

Research Paper

Effects of Rhythmic Movement Training on the Elbow Spasticity and Proprioception of Female Children With Hemiplegic Cerebral Palsy



*Sahar Vafaeain¹, Hasan Mohamadzadeh², Jalal Dehghanizadeh²

1. Department of Motor Behavior, Sport Sciences Faculty, Urmia Branch, Islamic azad University, Urmia, Iran.
2. Department of Motor Behavior, Faculty of Sport Sciences, Urmia University, Urmia, Iran.



Citation Vafaeain S, Mohamadzadeh H, Dehghanizadeh J. [Effects of Rhythmic Movement Training on the Elbow Spasticity and Proprioception of Female Children With Hemiplegic Cerebral Palsy (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2024; 13(5):878-891. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.5.2733>

doi <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.5.2733>

ABSTRACT

Background and Aims Muscle spasms and proprioceptive dysfunction are common problems in children with cerebral palsy. One of the ways to help these children have an active lifestyle is the use of attractive and rhythmic exercises. This study aims to investigate the effect of rhythmic movement training on the elbow spasticity and proprioception of children with hemiplegic cerebral palsy.

Methods This is a quasi-experimental study with pre-test/post-test design. Participants were 30 girls aged 7-12 years with hemiplegic cerebral palsy in Tehran, Iran, who were selected by a convenience sampling method and were randomly divided into two groups of training and control. Participants in the training group performed rhythmic movements (Step in place, side step, V-step, step in/step out) for 8 weeks, while the control group continued their routine treatment programs. The modified Ashworth scale was used to assess elbow flexor spasticity and a Gyroscope was used to measure children's elbow joint proprioception. The multivariate analysis of covariance (MANCOVA) and one-way analysis of covariance (ANCOVA) were used to analyze the data. The significance level was set at 0.05.

Results After controlling for the effects of pre-test scores, the results of MANCOVA showed a significant difference between the two groups in at least one of the dependent variables ($F=6.50, P=0.002$). The results of ANCOVA showed that, after controlling for pre-test scores, there was a significant difference between the two groups in spasticity ($F=4.57, P=0.042$) and joint proprioception ($F=7.71, P=0.01$), where the scores were better in the training group.

Conclusion Rhythmic movement training can reduce elbow flexor spasticity and improve elbow joint proprioception in female children with hemiplegic cerebral palsy. Therefore, these exercises can be used along with other rehabilitation protocols to improve elbow joint proprioception and spasticity in female children with hemiplegic cerebral palsy.

Keywords Rhythmic training, Proprioception, Spasticity, Cerebral palsy, Hemiplegia

Received: 10 May 2021

Accepted: 19 July 2021

Available Online: 21 Nov 2024

* Corresponding Author:

Sahar Vafaeain, Assistant Professor.

Address: Department of Motor Behavior, School of Physical Education and Sports Science, University of Urmia, Urmia, Iran.

Tel: +98 (914) 9415250

E-Mail: saharvafayan@yahoo.com



Copyright © 2024 The Author(s);
This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

Extended Abstract

Introduction

Cerebral palsy, a progressive developmental disorder affecting movement and posture and caused by non-progressive damage to the immature brain, has an incidence rate of 2-2.5 in 1000 live births. Proprioceptive disorders, upper limb functional disorders such as spasticity, abnormal activity of the somatosensory areas of the cerebral cortex, as well as reduced range of motion of the joints and the stiffness of connective tissue are among the common problems associated with cerebral palsy. Hemiplegia, or partial paralysis on one side of the body, occurs in about one-third of children with cerebral palsy, and the affected child has sensory and motor disorders on the affected side. These children gradually learn to perform activities exclusively with their unaffected side.

Given the limited research on the effects of rhythmic movement training on motor function in children with cerebral palsy, and considering the problems of proprioception and spasticity in children with cerebral palsy, the present study aims to investigate the effects of a rhythmic movement training program on elbow flexor spasticity and elbow joint proprioception in female children with hemiplegic cerebral palsy.

Materials and Methods

This is a quasi-experimental study with a pretest/post-test design. The study population consists of 7-12 year old female children with hemiplegic cerebral palsy in exceptional schools in Tehran, Iran, of whom 30 girls

were selected using a convenience sampling method and randomly divided into two groups of control (n=15) and training (n=15). Spasticity was measured objectively using the modified Ashworth scale. A gyroscope device was used to record joint proprioception scores. The training protocol included warm-up (walking and stretching for 10 minutes), main exercises (performing rhythmic movements at a slow rhythm and low heart rate for 20 minutes), and cool-down (walking and stretching for 10 minutes). The training group participated in 24 training sessions, 3 sessions per week, every other day, for 8 weeks. The multivariate analysis of covariance (MANCOVA) and one-way analysis of covariance (ANCOVA) were used for data analysis in SPSS software, version 22. The significance level was set at 0.05.

Results

The results of the independent t-test showed no significant difference in any of the demographic variables between the two groups ($P > 0.05$). Figures 1 and 2 show the mean spasticity and proprioception scores in the pre-test and post-test phases for the two groups, respectively. After controlling for the effects of pre-test scores, the results of MANCOVA showed a significant difference between the two groups in at least one of the dependent variables ($F = 6.50, P = 0.002$). The results of the ANCOVA showed that, after controlling for pre-test scores, there was a significant difference between the two groups in spasticity ($F = 4.57, P = 0.042$) and joint proprioception ($F = 7.71, P = 0.01$).

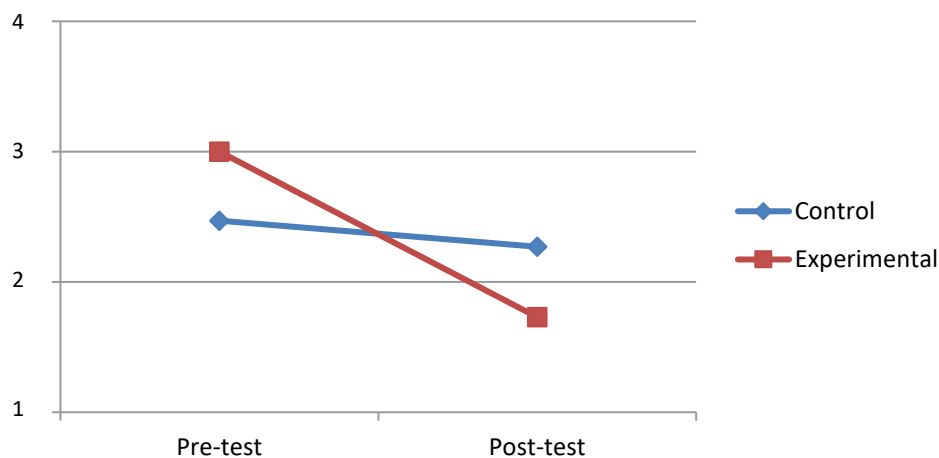


Figure 1. Mean elbow flexor spasticity scores in the pre-test and post-test phases for the two groups

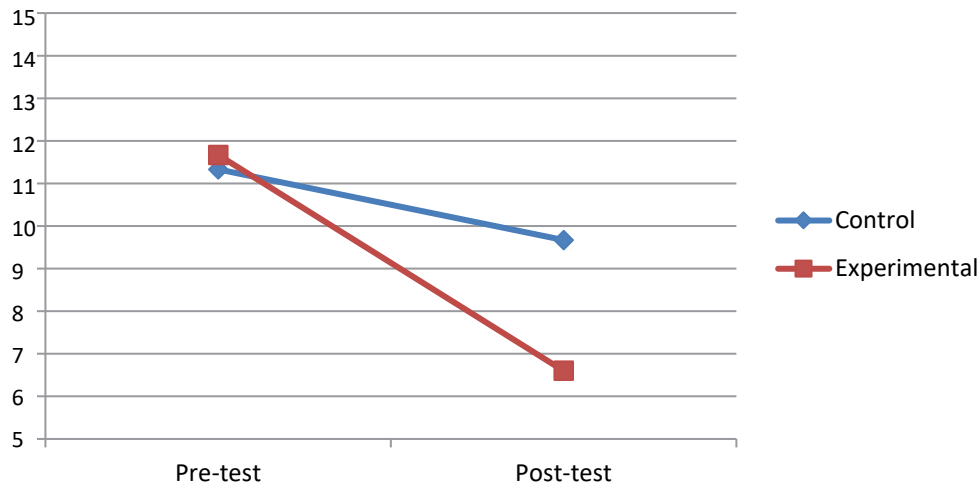


Figure 2. Mean elbow joint proprioception scores in the pre-test and post-test phases for the two groups

Scientific Journal of
Rehabilitation Medicine

Conclusion

Rhythmic movement training can reduce elbow flexor spasticity and improve elbow joint proprioception in female children with hemiplegic cerebral palsy. By applying stimulation through rhythmic exercises, rhythmic movement training is possible to partially compensate for the deficits in sensory processing and integration in these children. Therefore, these exercises can be used along with other training and rehabilitation protocols to improve hand motor function in female children with hemiplegic cerebral palsy and reduce the severity of elbow spasticity in these children.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

Ethical approval was obtained from the Research Ethics Committee of the [Urmia University](#). The participants were informed about the study objectives and methods. They were assured of the confidentiality of their information and were free to leave the study at any time, and if desired, the research results would be available to them.

Funding

This study was extracted from the PhD thesis of Sahar Vafaeain at the Department of Motor Behavior and Sport Management, [Urmia University](#). This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Authors' contributions

The authors contributed equally to preparing this article.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors would like to thank the Welfare Organization and exceptional schools in Urmia and all participants for their cooperation in this study.



مقاله پژوهشی

تأثیر تمرینات ریتمیک بر حس عمقی و اسپاسیته کودکان مبتلا به همی پلاژی

سحر وفایان^۱، حسن محمدزاده^۲، جلال دهقانی زاده^۲

۱. گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد ارومیه، دانشگاه آزاد اسلامی، ارومیه، ایران.

۲. گروه رفتار حرکتی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.



Citation Vafaeain S, Mohamadzadeh H, Dehghanizadeh J. [Effects of Rhythmic Movement Training on the Elbow Spasticity and Proprioception of Female Children With Hemiplegic Cerebral Palsy (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2024; 13(5):878-891. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.5.2733>

doi <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.5.2733>

چکیده

مقدمه و اهداف: اسپاسم عضلانی و اختلالات حس عمقی از جمله مشکلات شایع در کودکان فلج مغزی است. یکی از راه‌های تحریک این افراد جهت برخورداری از سبک زندگی فعال استفاده از تمرینات ریتمیک است. هدف تحقیق حاضر بررسی اثر تمرینات ریتمیک بر حس عمقی و اسپاسیته کودکان مبتلا به فلج مغزی همی پلاژی است.

مواد و روش‌ها: پژوهش حاضر از نوع تحقیقات نیمه تجربی حاوی طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون است. آزمودنی‌ها ۳۰ دختر فلج مغزی همی پلاژی ۷-۱۲ ساله شهر تهران بودند که به روش نمونه‌گیری دردسترس انتخاب شدند و به‌طور تصادفی در ۲ گروه آزمایش و کنترل قرار گرفتند. شرکت‌کنندگان در گروه آزمایش به مدت ۸ هفته به انجام تمرینات ریتمیک پرداختند. گروه کنترل برنامه‌های درمانی معمول خود را ادامه دادند. از مقیاس اصلاح‌شده آشورث برای ارزیابی اسپاسیته و همچنین از ژيروسکوپ به‌منظور اندازه‌گیری وضعیت حس عمقی کودکان استفاده شد. برای آزمون فرضیه‌ها از تحلیل کوواریانس چندمتغیری در سطح آلفای ۰/۰۵ > P استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج آزمون تحلیل کوواریانس چندمتغیری نشان داد حداقل در یکی از متغیرهای وابسته (اسپاسیته و حس عمقی) تفاوت معناداری بین گروه‌ها وجود دارد. همچنین براساس نتایج آزمون آنکووا، باتوجه‌به نمرات بهتر اسپاسیته و حس عمقی در گروه آزمایش، تمرینات ریتمیک سبب بهبود اسپاسیته و حس عمقی در مقایسه با گروه کنترل شده بود.

نتیجه‌گیری: یافته‌های تحقیق حاضر شواهدی مبنی بر بهبود عملکرد حرکتی دست در کودکان فلج مغزی از طریق کاهش شدت اسپاسیته و بهبود حس وضعیت مفصل آن‌ها متعاقب برنامه‌های تمرینی ریتمیک را نشان داد. پیشنهاد می‌شود در کنار سایر پروتکل‌های توانبخشی از تمرینات ریتمیک به‌عنوان روشی مناسب جهت بهبود وضعیت اسپاسیته و حس عمقی در کودکان فلج مغزی همی پلاژی استفاده شود. **کلیدواژه‌ها:** تمرینات ریتمیک، حس عمقی، اسپاسم، فلج مغزی، همی پلاژی

تاریخ دریافت: ۲۰ اردیبهشت ۱۴۰۰

تاریخ پذیرش: ۲۸ تیر ۱۴۰۰

تاریخ انتشار: ۱ آذر ۱۴۰۳

* نویسنده مسئول:

دکتر سحر وفایان

نشانی: ارومیه، دانشگاه ارومیه، دانشکده علوم ورزشی، گروه رفتار حرکتی.

تلفن: ۹۴۱۵۲۵۰ (۹۱۴) ۹۸+

رایانامه: saharvafayan@yahoo.com



Copyright © 2024 The Author(s);

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

مقدمه و اهداف

یافته‌های تحقیقات پیشین نشان می‌دهد حس عمقی تا حدودی در کودکان مبتلا به فلج مغزی مورد بررسی قرار گرفته است. به‌عنوان مثال، یاردیمیکی لوکمانگلو و همکاران در پژوهشی رویکردهای درمانی حس عمقی در افراد مبتلا به فلج مغزی را ارزیابی کردند و به بررسی اثرات این رویکردها پرداختند. رویکردهای مختلف در تمامی مطالعات مورد بررسی قرار گرفته است و برخی از آن‌ها اثربخشی درمان بر حس عمقی یا بر عملکرد حرکتی را نشان دادند. با وجود این، برتری و اولویتی بین رویکردهای درمانی وجود نداشت [۹]. کو و همکاران نیز در یک مطالعه کنترل‌شده تصادفی به بررسی تأثیر ۳ هفته تمرین ویراسیون تمامی بدن بر حس وضعیت مفصل، تعادل و راه رفتن در کودکان با فلج مغزی پرداختند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد افراد حاضر در گروه ویراسیون تمامی بدن در مقایسه با گروه تمرینات جسمانی معمول، پیشرفت بالاتری را در سرعت و عرض گام‌برداری نشان دادند [۱۰].

علاوه بر اختلالات حس عمقی که پیش‌تر به آن اشاره شد، نواقص عصبی نظیر اسپاسم، فعالیت هم‌زمان عضلات موافق و مخالف، ضعف عضلانی و محدودیت در دامنه حرکتی^۲ بر عملکرد حرکتی درشت و ظریف کودکان فلج مغزی تأثیر می‌گذارد و به محدودیت‌های حرکتی منجر می‌شود [۱۱]. اثربخشی تمرینات ریتمیک بر قابلیت حرکتی در کودکان فلج مغزی نیز تا حدودی در تحقیقات پیشین مورد بررسی قرار گرفته است. به‌عنوان مثال، چن و همکاران نشان دادند ۴ کودک مبتلا به فلج مغزی پس از مداخلات تمرینی ایروبیکی تغییرات کوچک، اما معناداری را در جنبش‌شناسی حرکت دسترسی نشان دادند که (به‌طور جزئی) ۴ هفته پس از مداخله حفظ شد [۱۲]. مارادس کابالرو و همکاران نیز به بررسی اثرات موسیقی‌درمانی نورولوژیک در توان‌بخشی اندام فوقانی در کودکان مبتلا به فلج مغزی دوطرفه شدید پرداختند. در این پژوهش ۱۸ کودک مبتلا به فلج مغزی دوطرفه شدید بین ۴ تا ۱۶ سال مورد مطالعه قرار گرفتند. براساس یافته‌های آن‌ها در گروهی که موسیقی‌درمانی دریافت کرده بود، پیشرفت‌های قابل توجهی در موقعیت بازو و دست به‌طور کلی و خاص و همچنین اجرای فعالیت‌ها در سطح مراحل حرکتی کلی و خاص مشاهده شد. همچنین تمامی این پیشرفت‌ها پس از ۴ ماه ادامه یافت. گروه کنترل نیز پس از یک پیگیری ۴ ماهه هیچ بهبودی نشان نداد [۱۳]. علاوه‌براین، قایی و همکاران در یک مرور سیستماتیک و فراتحلیل به بررسی اثرات نشانه شنیداری موزون بر راه رفتن در فلج مغزی پرداختند. مرور کیفی مطالعات اثرات مفید نشانه شنیداری موزون در عملکرد راه رفتن را در تمامی تحقیقات مورد مطالعه نشان داد. همچنین، نتایج متاآنالیز حاکی از اثرات مفید نشانه شنیداری موزون بر شاخص پویای راه رفتن، سرعت راه رفتن، ردیابی و طول گام بود [۱۴]. کیتیلا و همکاران نیز در یک

فلج مغزی^۱ به‌عنوان یک اختلال رشدی پیش‌رونده در حرکت و پوسچر که به آسیب‌های غیرپیش‌رونده در مغز نابالغ نسبت داده می‌شود، شیوعی برابر با ۲ تا ۲/۵ مورد در هر ۱۰۰۰ تولد زنده دارد [۱]. تغییرات حسی‌پیکری شامل ادراک عمق ضعیف، ادراک غیرطبیعی از تماس، حساسیت تغییر یافته نسبت به درد و همچنین درد افزایش یافته و فعالیت غیرطبیعی نواحی حسی‌پیکری کورتکس مغز و همچنین کاهش دامنه حرکت طبیعی مفاصل و سفتی بافت همبند، از جمله مشکلات شایع همراه با فلج مغزی است [۲]. اختلالات عملکردی اندام فوقانی مانند اسپاسیته، ضعف عضلانی و آسیب‌های حسی حرکتی در حدود ۵۰ درصد این کودکان دیده می‌شود و توانایی مشارکت این کودکان در فعالیت‌های روزمره زندگی، مانند مراقبت از خود و بازی را به مخاطره می‌اندازد [۳، ۴]. همی‌پلژی یا فلج ناکامل یک سمت بدن در حدود یک‌سوم کودکان مبتلا به فلج مغزی وجود دارد که کودک مبتلا دچار اختلالات حسی و حرکتی در سمت مبتلا است [۵]. کودکان مبتلا به فلج مغزی همی‌پلاژی به علت ناکافی بودن و یا فقدان تجربیات حسی حرکتی طبیعی و تجربیات منفی ناشی از کاربرد اندام سمت مبتلا، به‌صورت تدریجی یاد می‌گیرند که فعالیت‌ها را منحصرأ با سمت سالم خود انجام دهند. این پدیده کاربرد انحصاری سمت سالم در فعالیت‌های روزمره زندگی را غفلت رشدی می‌نامند [۴].

تحقیقات متعدد نشان داده‌اند اختلال در حس عمقی به درجات مختلف در کودکان فلج مغزی وجود دارد، این در حالی است که ارتباط بسیار نزدیکی بین اجزای حسی حرکتی، مهارت‌های حرکتی ظریف و اجرای عملکردی وجود دارد [۶]. بیشتر مطالعات متغیر حس عمقی را در شرکت‌کنندگان مبتلا به همی‌پلژی بررسی کردند. برخی داده‌های ترکیبی از انواع و شدت‌های مختلف فلج مغزی را گزارش کردند و تعداد کمی نیز با وجود شیوع مشابه هر دو شرایط بالینی، به بررسی حس عمقی در افراد فلج مغزی دی‌پلاژی پرداختند. رویکردهای به کار گرفته‌شده در تحقیقات پیشین درباره حس عمقی در افراد مبتلا به فلج مغزی عمدتاً درمان محور بودند که به نوعی داده‌های اسمی را موجب شده‌اند و اغلب شامل گروه کنترل نبودند. حس موقعیت مفصل تنها در یک مطالعه مورد ارزیابی قرار گرفت که در آن شرکت‌کنندگان موقعیت مفصل آرنج را در یک وضعیت که به خاطر سپرده بودند منطبق کردند [۷]. نواقص مرتبط با ادراک عمق در اندام فوقانی کودکان مبتلا به فلج مغزی وخیم است و حرکات غیرفعال به‌طور معناداری با درجه دقت کمتری شناسایی می‌شوند [۸].

1. Cerebral palsy

2. Range of Motion (ROM)

شدید (امتیاز +۴ از مقیاس تعدیل شده آشورث^۴)؛ ۳. آسیب‌های جراحی سر؛ ۴. نقص بینایی و شنوایی؛ ۵. عقب‌ماندگی ذهنی متوسط تا شدید [۱۷].

ابزار اندازه‌گیری

اسپاستیسیته به‌طور عینی با استفاده از مقیاس اصلاح‌شده آشورث (۲۰۰۶) اندازه‌گیری شد [۱۸]. این مقیاس، مقیاس ترتیبی ساده از قوام بوده که برای انجام و اجرا، آسان است، اما به استفاده صحیح نیاز دارد تا پایا باشد. در مقیاس اصلاح‌شده آشورث، اندام با سرعتی ثابت در دامنه حرکتی کامل به‌طور منفعل حرکت می‌کند و قوام از نمره صفر (بهنجار) تا ۴ (غیرقابل حرکت) نمره می‌گیرد (جدول شماره ۱). برای تست عضله فلکسور آرنج، شانه در وضعیت آبداکشن ۹۰ درجه قرار می‌گیرد. یک دست تریپست بازو را از بالای آرنج ثابت کرده و دست دیگر او درست بالای مچ دست بیمار را می‌گیرد. ساعد در وضعیت سوپینیشن بود. سپس آزمونگر آرنج بیمار را در مدت ۱ ثانیه (با شمارش ۱۰۰۱) از حد اکثر فلکشن ممکن به حد اکثر اکستنشن ممکن می‌برد [۱۸].

برای ثبت نمرات حس عمقی مفصل در آزمودنی‌های فلج مغزی از دستگاه ژيروسکوپ استفاده شد [۱۹]. از آن‌ها خواسته می‌شد تا در وضعیت طاق باز قرار بگیرند (در این حالت مفصل آرنج به سمت عقب حرکت نمی‌کند). در شروع ارزیابی، زاویه ۲۰ درجه مفصل آرنج به‌عنوان زاویه پایه برای هر دو گروه آزمودنی فلج مغزی (گروه آزمایش و گروه کنترل) در نظر گرفته شد. این زاویه ضروری در نظر گرفته می‌شد. به این دلیل که کودکان فلج مغزی همی‌پلاژی در اجرای حرکات با دامنه حرکتی کامل در مفصل آرنج با محدودیت‌هایی روبه‌رو هستند. پس از نصب ژيروسکوپ در مفصل آرنج، آزمودنی به‌صورت فعال ۴ مرتبه ساعد خود را تا زاویه ۶۰ درجه (زاویه هدف) حرکت می‌داد و زمانی که به این زاویه می‌رسید آزمونگر به وی اطلاع می‌داد و از وی خواسته می‌شد تا به مدت ۵ ثانیه آرنج را در همان وضعیت نگه دارد و زاویه دقیق آرنج را به خاطر بسپارد. در ادامه و جهت حذف بینایی در حین اندازه‌گیری، چشم‌های نمونه توسط چشم‌بند بسته می‌شد و از وی خواسته می‌شد بعد از ۷ ثانیه آرنج را به‌صورت فعال حرکت دهد تا زاویه هدف را مجدداً بازسازی کند و آن را با کلمه «رسیدم» اعلام کند. میزان اختلاف موجود بین زاویه ایجادشده توسط آزمودنی (زاویه تخمین زده‌شده یا بازسازی‌شده) با زاویه هدف (۶۰ درجه)، بدون در نظر گرفتن مثبت یا منفی بودن جهت حرکت به‌عنوان زاویه خطای مطلق ثبت می‌شد. هر حرکت ۴ مرتبه تکرار می‌شد و در نهایت میانگین ۳ زاویه خطای به‌دست‌آمده به‌عنوان رکورد اصلی برای هر حرکت در نظر گرفته می‌شد و نتایج به‌دست‌آمده به‌عنوان رکورد هر آزمودنی ثبت می‌شد [۱۹].

4. Modified Ashworth Scale (MAS)

مطالعه مروری به بررسی درمان موسیقیایی برای کودکان مبتلا به فلج مغزی پرداختند. یافته‌های آن‌ها نشان داد موسیقی درمانی در تمامی این مطالعات به بهبود عملکرد حرکتی کودکان فلج مغزی کمک کرد. آن‌ها معتقدند هر چند تمامی افراد شرکت‌کننده در این مطالعات را کودکان فلج مغزی تشکیل می‌دادند، اما به دلیل مداخلات و متغیرهای هدف مختلف در این مطالعات نمی‌توان به‌طور خاص آن‌ها را با یکدیگر مقایسه کرد؛ بنابراین مطابق نظر این محققان نیاز به مطالعات تحقیقی بیشتر در زمینه حرکات ریتمیک در این کودکان هستیم تا شواهد تمرینی کیفی بالاتری را کسب کنیم تا بتوانند در آینده به کار گرفته شوند [۱۵].

باتوجه به تحقیقات محدود در خصوص اثرات تمرینات حرکتی ریتمیک بر عملکرد حرکتی کودکان فلج مغزی و با وجود مشکلات حس عمقی و اسپاستیته در کودکان فلج مغزی، پژوهشی که به بررسی نقش تمرینات حرکتی ریتمیک در فضای واقعی بر متغیرهای ذکر شده بپردازد یافت نشد. بنابراین هدف مطالعه حاضر بررسی اثرات برنامه تمرینات حرکتی ریتمیک بر شاخص‌های اسپاستیته و حس عمقی در کودکان مبتلا به فلج مغزی همی‌پلاژی است. فرض ما در این مطالعه این است که ویژگی‌های تمرینی بازی‌گونه و مکرر و هماهنگ در محیط‌های تمرینی ریتمیک می‌تواند سبب بهبود شاخص‌های عملکردی در این کودکان شود.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر باتوجه به نحوه انجام آن از نوع تحقیقات نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون است. جامعه آماری تحقیق موردنظر را کودکان ۷ تا ۱۲ ساله فلج مغزی مدارس استثنایی شهر تهران تشکیل دادند. نمونه آماری تحقیق را ۳۰ دختر (۱۵ نفر گروه کنترل و ۱۵ نفر گروه آزمایش) تشکیل دادند که با نمونه‌گیری دردسترس انتخاب شدند [۱۶].

پس از انتخاب هدفمند آزمودنی‌ها، تقسیم‌بندی به‌صورت تصادفی در ۲ گروه (تمرینات حرکتی ریتمیک و کنترل) انجام گرفت. معیارهای ورود کودکان فلج مغزی: ۱. جنسیت (در تحقیق حاضر شامل دختران بود)؛ ۲. ابتلا به فلج مغزی اسپاستیک همی‌پلاژی؛ ۳. سطح ۱ تا ۳ براساس مقیاس تقسیم‌بندی عملکرد حرکتی درشت^۲. این مقیاس یک سیستم طبقه‌بندی ۵ سطحی است که عملکرد حرکتی درشت کودکان مبتلا به فلج مغزی را براساس قابلیت حرکتی آن‌ها و با تأکید ویژه بر نشستن، ایستادن و حرکت با ویلچر توصیف می‌کند. کودکانی که در سطح ۱ تا ۳ قرار دارند می‌توانند بدون استفاده از ویلچر حرکات خود را انجام دهند، بنابراین در تحقیق حاضر مورد استفاده قرار گرفتند؛ ۳. فاقد ناتوانایی‌های ذهنی؛ ۴. سن (بین ۷ تا ۱۲). معیارهای خروج: ۱. ابتلا به بیماری‌های تخریب عصبی؛ ۲. داشتن درجات اسپاستیته

3. Gross Motor Function Classification System (GMFCS)

جدول ۱. مقیاس اصلاح شده آشورت

نمرات	نتایج نمره‌دهی
۰	عدم افزایش قوام عضله
۱	افزایش خفیف قوام عضله؛ حالت گرفتن و رها شدن یا کمینه مقاومت در انتهای دامنه حرکتی در حین حرکت خم شدن یا باز شدن آرنج
+۱	افزایش خفیف قوام عضله با گیر کردن و به دنبال آن کمینه مقاومت در کمتر از نصف دامنه حرکتی
۲	افزایش قابل ملاحظه قوام عضله در حدی که بخش مبتلا به راحتی حرکت می‌کند.
۳	افزایش قابل ملاحظه قوام عضله در حدی که انجام حرکت منفعل دشوار باشد.
۴	سفتی بخش‌های مبتلا در فلکسیون و اکستنسیون

طب توانبخشی

کششی به مدت ۱۰ دقیقه) بود [۲۰]. موسیقی جلسات نیز با ریتم پایین طراحی می‌شد تا کودکان توانایی درک و هماهنگی با آن را داشته باشند. در طول این مدت (۸ هفته برنامه تمرینی) گروه کنترل برنامه‌های معمول روزانه خود را انجام می‌دادند و در فعالیت تمرینی خاصی شرکت نمی‌کردند. به همین دلیل از گروه کنترل به منظور اثر احتمالی تمرینات و فعالیت‌های روزانه بر هماهنگی آزمودنی‌ها استفاده شد. در مرحله بعد و پس از اتمام دوره تمرینی، آزمودنی‌های هر دو گروه (آزمایشی و کنترل) مجدداً به آزمایشگاه برگشتند و شاخص‌های مربوط به اسپاسیتی و حس عمقی مفصل آرنج مورد ارزیابی مجدد قرار گرفت.

در بخش آمار توصیفی، شاخص‌های مرکزی و پراکندگی مربوط به اندازه‌های گروه‌های آزمایش محاسبه شد. در بخش آمار استنباطی به منظور بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون شاپیروویلک و برای بررسی همگنی واریانس‌ها از آزمون لون و همچنین از روش آماری تحلیل واریانس چندمتغیری (مانووا) استفاده شد. سطح معناداری برای تمامی متغیرها $P < 0.05$ در نظر گرفته شد. تمامی تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام شد. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار اکسل استفاده می‌شود.

ابتدا رضایت‌نامه‌های کتبی از والدین شرکت‌کنندگان در تحقیق جمع‌آوری شد. پس از انتخاب هدفمند آزمودنی‌ها، تقسیم‌بندی به صورت تصادفی در ۲ گروه (تمرینات حرکتی ریتمیک و کنترل) انجام گرفت. در مرحله بعد، پیش‌آزمون در ارتباط با آزمون‌های اسپاسیتی و حس عمقی از هر دو گروه گرفته شد. یک پزشک متخصص طب فیزیکی و توان‌بخشی در تمام طول تحقیق، بر چگونگی کار محقق نظارت داشت. بعد از اجرای پیش‌آزمون، آموزش و اجرای تمرینات حرکتی ایروبیکی در گروه آزمایش کودکان فلج مغزی انجام می‌شد. نحوه اجرای تمرینات و آزمون‌ها توسط کارشناس تربیت‌بدنی و علوم ورزشی به آزمودنی‌ها نمایش داده می‌شد. تمرینات گروه آزمایش شامل ۲۴ جلسه تمرین بود که طی ۸ هفته، هر هفته ۳ جلسه به صورت یک روز در میان اجرا می‌شد [۲۰]. زنجیره حرکات ریتمیک شامل ۴ حرکت بسیار ساده و روان (گام درجا، گام پهلو، گام هفت و حرکت جمع - جمع، باز - باز) بود که هر حرکت ۲ بار تکرار می‌شد تا آزمودنی‌ها به راحتی توانایی تقلید از پژوهشگر را داشته باشند. پروتکل گروه تمرینی در یک جلسه تمرینی شامل گرم کردن (راه رفتن و حرکات کششی به مدت ۱۰ دقیقه)، فعالیت اصلی (انجام حرکات ریتمیک با ضرباهنگ آهسته و ضربان قلب پایین به مدت ۲۰ دقیقه) و سرد کردن (راه رفتن و حرکات

جدول ۲. شاخص‌های جمعیت‌شناختی در آزمودنی‌های تحقیق (n=۱۵)

مشخصات جمعیت‌شناختی	گروه	میانگین ± انحراف معیار	t	Sig
سن (سال)	آزمایش	۹۴۰ ± ۱۱/۵۰	-۰/۱۳۵	۰/۸۹
	کنترل	۹۴۷ ± ۱۱/۱۸		
قد (سانتی‌متر)	آزمایش	۱۴۱/۴۰ ± ۹/۸۴	۰/۱۹	۰/۸۵
	کنترل	۱۴۰/۶۷ ± ۱۱/۲۹		
وزن (کیلوگرم)	آزمایش	۳۳/۰۷ ± ۸/۲۴	-۱/۹۵	۰/۰۶
	کنترل	۳۷/۸۰ ± ۴/۴۴		

طب توانبخشی

جدول ۳. تحلیل واریانس چندمتغیری

نام آزمون	مقدار	df فرضیه	df خطا	F	sig	مجذور اتا
لامبدای ویلکز	۰/۵۴۱	۳	۲۳	۶/۵۰	۰/۰۰۲	۰/۹۴

طب توانبخشی

یافته‌ها

همان‌گونه که در جدول شماره ۳ ملاحظه می‌شود، سطوح معناداری با کنترل نمرات پیش‌آزمون بیانگر آن هستند که بین دختران فلج مغزی همی‌پلاژی حاضر در گروه آزمایش و دختران فلج مغزی همی‌پلاژی گروه کنترل حداقل در یکی از متغیرهای وابسته (اسپاسیتی و حس عمقی) تفاوت معناداری وجود دارد ($F=۶/۵۰, P=۰/۰۰۲$). برای پی بردن به این نکته که از لحاظ کدام متغیر بین ۲ گروه تفاوت معنادار وجود دارد، ۲ تحلیل کوواریانس یک‌راهه در متن مانکوا انجام گرفت که نتایج آن در جدول شماره ۳ ارائه شده است.

همان‌گونه که در جدول شماره ۴ مشاهده می‌شود، نتایج آزمون کوواریانس یک‌راهه نشان داد با کنترل نمرات پیش‌آزمون تفاوت معناداری بین دختران فلج مغزی همی‌پلاژی گروه آزمایش و گروه کنترل در شاخص‌های اسپاسیتی ($F=۴/۵۷, P=۰/۰۴۲$) و حس عمقی ($F=۷/۷۱, P=۰/۰۱$) وجود داشت. به عبارت دیگر، تمرینات ریتمیک سبب پیشرفت شاخص‌های اسپاسیتی و حس عمقی در دختران فلج مغزی همی‌پلاژی گروه آزمایش در مقایسه با گروه کنترل شد.

بحث

یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد تمرینات ریتمیک سبب بهبود شاخص‌های اسپاسیتی و حس عمقی در فلکسورهای مفصل آرنج دختران فلج مغزی همی‌پلاژی می‌شود. این نتایج در خصوص اثربخشی تمرینات ریتمیک بر قابلیت‌های حرکتی کودکان فلج مغزی با یافته‌های مطالعات چن و همکاران [۱۲]، قایی و همکاران [۱۴]، یاردیمیکی لوکمانگلو و همکاران [۲۱]، کو و همکاران [۲۲] و روزنباوم و همکاران [۲۲] هم‌راستا است.

در جدول شماره ۲ شاخص‌های جمعیت شناختی آزمودنی‌های گروه آزمایش و کنترل بیان شده است. همچنین نتایج آزمون تی مستقل^۵ نشان داد بین دختران فلج مغزی همی‌پلاژی در ۲ گروه آزمایش و کنترل تفاوت معناداری در هیچ‌یک از شاخص‌های جمعیت‌شناختی وجود ندارد ($P<۰/۰۵$). در گروه کنترل ۹ نفر همی‌پلاژی در سمت راست و ۶ نفر در سمت چپ داشتند و در گروه آزمایش ۱۱ نفر همی‌پلاژی در سمت راست و ۴ نفر در سمت چپ داشتند. در ارتباط با مقیاس تقسیم‌بندی عملکرد حرکتی درشت شاخص نیز توزیع کودکان فلج مغزی بدین ترتیب بود: الف) گروه کنترل شامل ۷ نفر سطح ۱، ۵ نفر سطح ۲ و ۳ نفر در سطح ۳، ب) گروه آزمایش شامل ۶ نفر سطح ۱، ۷ نفر سطح ۲ و ۲ نفر در سطح ۳. تصاویر شماره ۱ و ۲ به ترتیب میانگین نمرات اسپاسیتی و حس عمقی در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون در دختران فلج مغزی همی‌پلاژی را در ۲ گروه آزمایش و کنترل نشان می‌دهند.

نتایج آزمون شاپیرو ویلک^۶ در هیچ‌کدام از متغیرهای مورد مطالعه معنادار نشد ($P<۰/۰۵$) که این مورد نشان‌دهنده نرمال بودن توزیع داده‌ها در متغیرهای مورد مطالعه در گروه آزمایش و کنترل است. همچنین نتایج آزمون لون در مرحله پس‌آزمون متغیرهای اسپاسیتی ($F_{(۱,۲۸)}=۰/۰۱۱, P=۰/۹۱$) و حس عمقی ($F_{(۱,۲۸)}=۱/۰۱۷, P=۰/۳۲$) معنادار نشد ($P<۰/۰۵$) که نشان‌دهنده همگنی واریانس‌ها بود. نتایج آزمون ام‌باکس نیز حاکی از برابری ماتریس‌های کوواریانس در بین متغیرهای وابسته در مرحله پس‌آزمون بود ($F_{(۶,۵۶۸)}=۱/۱۵, P=۰/۳۳$).

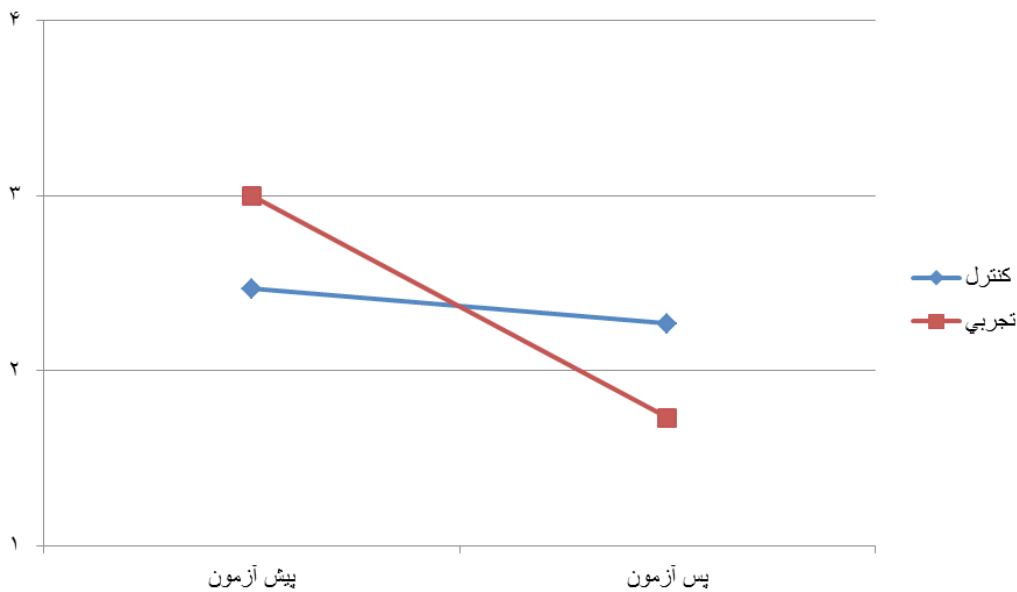
5. Independent Samples T-Test

6. Shapiro-Wilk Test

جدول ۴. تحلیل کوواریانس یک‌راهه در متن مانکوا

متغیر	منبع تغییرات	مجموع مجذورات	df	میانگین مجذورات	F	P	مجذور اتا
اسپاسیتی	گروه	۱/۳۶۱	۱	۱/۳۶۱	۴/۵۷	۰/۰۴۲	۰/۱۵
	خطا	۷/۴۳۸	۲۵	۰/۲۹۸	-	-	-
	مجموع اصلاح‌شده	۱۰	۲۹	-	-	-	-
حس عمقی	گروه	۷۶/۳۵۳	۱	۷۶/۳۵۳	۷/۷۱	۰/۰۱	۰/۲۳
	خطا	۲۴۵/۶۳۸	۲۵	۹/۸۲۶	-	-	-
	مجموع اصلاح‌شده	۳۲۹/۴۶۷	۲۹	-	-	-	-

طب توانبخشی

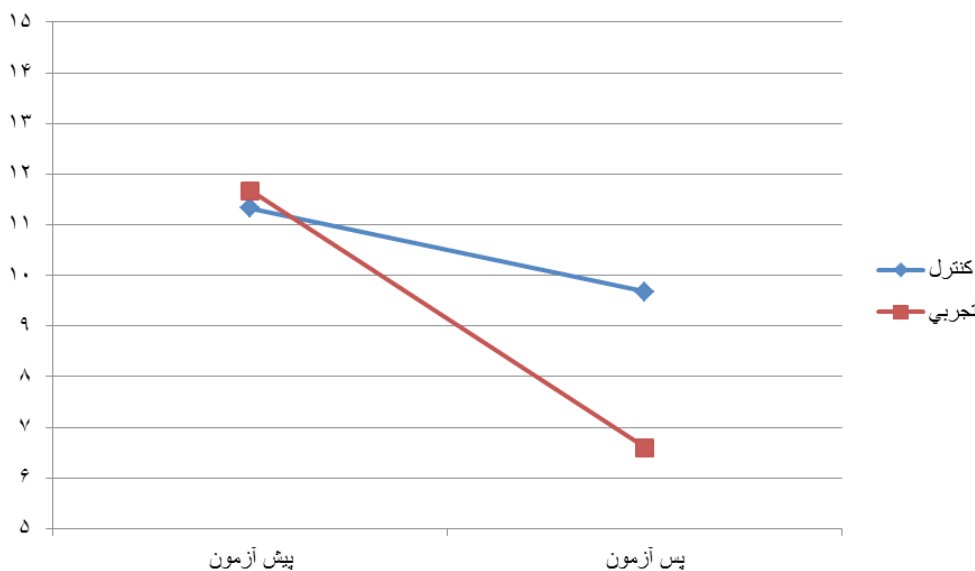


تصویر ۱. میانگین نمرات اسپاسیتهی در مراحل پیش آزمون و پس آزمون در دختران فلج مغزی همی پلاژی

طب توانبخشی

فعالیت‌های معمول زندگی را فراهم می‌آورد، به نظر می‌رسد انجام فعالیت‌های حرکتی ریتمیک در پژوهش حاضر می‌تواند تأثیر قابل توجهی در بهبود مهارت‌های حرکتی این بیماران داشته باشد و از طریق اعمال تحریکات به واسطه تمرینات ریتمیک احتمالاً می‌توان تا حدی نقص عملکرد پردازش و یکپارچگی حسی را در کودکان فلج مغزی همی پلاژی جبران کرد؛ به‌ویژه در صورتی که کودکان مبتلا به فلج مغزی به‌طور مرتب تحت تمرینات حرکتی ریتمیک قرار بگیرند، اطلاعات کامل‌تری از طریق گیرنده‌های اندام فوقانی برای مغز ارسال می‌شود که در صورت برقراری ارتباط

به‌عنوان مثال، نتایج تحقیق مروری لوکمانگلو و همکاران حاکی از اثربخشی برخی از تمرینات بر حس عمقی و برخی نیز بر عملکرد حرکتی بود [۲۱]. روزن‌بام و همکاران در بررسی اثربخشی تمرینات کامپیوتری بر بهبود حس کنترل در کودکان مبتلا به فلج مغزی نشان دادند گروه تمرینی به‌طور معناداری تعداد گزارشات صحیح بیشتری در مقایسه با گروه کنترل داشتند [۲۳]. از آنجایی که بهبود وضعیت عملکرد اندام فوقانی به‌عنوان یکی از موارد مهم و حیاتی در کاردرمانی و همچنین بازتوانی بیماران فلج مغزی همی پلاژی محسوب می‌شود و موجبات عملکرد بهتر در اجرای



تصویر ۲. میانگین نمرات حس عمقی در مراحل پیش آزمون و پس آزمون در دختران فلج مغزی همی پلاژی

طب توانبخشی

چندین گیرنده، نورون‌های بیشتری نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد و موجب بهبود عملکرد آن‌ها می‌شود [۲۳].

نتایج مطالعه حاضر در خصوص کاهش میزان اسپاسیتی کودکان فلج مغزی متعاقب تمرینات حرکتی با نتایج مارادس کابلرو و همکاران [۱۳]، قره‌باغی و همکاران [۶] و پین و همکاران [۲۴] هم‌راستاست. قره‌باغی و همکاران در پژوهش خود نشان دادند اعمال هم‌زمان تحریکات حس سطحی و عمقی در بهبود توانایی‌های عملکردی اندام فوقانی و دست مؤثر است و کاهش میزان اسپاسیتی میچ دست در کودکان مبتلا به فلج مغزی اسپاستیک دی‌پلژی را به دنبال داشته است [۶]. یکی از دلایل مهم در کسب نتایج پژوهش حاضر را می‌توان در این مورد دانست که محدودیت یا فقدان تجربیات حرکتی و تحریکات حسی در کودکان فلج مغزی سبب ایجاد اختلالات حرکتی در آن‌ها می‌شود که این مورد با انجام تمرینات حرکتی ریتمیک در پژوهش حاضر برطرف شد. گوردن و داف در همین راستا بیان می‌دارند بین مشکلات گرفتن در کودکان مبتلا به فلج مغزی همی‌پلژی با اختلال در مکانیسم‌های حسی ارتباط زیادی وجود دارد [۲۵].

کرومیلیند و همکاران نیز به بیان نقص حسی در کودکان مبتلا به فلج مغزی همی‌پلژی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که اختلالات حسی ارتباط زیادی با عملکرد دست در این افراد دارد [۲۶]. یافته‌های حاصل از بررسی ۵ مطالعه توسط کیتیلایا و همکاران نشان داد موسیقی درمانی در تمامی این مطالعات به بهبود عملکرد حرکتی کودکان فلج مغزی کمک کرد. ضایعات مغزی ممکن است عملکرد دست و اجزای آن و همچنین چندین عملکرد بدن را مختل کند. به‌کارگیری دست در فعالیت‌های مختلف مستلزم استفاده از اطلاعات حس عمقی، بینایی، لامسه و حرکات هماهنگ است. از طرفی در کودکان مبتلا به فلج مغزی همی‌پلژی وجود اختلال‌های حسی حرکتی منجر به ناتوانی در اجرای مهارت و عملکرد حرکتی می‌شود [۲۷].

براساس اصول مربوط به میلین‌سازی و سیناپس‌سازی، به‌کارگیری تحریکات حس سطحی در کنار تحریکات حس عمقی که سبب تسهیل حرکتی می‌شود به نظر می‌رسد که منجر به ایجاد سیناپس‌های بیشتر در قشر مغز و همچنین میلین‌سازی بیشتر و در نتیجه کنترل حرکتی بهتر می‌شود [۲۳]. به نظر می‌رسد در پژوهش حاضر این مهم در نتیجه اجرای تمرینات حرکتی ریتمیک و در نتیجه بهبود حس عمقی و کاهش اسپاسم در عضلات دست کودکان فلج مغزی همی‌پلژی فراهم شده باشد. یافته‌های پژوهش حاضر با تحقیقات پیشین در زمینه اثربخشی پروتکل‌های تمرینی بر بهبود حس عمقی و اسپاسیتی کودکان مبتلا به فلج مغزی به‌عنوان یک عامل بسیار مهم در حفظ و کنترل وضعیت قامتی آن‌ها همخوان است. در این رابطه می‌توان اذعان داشت که تمامی روش‌های به کار گرفته‌شده

در پژوهش‌های قبلی بر روند تحریک سیستم عصبی عضلانی و در نتیجه فراهم‌سازی سازگاری‌های مناسب در بهبود وضعیت قامتی و تعادل مؤثرند. باتوجه‌به اینکه تمرینات به کار گرفته‌شده در پژوهش حاضر به‌عنوان یک روش تمرینی جدید از پویایی، جذابیت و تحرک لازم برای کودکان مبتلا به فلج مغزی برخوردار است، بنابراین در آن‌ها انگیزه و علاقه فراوانی ایجاد می‌کند که می‌تواند نسبت به سایر روش‌های تمرینی از ارجحیت برخوردار باشد.

نتیجه‌گیری

باتوجه‌به نتایج این مطالعه و سایر تحقیقاتی که در این زمینه صورت پذیرفته است، به نظر می‌رسد اعمال روش‌های تمرینی دارای حرکات ریتمیک سبب تأثیرات مثبت در حس عمقی و میزان اسپاسیتی کودکان فلج مغزی همی‌پلژی می‌شود. از این رو شاید بتوان اظهار کرد جهت بهبود عملکرد حرکتی دست در کودکان فلج مغزی و همچنین کاهش شدت اسپاسیتی در این افراد بتوان در کنار سایر پروتکل‌های تمرینی و بازتوانی از تمرینات حرکتی ریتمیک استفاده کرد.

از محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان به مواردی نظیر کم بودن حجم نمونه‌ها، کم بودن دوره تمرینی (۸ هفته) و عدم وجود آزمون‌های پیگردی بعد از پس‌آزمون به‌منظور تعیین اثرات بلندمدت تمرینات ریتمیک در کودکان مبتلا به فلج مغزی همی‌پلژی اشاره کرد. بنابراین پیشنهاد می‌شود این نوع تمرینات در کنار سایر مداخلات درمانی برای این قشر از افراد جامعه به کار گرفته شود. از نتایج این پژوهش می‌توان در سازمان آموزش و پرورش به‌خصوص زیرشاخه آموزش و پرورش استثنایی، سازمان بهزیستی، مراکز درمانی و همچنین مراکز دولتی و دفاتر خصوصی کاردرمانی استفاده کرد. بدیهی است که کاربرد بهترین روش‌های تمرینی به پزشکان کاردرمانی که با کودکان دارای محدودیت‌های حرکتی (از جمله فلج مغزی) سروکار دارند، کمک می‌کند و با تسریع امر یادگیری در آن‌ها همراه است، بنابراین در هزینه و زمان آموزش نیز صرفه‌جویی خواهد شد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

تأییدیه اخلاقی از کمیته اخلاق پژوهشی دانشگاه ارومیه اخذ شد. شرکت‌کنندگان در مورد اهداف و روش‌های مطالعه مطلع شدند. آن‌ها از محرمانه بودن اطلاعات خود اطمینان داشتند و در هر زمان آزاد بودند که مطالعه را ترک کنند و در صورت تمایل، نتایج تحقیق در اختیار آن‌ها قرار خواهد گرفت.

حامی مالی

این مقاله برگرفته از رساله دکتری خانم سحر وفائیان در گروه رفتار حرکتی دانشگاه ارومیه است و هیچ‌گونه کمک مالی از سازمانی‌های دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده‌سازی بخش‌های این مقاله مشارکت یکسان داشتند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

از تمام سازمان‌ها، از جمله آموزش و پرورش استثنایی، بهزیستی، مدارس استثنایی و شرکت‌کنندگانی که ما را در انجام پژوهش حاضر یاری کردند تشکر و قدردانی می‌شود.

References

- [1] Gordon AM, Friel KM. Intensive training of upper extremity function in children with cerebral palsy. In: Nowak DA, Hermsdörfer J, editors. *Sensorimotor control of grasping: Physiology and pathophysiology*. Cambridge: Cambridge University Press; 2009. [DOI:10.1017/CBO9780511581267.032]
- [2] Riquelme I, Padrón I, Cifre I, González-Roldán AM, Montoya P. Differences in somatosensory processing due to dominant hemispheric motor impairment in cerebral palsy. *BMC Neuroscience*. 2014; 15:10. [DOI:10.1186/1471-2202-15-10] [PMID]
- [3] Fedrizzi E, Pagliano E, Andreucci E, Oleari G. Hand function in children with hemiplegic cerebral palsy: prospective follow-up and functional outcome in adolescence. *Developmental Medicine and Child Neurology*. 2003; 45(2):85-91. [DOI:10.1111/j.1469-8749.2003.tb00910.x]
- [4] Deluca SC, Echols K, Law CR, Ramey SL. Intensive pediatric constraint-induced therapy for children with cerebral palsy: Randomized, controlled, crossover trial. *Journal of Child Neurology*. 2006; 21(11):931-8. [DOI:10.1177/08830738060210110401] [PMID]
- [5] Brady K, Garcia T. Constraint-induced movement therapy (CIMT): Pediatric applications. *Developmental Disabilities Research Reviews*. 2009; 15(2):102-11. [DOI:10.1002/ddrr.59] [PMID]
- [6] Gharebaghi S, Hadian MR, Abdolvahab M, Dehghan L, Raji P, Faghih Zadeh S. [The effects of simultaneous activation of exteroception and proprioception on function of upper extremity in children with diplegic spastic cerebral palsy, 3-7 years old (Persian)]. *Journal of Modern Rehabilitation*. 2010; 4(3):53-7. [Link]
- [7] Kenney WE. 16 Certain Sensory Defects in Cerebral Palsy. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 1963; 27:193-5. [DOI:10.1097/00003086-196300270-00020]
- [8] Wingert JR, Burton H, Sinclair RJ, Brunstrom JE, Damiano DL. Joint-position sense and kinesthesia in cerebral palsy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2009; 90(3):447-53. [DOI:10.1016/j.apmr.2008.08.217] [PMID]
- [9] Bax M, Goldstein M, Rosenbaum P, Leviton A, Paneth N, Dan B, et al. Proposed definition and classification of cerebral palsy, April 2005. *Developmental Medicine and Child Neurology*. 2005; 47(8):571-6. [DOI:10.1017/S001216220500112X] [PMID]
- [10] Kwon TG, Yi SH, Kim TW, Chang HJ, Kwon JY. Relationship between gross motor function and daily functional skill in children with cerebral palsy. *Annals of Rehabilitation Medicine*. 2013; 37(1):41-9. [DOI:10.5535/arm.2013.37.1.41] [PMID]
- [11] Speth L, Janssen-Potten Y, Leffers P, Rameckers E, Defesche A, Geers R, et al. Observational skills assessment score: reliability in measuring amount and quality of use of the affected hand in unilateral cerebral palsy. *BMC Neurology*. 2013; 13:152. [DOI:10.1186/1471-2377-13-152] [PMID]
- [12] Chen YP, Kang LJ, Chuang TY, Doong JL, Lee SJ, Tsai MW, et al. Use of virtual reality to improve upper-extremity control in children with cerebral palsy: A single-subject design. *Physical Therapy*. 2007; 87(11):1441-57. [DOI:10.2522/ptj.20060062] [PMID]
- [13] Marrades-Caballero E, Santonja-Medina CS, Sanz-Mengibar JM, Santonja-Medina F. Neurologic music therapy in upper-limb rehabilitation in children with severe bilateral cerebral palsy: A randomized controlled trial. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2018; 54(6):866-72. [DOI:10.23736/S1973-9087.18.04996-1] [PMID]
- [14] Ghai S, Ghai I, Effenberg AO. Effect of rhythmic auditory cueing on gait in cerebral palsy: A systematic review and meta-analysis. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*. 2017; 14:43-59. [DOI:10.2147/NDT.S148053] [PMID]
- [15] Kittila S, Posawang P, Maneetong Y. Music therapy for children with cerebral palsy: A systematic review. *Journal of The Department of Medical Services*. 2019; 44(1):73-80. [Link]
- [16] Wulf G, McConnel N, Gärtner M, Schwarz A. Enhancing the learning of sport skills through external-focus feedback. *Journal of Motor Behavior*. 2002; 34(2):171-82. [DOI:10.1080/00222890209601939] [PMID]
- [17] Pourazar M, Bagherzadeh F, Mirakhori F. Virtual reality training improves dynamic balance in children with cerebral palsy. *International Journal of Developmental Disabilities*. 2019; 67(6):429-34. [DOI:10.1080/20473869.2019.1679471] [PMID]
- [18] Nakhostin Ansari N, Naghdi S, Jamshidi AA, Entezary E, Tabatabaei A, et al. [Relationship between the modified modified ashworth scale and the biomechanical measure in assessing knee extensor muscle spasticity in patients with post-stroke hemiparesia: A pilot study (Persian)]. *Avicenna Journal of Clinical Medicine*. 2014; 21(2):131-6. [Link]
- [19] Sheykh A, Shahrbanian S, Minounejad H. [Comparison of knee proprioception and postural stability between Iranian amateur and professional Taekwondo players (Persian)]. *Iranian Journal of Orthopedic Surgery*. 2020; 16(3):228-35. [DOI:10.22034/ijos.2020.121366]
- [20] Rahmati F, Zareian E. [The effect of eight weeks aerobic exercise on social interaction in children with mentally disable (Persian)]. *Motor Behavior*. 2015; 7(19):65-78. [Link]
- [21] Yardımcı-Lokmanoğlu BN, Bingöl H, Mutlu A. The forgotten sixth sense in cerebral palsy: Do we have enough evidence for proprioceptive treatment? *Disability and Rehabilitation*. 2020; 42(25):3581-90. [DOI:10.1080/09638288.2019.1608321] [PMID]
- [22] Ko MS, Sim YJ, Kim DH, Jeon HS. Effects of three weeks of whole-body vibration training on joint-position sense, balance, and gait in children with cerebral palsy: A randomized controlled study. *Physiotherapy Canada*. 2016; 68(2):99-105. [DOI:10.3138/ptc.2014-77] [PMID]
- [23] Ritterband-Rosenbaum A, Christensen MS, Nielsen JB. Twenty weeks of computer-training improves sense of agency in children with spastic cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities*. 2012; 33(4):1227-34. [DOI:10.1016/j.ridd.2012.02.019] [PMID]
- [24] Pin T, Dyke P, Chan M. The effectiveness of passive stretching in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*. 2006; 48(10):855-62. [DOI:10.1111/j.1469-8749.2006.tb01236.x]

- [25] Gordon AM, Duff SV. Relation between clinical measures and fine manipulative control in children with hemiplegic cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*. 1999; 41(9):586-91. [[DOI:10.1017/S0012162299001231](https://doi.org/10.1017/S0012162299001231)] [[PMID](#)]
- [26] Krumlind-Sundholm L, Eliasson AC. Comparing tests of tactile sensibility: Aspects relevant to testing children with spastic hemiplegia. *Developmental Medicine and Child Neurology*. 2002; 44(9):604-12. [[DOI:10.1111/j.1469-8749.2002.tb00845.x](https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2002.tb00845.x)]
- [27] Henderson A, Pehoski C. *Hand function in the child: Foundations for remediation*. Amsterdam: Elsevier Health Sciences; 2005. [[Link](#)]

