M-S, Lee J-A, Kang S-Y, Jeon H-S. Effect of Adeli suit treatment on gait in a child with cerebral palsy: a single-subject report. *Physiother Theory Pract*. 2015;31(4):275-82.
23. Alagesan J, Shetty A. Effect of modified suit therapy in spastic diplegic cerebral palsy-a single blinded randomized controlled trial. *Online J Health Allied Sci*. 2011;9(4).
24. Giray E, Keniş-Coşkun Ö, Güngör S, Karadağ-Saygı E. Does stabilizing input pressure orthosis vest, lycra-based compression orthosis, improve trunk posture and prevent hip lateralization in children with cerebral palsy? *Turk J Phys Med Rehabil*. 2018;64(2):100.
25. Thomas JR, Salazar W, Landers DM. What is missing in $p < .05$? Effect size. *Res Q Exerc Sport*. 1991;62(3):344-8.
26. Mahani MK, Karimloo M, Amirsalari S. Effects of modified Adeli suit therapy on improvement of gross motor function in children with cerebral palsy. *Hong Kong J Occup Ther*. 2011;21(1):9-14.
27. Christy JB, Steed L. Commentary on "The effect of suit wear during an intensive therapy program in children with cerebral palsy". *Pediatr Phys Ther*. 2011;23(2):143.
28. Love S, Blair E. The right interventions for each child with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2014;56(4):392-.
29. Mildren A. The effect of intensive suit therapy compared to traditional physical therapy on gross motor function in children with cerebral palsy. *PT Critically Appraised Topics [Paper 11]*, Pacific University CommonKnowledge [Institutional repository] Retrieved from: pacificu.edu/ptcats/11. 2010.
30. Bar-Haim S, Harries N, Belokopytov M, Frank A, Copeliovitch L, Kaplanski J, et al. Comparison of efficacy of Adeli suit and neurodevelopmental treatments in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2006;48(5):325-30.
31. Zimmerman BJ. Self-efficacy: An essential motive to learn. *Contemp Educ Psychol*. 2000;25(1):82-91.
32. Pajares F. Self-efficacy beliefs, motivation, and achievement in writing: A review of the literature. *Read Writ Q*. 2003;19(2):139-58.
33. Bandura A, Wessels S. Self-efficacy. na; 1994.
34. Margolis H, McCabe PP. Improving self-efficacy and motivation: What to do, what to say. *Interv Sch Clin*. 2006;41(4):218-27.
35. Stins JF, Ledebt A, Emck C, Van Dokkum EH, Beek PJ. Patterns of postural sway in high anxious children. *Behav Brain Funct*. 2009;5(1):42.
36. Erez O, Gordon CR, Sever J, Sadeh A, Mintz M. Balance dysfunction in childhood anxiety: findings and theoretical approach. *J Anxiety Disord*. 2004;18(3):341-56.
37. Haywood KM, Getchell N. Life span motor development: Human Kinetics; 2019.