Journal of Sport and Exercise Physiology
2024, 17(1): 60-80

Orginal Article

The effect of 8 weeks of aquatic and land exercise training on balance and proprioception of the ankle joint in children with diplegia cerebral palsy

Hamid Abbasi, Hossein Ghasemsharifi, Saeed Abedinzadeh*, Reza Sharifatpour

Department of Sports Sciences, University of Yazd, Yazd, Iran

Abstract

Background and Purpose: Children with spastic cerebral palsy have many problems in terms of movement and balance. The crooked structure of children with spastic cerebral palsy disturbs their balance function. Due to the constant muscle tension in these people, a permanent spasm is seen in their flexor muscles. Together with other features of the disease, this leads to limited mobility for those affected. Recently, training in water and on land have become very popular in both sports and rehabilitation, especially for people with limited mobility. The aim of this study was to investigate the effects of a functional training protocol combining water and land exercises on the balance and proprioception of the lower limbs of children with cerebral palsy and diplegia.

Materials and Methods: Thirty children with diplegia cerebral palsy were selected through available sampling and randomly divided into two equal groups of experimental (age, 9.33±1.63 years; height, 1.32±0.06 m; weight, 33.88±3.63 kg) and control group (age, 9.46±1.30 years; height, 1.30±0.05 m; weight, 32.04±3.52 kg). Subjects in the experimental group performed a training protocol on the ground including strength exercises, balance exercises and functional exercises and training protocol in water for 8 weeks and 4 sessions per week. Before and after the training period static balance was evaluated by using the functional reaching test, the dynamic balance by using the time up and go test (TUG), and joint proprioceptive by measuring the angle of dorsiflexion. To statistically analyze the data, two-way repeated measures of ANOVA was used at a significant level of $p \leq 0.05$.

Results: After 8 weeks of land and water combined training, there were significant improvements in the functional balance test ($p<0.05$) and ankle joint proprioception ($p=0.001$), as well as a significant reduction in time of TUG test($p=0.001$). No significant within-group differences were observed in any of the variables in the control group ($p> 0.05$).

Conclusion: The results of the present study showed that performing combined strength, aquatic, functional and balance exercises improve balance, joint proprioception, movement and walking performance in children. In addition, combined water and land exercises can improve the balance and proprioception of children with cerebral palsy and diplegia, and as a result the movement problems and falls of these children could be reduced, which is important for improving the health and lifestyle of these children. Therefore, prescribing this exercise training modality is recommended to trainers and therapists.

Key words: Functional Training, Aquatic Exercise, Balance, Proprioception, Diplegia

How to cite this article: Abbasi H, Ghasemsharifi H, Abedinzadeh S, Sharifatpour R. The effect of 8 weeks of aquatic and land exercise training on balance and proprioception of the ankle joint in children with diplegia cerebral palsy. J Sport Exerc Physiol. 2024;17(1):60-80.

* Corresponding Author Email Address: sabedin@yazd.ac.ir
https://doi.org/10.48308/joeppa.2024.234490.1220

Received: 20/01/2024 Revised: 11/03/2024 Accepted: 16/03/2024

Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

نشریه فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی
۱۴۰۳، دوره ۱۷، شماره ۱، صفحه‌های ۶۰-۸۰

مقاله پژوهشی

اثر هشت هفته تمرین عملکردی آب و خشکی بر تعادل و حس عمقی مچ پای کودکان فلج مغزی دایپلژی

حمید عباسی، حسین قاسم شریفی، سعید عابدین‌زاده*، رضا شریفات‌پور

گروه علوم ورزشی، دانشگاه یزد، یزد، ایران

چکیده

زمینه و هدف: کودکان مبتلا به فلج مغزی اسپاستیک از دید حرکتی و تعادل مشکلات فراوانی دارند. ساختار کج قامت کودکان فلج مغزی اسپاستیک، عملکرد آن‌ها در فعالیت‌های روزمره را مختل می‌کند. به‌دلیل تنش دائمی عضلانی در این افراد یک اسپاسم دائمی در عضلات فلکسور آن‌ها دیده می‌شود. این شرایط همراه با دیگر ویژگی‌های بیماری، افراد را در حالت فقر حرکتی قرار می‌دهد. اخیراً تمرین در آب و خشکی در هر دو عرصهٔ ورزش و توانبخشی در میان همگان و به‌ویژه افراد دارای محدودیت حرکتی محبوبیت بسیاری پیدا کرده است. هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر روش تمرینی عملکردی در آب و خشکی بر تعادل و حس عمقی اندام تحتانی کودکان فلج مغزی دایپلژی بود.

مواد و روش‌ها: ۳۰ کودک فلج مغزی دایپلژی از طریق نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شده و به‌صورت تصادفی به دو گروه ۱۵ نفرهٔ تجربی (سن ۱/۶۳±۹/۳۳ سال، قد ۰/۰۶±۱/۳۲ متر، وزن ۳/۶۳±۳۳/۸۸ کیلوگرم) و کنترل (سن ۱/۳۰±۹/۴۶ سال، قد ۰/۰۵±۱/۳۰ متر، وزن ۳/۵۲±۳۲/۰۴ کیلوگرم) تقسیم شدند. به‌منظور ارزیابی تعادل ایستا یا تعادل پویا با استفاده از آزمون رساندن عملکردی (در سه وضعیت)، به‌منظور ارزیابی تعادل پویا از آزمون زمان برخاستن و راه رفتن، و ارزیابی حس عمقی مفصل (دورسی فلکشن) پیش و پس از انجام تمرین استفاده شد. گروه تجربی تمرین روی زمین شامل تمرین قدرتی، تعادلی، عملکردی و تمرین در آب را به مدت هشت هفته و به‌صورت چهار جلسه در هفته انجام دادند. برای بررسی داده‌ها از آزمون‌های تجزیه‌وتحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر دوراهه در سطح معناداری P≤۰/۰۵ استفاده شد.

نتایج: پس از انجام هشت هفته تمرین ترکیبی آب و خشکی، بهبود معناداری در آزمون تعادل رساندن عملکردی (P<۰/۰۵) و حس عمقی مفصل مچ پا (P=۰/۰۰۱) و همچنین کاهش معناداری در زمان آزمون برخاستن و راه رفتن مشاهده شد (P=۰/۰۰۱). در هیچ‌یک از متغیرهای گروه کنترل تفاوت معناداری مشاهده نشد (P >۰/۰۵).

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که انجام تمرین عملکردی به‌صورت ترکیبی در آب و خشکی، می‌تواند اثر مفیدی بر بهبود تعادل، حس عمقی و در نهایت عملکرد حرکتی و راه رفتن کودکان فلج مغزی داشته باشد. همچنین انجام تمرین ترکیبی آب و خشکی می‌تواند تعادل و حس عمقی مچ پای کودکان فلج مغزی دایپلژی را بهبود بخشد و به‌وسیلهٔ بهبود تعادل و حس عمقی این کودکان می‌توان مشکلات حرکتی و زمین خوردن این کودکان را کاهش داد و گامی مؤثر در بهبود سلامتی و شیوهٔ زندگی آن‌ها برداشت. بنابراین انجام این تمرین عملکردی ترکیبی به مربیان و درمانگران توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تمرین عملکردی، تمرین در آب، تعادل، حس عمقی، دایپلژی

نحوه استناد به این مقاله: عباسی ح، قاسم شریفی ح، عابدین زاده س، شریفات پور ر. اثر هشت هفته تمرین عملکردی آب و خشکی بر تعادل و حس عمقی مچ پای کودکان فلج مغزی دایپلژی. نشریهٔ فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی.۱۴۰۳؛۱۷(۱):۶۰-۸۰.

* رایانامه نویسنده مسئول: sabedin@yazd.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۳۰ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۱۲/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۲۶

مقدمه

فلج مغزی بخشی از اختلالات دائمی در رشد حرکت و وضعیت بدنی است که سبب محدودیت در فعالیت‌های روزمره می‌شود، این اختلال غیرپیشرونده است و در مغز جنین یا نوزاد رخ می‌دهد (۱). کودکان مبتلا به فلج مغزی، اغلب برخی از اختلالات عملکردی-عضلانی نظیر اسپاسم، ضعف عضلانی و کاهش کنترل عضلات ارادی را به‌همراه خواهند داشت (۲) از دیدگاه نظام بین‌المللی طبقه‌بندی عملکرد (International Classification Of Functioning, Disability And Health) فلج مغزی روی ساختارهای بدن مانند اندام‌ها، عملکرد بدن مانند عملکرد ذهنی، فعالیت‌ها مانند راه رفتن، و مشارکت مانند ورزش اثر می‌گذارد که به نوبهٔ خود می‌تواند به ناتوانایی‌هایی مانند ضایعه محدودیت عملکرد و مشارکت بینجامد (۳). درمان‌های معمول شامل تزریق بوتولینیوم توکسین، جراحی ارتوپدی، استفادهٔ اجباری از اندام مبتلا، دارودرمانی برای طبیعی‌سازی تون عضلانی، کاردرمانی و فیزیوتراپی است (۴). به‌تازگی تمرین در آب در هر دو عرصهٔ ورزش و توانبخشی در میان همگان و به‌ویژه افراد دارای محدودیت حرکتی محبوبیت بسیاری پیدا کرده، اما به تمرین عملکردی در آب کمتر توجه شده است (۵). شناوری در آب به فرد اجازه می‌دهد تا ضمن کاهش بار محوری ستون فقرات، نیروی عکس‌العمل زمین نیز کاهش پیدا کند. همچنین با ویژگی چسبندگی یا ویسکوزیتهٔ آب می‌توان تمرین قدرتی را در برنامه‌های آب‌درمانی افراد گنجاند. بسامد و شمار تنفس هنگام راه رفتن در آب افزایش می‌یابد، در نتیجه اکسیژن دریافتی بیشتر شده و فشار هیدرواستاتیکی آب سبب می‌شود که عضلات تنفسی اکسیژن بیشتری دریافت کنند (۶). همچنین تمرین در آب موجب افزایش میزان توان عضلانی و کاهش کوفتگی تأخیری عضلانی می‌شود (۷). از طرف دیگر به‌غیر از تمرین در آب، تمرین مقاومتی و تعادلی نیز تأثیرات مثبتی در بیماران فلج مغزی نشان داده است. بر اساس نتایج پژوهش‌ها تمرین تعادلی و مقاومتی می‌تواند سهم مهمی در تکامل و توسعهٔ مهارت‌های عملکردی مانند تعادل قامتی و هماهنگی، سرعت و کیفیت راه رفتن داشته باشد (۸). افزون بر این، تمرین بدنی موجب افزایش عملکرد و بهبود عوامل روان‌شناختی نیز در افراد با اختلالات مغزی است (۹). برخی پژوهشگران ضعف کنترل عضلات مچ پا را علت اختلال در تعادل بیماران فلج مغزی بیان کرده‌اند (۱۰). بررسی پیشینه نشان می‌دهد که اگر ظرفیت تولید قدرت در اندام تحتانی و فوقانی بیشتر شود، از مشکلات حرکتی کودکان با فلج مغزی دایپلژی اسپاستیک کاسته می‌شود. همچنین کودکان دارای فلج مغزی دایپلژیک زمانی‌که در تمرین مقاومتی شرکت می‌کنند، توانایی حرکتی‌شان بهبود می‌یابد (۱۱). اگر تمرین قدرتی طراحی عملکردی داشته باشد، برای نمونه در نشستن و برخاستن، راه رفتن، حمل بار یا بالا رفتن از پله، می‌تواند برای این‌گونه بیماران مفیدتر باشد. دهقانی‌زاده و همکاران (۲۰۱۲) یکی از عوامل مهم اختلالات حرکتی در کودکان فلج مغزی دایپلژی اسپاستیک را محدودیت در عملکرد مهارت حرکتی درشت به‌علت ضعف عضله بیان کرده‌اند. همچنین نشان دادند در پی تمرین مقاومتی نشستن و ایستادن با وزنه، مهارت‌های حرکتی درشت و قدرت ایزومتریک گروه‌های عضلانی اکستنسور ران و زانو بهبود یافت (۱۲). روی‌هم‌رفته کمتر تحقیقی می‌توان یافت که مانند پژوهش دهقانی‌زاده از تمرین عملکردی استفاده شده باشد و همواره در تمرین قدرتی عضلات به‌صورت ایزوله و مجزا تمرین داده می‌شوند. از طرف دیگر با توجه به مشکلات موجود در فعالیت‌های روزمرهٔ کودکان فلج مغزی تمرین در آب شاید بهترین پیشنهاد برای آن‌ها باشد که به‌علت شناوری در آب و کاهش نیروی

جاذبه و همچنین، تعادل بیشتر می‌توانند تمرین عملکردی را انجام دهند، که این موضوع به پژوهش بیشتری نیاز دارد.

تعادل، به توانایی حفظ مرکز ثقل بدن در محدودهٔ سطح اتکا و در هر دو حالت ایستا و پویا گفته می‌شود (۱۳). تعادل مناسب یک امتیاز مهم برای انجام فعالیت‌های بدنی قلمداد می‌شود و ضعف در تعادل از مهم‌ترین عوامل خطر افتادن به‌حساب می‌آید. کنترل تعادل مرحله‌ای پویاست که سبب می‌شود بدن در حالت سکون و حرکت متعادل بماند. برای انجام یک حرکت یا نگه‌داشتن وضعیت بدن باید چندین دستگاه با هم هماهنگی کامل داشته باشند (۱۴). تعامل دستگاه‌های عصبی عضلانی، اسکلتی عضلانی و محیط برای کنترل تعادل ضروری است. دستگاه عصبی خود شامل سه بخش است: حسی (بینایی، وستیبولار، حسی پیکری) که برای دادن اطلاعات از وضعیت و موقعیت بدن در فضاست، پردازشگرهای دستگاه حسی که ارتباط بین دستگاه حسی و حرکتی را برقرار می‌کنند و راهبردهای حرکتی، که موجب به‌وجود آمدن پاسخ‌های تعادلی می‌شوند. دستگاه اسکلتی عضلانی برای حفظ تعادل مفصل باید دارای دامنهٔ حرکتی مناسب باشد، عوامل محیطی نیز بر کنترل تعادل تأثیر می‌گذارند (۱۵).

حس عمقی توانایی احساس یا درک موقعیت فضایی مفصل و حرکات بدن بدون استفاده از چشم است (۱۶). گیرنده‌های حس وضعیت که شامل گیرنده‌های دوک عضلانی، ارگان وتری-گلژی و گیرنده‌های مفصلی‌اند، اطلاعات مربوط به این حس را به دستگاه عصبی مرکزی منتقل می‌کنند (۱۷). این گیرنده‌ها وظیفهٔ ایجاد آگاهی از وضعیت حرکت و تعادل قسمت‌های مختلف بدن را نسبت به یکدیگر بر عهده دارند (۱۸). به‌عبارت دیگر حس عمقی واژهٔ جامعی از احساس حرکت است که ورودی حسی را از گیرنده‌های دوک عضلانی، تاندون و مفاصل دریافت می‌کند و موقعیت و حرکت مفصل را تعیین و جهت شدت و سرعت حرکت مفاصل را به‌خوبی مشخص می‌کند (۱۹).

کودکان مبتلا به فلج مغزی اسپاستیک از دید حرکتی و تعادل مشکلات فراوانی دارند. ساختار کج قامت کودکان فلج مغزی اسپاستیک، عملکرد تعادل را مختل می‌کند. به‌دلیل وجود تنش دائمی عضلانی در این افراد یک اسپاسم دائمی در عضلات فلکسور آنها دیده می‌شود. سپس عضلات اکستنسور آنها همواره در حالت کشیده قرار می‌گیرد. این شرایط همراه با دیگر ویژگی‌های بیماری، افراد را در حالت فقر حرکتی قرار می‌دهد. در نتیجه عملکرد عضلانی و نیروی آنها متناسب با رشد سنی و افزایش وزن بدن آنها پیشرفت نمی‌کند (۲۰). نوسانات مرکز ثقل بدن یا به‌عبارت دیگر کنترل قامت (پاسچر) از طریق هماهنگی بین دستگاه عصبی مرکزی با دروندادهایی از سه دستگاه بینایی، دهلیزی و حسی پیکری کنترل می‌شود. میزان نوسانات مرکز ثقل به‌عنوان شاخصی از پایداری و تعادل پاسچر در بررسی عملکرد تعادلی دستگاه عصبی عضلانی به‌کار می‌رود. نوسانات غیرعادی بدن تحت عوامل بی‌شماری به‌وجود می‌آید. یکی از این عوامل فلج مغزی است (۲۱). پژوهش‌های بی‌شماری نشان داده است که اختلالات حسی به درجات مختلف در کودکان فلج مغزی وجود دارد. ارتباط بسیار نزدیکی بین اجزای حسی حرکتی، مهارت‌های حرکتی ظریف و اجرای عملکردی وجود دارد (۲۲). با این همه، تحقیقات انجام‌گرفته در این زمینه کم است. با افزایش قدرت عضلات چهارسر رانی در کودکان مبتلا به فلج مغزی توانستند قدرت عضلات چهارسر رانی را در همهٔ کودکان به‌طور معناداری افزایش دهند. کودکان فلج مغزی هنگام ایستادن تعادل قدامی خلفی خود را فقط با استفاده از عملکرد اندام فوقانی و تنه حفظ می‌کنند و از راهبرد مچ پا برای حفظ تعادل استفاده نمی‌کنند، بنابراین نگهداری تعادل در جهت قدامی خلفی برای این کودکان کار سختی است

(۲۳). به همین علت شاید اجرای تمرین در آب برای کودکان فلج مغزی مناسب‌تر باشد. رز و همکاران (۲۰۰۲) نیز بیان کردند که کاهش میزان تعادل پویای کودکان مبتلا به فلج مغزی اسپاستیک عامل اصلی در اختلال گام‌برداری این بیماران است، بنابراین می‌تواند راهنمای خوبی برای درمان باشد (۲۴). کودک مبتلا به فلج مغزی به‌دلیل نقص در تجربهٔ حسی مناسب، در بسیاری از مهارت‌های حرکتی درشت و ظریف مشکل دارند و این نقص با هر درجه می‌تواند عملکرد فرد را تحت تأثیر قرار دهد (۲۵). با توجه به موارد ذکرشده می‌توان به اثربخشی تمرین مقاومتی و یا تمرین در آب به‌صورت جداگانه روی کودکان فلج مغزی و اینکه هر کدام از این تمرین بخشی از مشکلات را برطرف کرده‌اند و به‌طور کلی مطالعات پیشین تمرین ترکیبی آب و خشکی را مؤثرتر می‌دانند (۲۶)، اما اینکه چه تمرینی در آب یا خشکی انجام شود که به فعالیت‌های روزانهٔ این کودکان شبیه یا نزدیک باشد، تاکنون تحقیقی انجام نگرفته است و هیچ‌یک از پژوهش‌ها، تمرین عملکردی را در آب و خشکی بررسی نکرده‌اند. با توجه به بررسی تحقیقات پیشین، این اولین پژوهش مقایسهٔ تمرین کاربردی در آب و خشکی است. با توجه به این موضوع که انجام بهبود توانایی فعالیت‌های روزمره مانند راه رفتن، نشستن و بلند شدن، بالا و پایین رفتن از پله و از این قبیل فعالیت‌ها برای کودکان فلج مغزی از مهم‌ترین اهداف است، ازاین‌رو پژوهش و مطالعهٔ اثر این تمرین عملکردی و کاربردی برای بهبود و ارتقای این فعالیت‌های روزمره لازم و ضروری به‌نظر می‌رسد. ازاین‌رو هدف از این پژوهش بررسی اثر هشت هفته تمرین عملکردی آب و خشکی بر تعادل و حس عمقی مچ پای کودکان فلج مغزی دایپلژی بود.

روش پژوهش

نمونه‌های پژوهش: این تحقیق از نوع نیمه‌تجربی و کاربردی بود. جامعهٔ آماری پژوهش ۱۰۷ نفر از تمامی کودکان فلج مغزی مراجعه‌کننده به مرکز توانبخشی آوای درون و مدرسهٔ جسمی حرکتی ضرابی شهر یزد بود. ۳۰ نفر از کودکان فلج مغزی دایپلژی با دامنهٔ سنی ۱۲-۷ سال به‌عنوان نمونهٔ آماری به‌صورت در دسترس انتخاب شدند و به‌صورت تصادفی در دو گروه کنترل (۱۵ نفر) و تجربی (۱۵ نفر) قرار گرفتند.

معیارهای ورود به تحقیق: تمامی شرکت‌کنندگان، کودکان فلج مغزی نوع دایپلژی بودند؛ دامنهٔ سنی کودکان فلج مغزی ۷-۱۲ سال در نظر گرفته شد؛ عدم ابتلا به بیماری که مانع از انجام حرکات ورزشی شود؛ توانایی راه رفتن به‌صورت مستقل؛ نداشتن بیماری قلبی- عروقی و رضایت والدین. معیارهای خروج از پژوهش عبارت بود از غیبت بیش از سه جلسه در تمرین، نارضایتی والدین در حین اجرای تمرین و اطلاع از وجود بیماری‌های پنهان به‌خصوص به‌منظور انجام تمرین آب‌درمانی.

کودکانی که معیارهای ورود به تحقیقرا داشتند پس از گرفتن رضایت‌نامه از والدینشان داوطلبانه به‌عنوان نمونه انتخاب شدند.

روش اجرای پژوهش: ابتدا نمونه‌ها و والدین آنها دعوت شدند و طرح پژوهش برای آن‌ها تشریح شد، سپس سوابق بیماری ارتوپدی و عصبی-عضلانی افرادی که مایل به شرکت در پژوهش بودند، بررسی شد و افرادی که دارای شرایط مناسب برای اجرای روش تمرینی و تست‌های موردنظر نبودند، کنار گذاشته شدند. گروه تجربی، چهار جلسه در هفته به مدت هشت هفته در برنامهٔ تمرین منتخب شرکت کردند. تمرین منتخب شامل دو جلسه در هفته تمرین در آب (شنبه و سه‌شنبه) و دو جلسه در هفته تمرین خشکی عملکردی (یکشنبه و چهارشنبه) بود. در طول انجام پژوهش گروه کنترل هیچ‌گونه تمرینی دریافت نکرد.

به‌منظور حفظ اخلاق در تحقیق بعد از اتمام پژوهش و

جمع‌آوری اطلاعات پس آزمون‌های دو گروه، مطابق با گروه تجربی به گروه کنترل نیز به همان مدت تمرین داده شد.

برای اندازه‌گیری تعادل پویا از زمان‌سنج (کرونومتر) Q&Q مدل HS43 استفاده شد که دقت اندازه‌گیری آن یک‌صدم ثانیه بود. برای اندازه‌گیری وزن بدن آزمودنی‌ها از ترازوی Brighton مدل BPS-9370 استفاده شد. وزن تمام آزمودنی‌ها بدون کفش و با کمترین لباس بر حسب کیلوگرم اندازه‌گیری شد.

آزمون عملکردی تعادل ایستا: یک روش مناسب برای ارزیابی تعادل عملکردی ایستا در افراد مبتلا به فلج مغزی، ایستادن پویا یا آزمون دسترسی عملکردی است (۲۷). این روش ابزار قابل اعتبار و پایایی برای اندازه‌گیری تعادل در کودکان با یا بدون ناتوانی است (ICC=۰/۹۵). آزمون دسترسی یا رساندن به جلو عملکردی در سه وضعیت برای هر کودک نزدیک دیوار اندازه‌گیری می‌شود. برای هر کودک خطی در سطح اکرومیون روی دیوار علامت زده شد. اندام فوقانی خم شده تا ۹۰ درجه و نقطهٔ روبه‌روی انگشتان روی دیوار علامت زده شد.

شکل ۱. آزمون رساندن عملکردی

این آزمون سه وضعیت را در برمی‌گیرد:

الف) به پهلو ایستاده، دست برتر کنار دیوار و دست دیگر کنار بدن، دست برتر خم تا ۹۰ درجه و تمایل به جلو (کشیدن دست به جلو)؛

ب) ایستاده پشت به دیوار تمایل به طرف برتر؛

ج) ایستاده پشت به دیوار تمایل به طرف غیربرتر (دست برتر از طریق دستی که کودک برای پرتاب توپ استفاده می‌کند تعیین شد). طی آزمون به کودک گفته شد «دستت را تا حد ممکن به جلو ببر»، بدون چرخش و بدون لمس کردن تخته یا برداشتن گام نقطهٔ مربوط به انگشت پنجم هر بار روی دیوار علامت زده می‌شد و فاصله به سانتی‌متر در هر جهت نتیجهٔ آزمون را شکل می‌داد. آزمون در هر جهت دو بار انجام و میانگین این دو آزمون در نظر گرفته شد و فاصلهٔ طولانی‌تر توانایی عملکردی بهتری را نشان می‌داد (۲۸).

آزمون تعادل پویا: آزمون زمان برخاستن و رفتن (Time Up and Go)، برای اندازه‌گیری تعادل و نشان‌دهندهٔ تحرک پایه‌ای کودک است. ثابت شده که این آزمون ارزیابی‌کنندهٔ معتبر و پایایی برای اندازه‌گیری توان تعادلی در میان کودکان با یا بدون ناتوانی است (ICC=۰/۹۹). کودک روی صندلی با ارتفاع قابل تنظیم می‌نشیند، به‌گونه‌ای که زانو و هیپ تا ۹۰ درجه خم‌شده

در هنگام نشستن و کف پا در حالت استراحت روی کف زمین است. آزمون‌ها با کفش یا ارتز انجام شد، به کودک این پیام داده می‌شد: «آماده یک، دو، سه، برو»، با اشارهٔ دست درمانگر کودک می‌ایستد، سه متر راه می‌رود، دور می‌زند و می‌نشیند. زمان به ثانیه از اشارهٔ برو تا هنگامی‌که کودک روی صندلی می‌نشیند، ثبت شد و میانگین دو آزمون به‌عنوان نتیجه تست گرفته شد و زمان کمتر توانایی عملکردی بهتری را نشان می‌داد (۲۹).

حس عمقی: برای اندازه‌گیری حس عمقی، فرد روی صندلی به‌گونه‌ای می‌نشیند که زاویهٔ تنه با ران و ران با زانو در حالت ۹۰ درجه قرار گیرد. ارتفاع صندلی طوری انتخاب می‌شود که کف پاهای فرد به سطح زمین نرسد. سپس پای راست شخص در داخل گونیامتر قرار می‌گیرد و با نوار بسته شده و جهت حذف مداخله‌گر بینایی، در حین اندازه‌گیری، چشم‌های نمونه‌ها با پارچهٔ سیاه‌رنگی بسته می‌شود. پای نمونه‌ها به‌صورت غیرفعال تا دامنهٔ میانی حرکت برده می‌شود. این زوایا با توجه به مرجع معتبر برای دورسی فلکشن ۱۰ درجه است. سپس از فرد مورد آزمایش خواسته می‌شود که پای خود را به‌صورت فعال تا زاویهٔ موردنظر ببرد. برای هر حرکت سه بار آزمایش تکرار شده و در نهایت میانگین سه زاویهٔ به‌دست‌آمده به‌عنوان عدد اصلی برای هر حرکت، ثبت شد. اختلاف بین زاویهٔ برده‌شده توسط نمونه با زاویه‌ای که برای فرد برده بود، به‌عنوان زاویه خطا مورد بررسی آماری قرار گرفت (۳۰). حس عمقی وضعیت مچ پای کودکان فلج مغزی به‌وسیلهٔ گونیامتر دستی یاگامی (Yagami) مدل TIGER اندازه‌گیری شد.

روش تمرین عملکردی در آب در جدول ۱ ارائه شده است. با توجه به وجود محدودیت‌های حرکتی در کودکان فلج مغزی، هدف از انجام تمرین در آب انجام حرکات کاربردی و روزمره در محدود اندام تحتانی و فوقانی است که از پژوهش‌های پیشین (۳۱، ۳۲) اقتباس و تعدیل شده است. برنامهٔ اصلی تمرین از ۳۵ دقیقه در هفته‌های اول شروع شد و به ۴۵ دقیقه در دو هفته آخر رسید. بر حسب توانایی نمونه‌ها تعداد تمرین و وزنه‌ها هر دو هفته ۵ تا ۱۰ درصد افزایش می‌یافت.

جدول ۱. روش تمرین عملکردی در آب

برنامه	زمان انجام	حرکات
گرم کردن	۱۰-۱۵ دقیقه	راه رفتن در عرض استخر، انجام حرکات کششی و نرمشی
برنامهٔ اصلی	۳۵-۴۵ دقیقه	راه رفتن در جهات مختلف جاگینگ در آب تمرین عملکردی اندام‌های تحتانی (نشستن و برخاستن، لی‌لی، لانگز، پله در آب) تمرین عملکردی اندام‌های فوقانی (برداشتن و بلند کردن و حمل وزنه در آب)
سرد کردن	۵-۱۰ دقیقه	راه رفتن آرام انجام حرکات سادهٔ دست و پا در جهات مختلف با شدت کم خوابیدن روی آب (فلوتینگ)

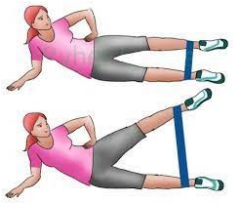
روش تمرین عملکردی در جدول ۲ ارائه شده است. هدف از این تمرین بهبود عملکردهای حرکتی ضروری روزمرهٔ این کودکان است. درمانگر از هر کودک می‌خواهد که از حالت نشسته چندین بار بدون هیچ کمک خارجی و بدون استفاده از دست‌ها طی یک دقیقه بایستد. تعداد تکرار به‌عنوان اوج توانایی اساسی کودک برای ایستادن در مقابل وزنش در یک دقیقه تعیین شد و پس از پنج دقیقه استراحت از کودک خواسته شد تمرین بالا رفتن از پله (استپ) را از جهت جلو و از جهت کنار هر بار طی یک دقیقه اجرا کند. تعداد تکرار به‌عنوان توانایی کودک در بالا رفتن از پله در مقابل وزن بدنش تعیین شد. سپس کودکان پنج تمرین را دو بار در هفته به مدت هشت هفته اجرا کردند. این تمرین شامل نشستن به ایستادن و بالا رفتن از پله با هر پا از جهت جلو و از جهت کنار در سه دورهٔ یک‌دقیقه‌ای برای هر تمرین، روزانه بود، تعداد تکرارها طی دو هفتهٔ اول ۵۰ درصد عملکرد بیشینهٔ فرد (برآوردشده طی اندازه‌گیری‌های اولیه) و از هفتهٔ سوم ۷۵ درصد بود. استراحت بین نوبت‌های تمرین یک دقیقه بود. برای تمرین نشستن به ایستادن ارتفاع نشیمنگاه با سطح زانو منطبق شد. ارتفاع پله برای تمرین بالا رفتن از آن ۰/۱۷ متر برای همهٔ کودکان بود. مرکز توجه این تمرین عضلات پلانتار فلکسور مچ پا، اکستنسورهای زانو، اکستنسورهای هیپ و گروه‌های عضلانی ابداکتور هیپ است (۳۳).

روش تمرین عملکردی قدرتی در جدول ۳ ارائه شده است. با توجه به وجود ضعف‌های عضلانی عمده در این کودکان، هدف از انجام این تمرین بهبود قدرت عضلانی کودکان به‌منظور ایجاد استحکام در اندام آنهاست.

جدول ۲. روش تمرین عملکردی روزمره

شمارهٔ تمرین	تصاویر	هفتهٔ انجام تمرین	نوبت	تعداد تکرار تمرین
۱. بالا و پایین رفتن پله از جلو		از هفتهٔ اول شروع می‌شود و اضافه بار بر اساس توانایی بیمار اضافه می‌شود.	۳	۱۰ تکرار بر اساس توانایی انجام تمرین برای بیمار
۲. بالا و پایین رفتن پله به پهلو		از هفتهٔ اول شروع می‌شود و اضافه بار بر اساس توانایی بیمار اضافه می‌شود.	۳	۱۰ تکرار بر اساس توانایی انجام تمرین برای بیمار
۳. نشستن و بلند شدن از روی صندلی		از هفتهٔ اول شروع می‌شود و اضافه بار بر اساس توانایی بیمار اضافه می‌شود.	۳	۱۰ تکرار بر اساس توانایی انجام تمرین برای بیمار

جدول ۳. روش تمرین عملکردی قدرتی

تمرین	تصاویر	هفتهٔ انجام تمرین	نوبت انجام تمرین	تعداد تکرار
۱. نزدیک و دور کردن مقاومتی پاها به هم		از هفتهٔ اول شروع می‌شود و اضافه بار بر اساس توانایی بیمار اضافه می‌شود.	۳	۱۰ تکرار بر اساس توانایی انجام تمرین برای بیمار
۲. دمر خوابیدن و با مقاومت زانو را خم کرده و مچ پا را به ران نزدیک می‌کنیم.		از هفتهٔ اول شروع می‌شود و اضافه بار بر اساس توانایی بیمار اضافه می‌شود.	۳	۱۰ تکرار بر اساس توانایی انجام تمرین برای بیمار
۳. خم و باز کردن مقاومتی زانو بر روی صندلی		از هفتهٔ اول شروع می‌شود و اضافه بار بر اساس توانایی بیمار اضافه می‌شود.	۳	۱۰ تکرار بر اساس توانایی انجام تمرین برای بیمار
۴. تمرین لانگ		از هفتهٔ دوم شروع می‌شود و اضافه بار بر اساس توانایی بیمار اضافه می‌شود.	۳	۱۰ تکرار بر اساس توانایی انجام تمرین برای بیمار
۵. حرکت دادن مچ پا به بالا و پایین با مقاومت		از هفتهٔ اول شروع می‌شود و اضافه بار بر اساس توانایی بیمار اضافه می‌شود.	۳	۱۰ تکرار بر اساس توانایی انجام تمرین برای بیمار
۶. رکاب زدن روی دوچرخهٔ ثابت با تنظیم مقاومت		از هفتهٔ اول شروع می‌شود و اضافه بار بر اساس توانایی بیمار اضافه می‌شود.	۳	۱۰ تکرار بر اساس توانایی انجام تمرین برای بیمار

روش تمرین عملکردی تعادلی در جدول ۴ ارائه شده است. با توجه به وجود مشکلات عمده در حفظ تعادل و راه رفتن در کودکان فلج مغزی، هدف این تمرین بهبود تعادل ایستا و پویا و ایجاد ثبات و استحکام در راه رفتن کودکان فلج مغزی است.

جدول ۴. روش تمرین عملکردی تعادلی

تمرین	تصاویر	هفتهٔ انجام تمرین	نوبت	تعداد تکرار
۱. راه رفتن روی چوب موازنه		شروع از هفتهٔ سوم	۳	۱۰ تکرار بر اساس توانایی انجام تمرین برای بیمار
۲. ایستادن روی تختهٔ تعادل		شروع از هفتهٔ اول	۳	۱۰ تکرار بر اساس توانایی انجام تمرین برای بیمار
۳. تمرین تعادل روی توپ		شروع از هفتهٔ اول	۳	۱۰ تکرار بر اساس توانایی انجام تمرین برای بیمار
۴. تمرین تعادل روی سطوح نرم و اسفنجی		شروع از هفتهٔ اول	۳	۱۰ تکرار بر اساس توانایی انجام تمرین برای بیمار
۵. روی یک پا ایستادن و تمرین تعادلی		شروع از هفتهٔ اول	۳	۱۰ تکرار بر اساس توانایی انجام تمرین برای بیمار
۶. راه رفتن روی چوب موازنه در میان پارالل		شروع از هفتهٔ چهارم	۳	۱۰ تکرار بر اساس توانایی انجام تمرین برای بیمار
۷. ایستادن روی تختهٔ تعادل تک‌پا		شروع از هفتهٔ چهارم	۳	۱۰ تکرار بر اساس توانایی انجام تمرین برای بیمار
۸. پرتاب توپ از بالای سر روی سطوح نرم و اسفنجی		شروع از هفتهٔ چهارم	۳	۱۰ تکرار بر اساس توانایی انجام تمرین برای بیمار

روش گردآوری اطلاعات در این پژوهش، میدانی (انجام پیش و پس‌آزمون تعادل ایستا، پویا و حس عمقی، در دو مرحلهٔ پیش و پس از تمرین و نیز اجرای تمرین منتخب) بود. پیش از اجرای پژوهش، آزمودنی‌ها، پرسشنامهٔ اطلاعات پزشکی ورزشی و برگهٔ رضایت‌نامه (توسط والدین) را تکمیل کردند. در جلسهٔ توجیهی که پیش از شروع پژوهش در محل آزمون برگزار شد، اطلاعات کافی دربارهٔ پژوهش در اختیار آزمودنی‌ها قرار گرفه و به آن‌ها اطمینان داده شد که روش تمرینی برای سلامتی‌شان خطرناک نیست و یک متخصص کاردرمانی اجرای این تمرین را برای آن‌ها بدون خطر تشخیص داد و پیش از انجام پژوهش آن‌ها را معاینه کرد.

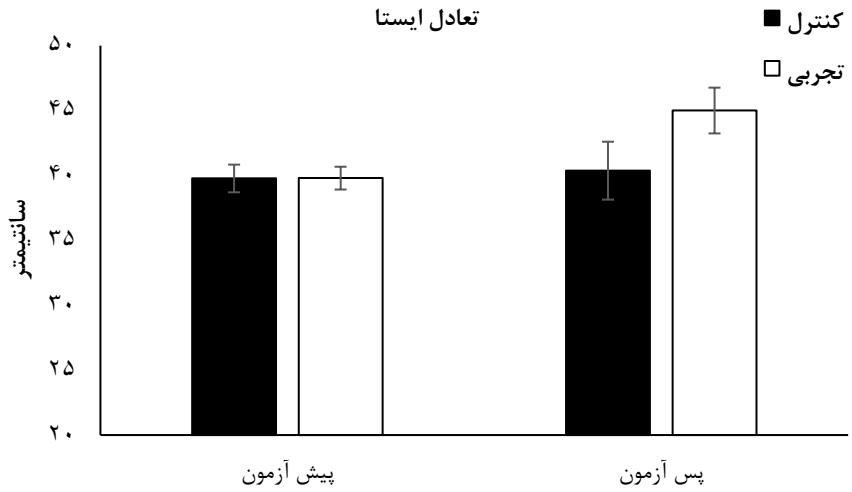
تحلیل آماری: در این پژوهش برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از آمار توصیفی مانند میانگین و انحراف استاندارد و ترسیم جداول و نمودارها استفاده شد و در قسمت آمار استنباطی با استفاده از آزمون‌های شاپیرو-ویلک (برای بررسی توزیع طبیعی داده‌ها)، آزمون لوین (به‌منظور تجانس واریانس) و همچنین در راستای فرضیه‌های پژوهش که مبتنی بر مقایسهٔ بین گروه تجربی (برنامهٔ تمرینی) و گروه کنترل بود، از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر دوراهه استفاده شد. سطح معناداری $P\leq ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

نتایج

اطلاعات توصیفی (میانگین و انحراف استاندارد) مشخصات فردی آزمودنی‌ها به تفکیک هر گروه در جدول ۵ ارائه شده است.

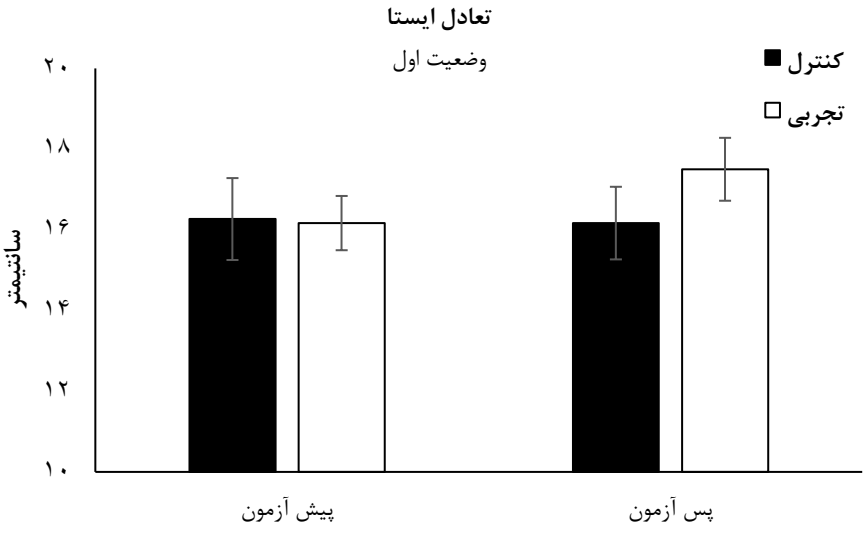
جدول ۵. میانگین و انحراف استاندارد و سطح معناداری آزمون تی مستقل، مشخصات فردی آزمودنی‌های هر دو گروه

متغیر	گروه کنترل	گروه تجربی	معناداری
	انحراف استاندارد±میانگین	انحراف استاندارد±میانگین	
سن (سال)	۹/۴۷ ± ۱/۳۰	۹/۳۳ ± ۱/۶۳	۰/۸۰۷
قد (سانتی‌متر)	۱۳۰/۳۳ ± ۵/۵۵	۱۳۲/۳۳ ± ۶/۳۲	۰/۳۶۵
وزن (کیلوگرم)	۳۲/۰۴ ± ۳/۵۳	۳۳/۸۹ ± ۳/۶۴	۰/۱۷۰

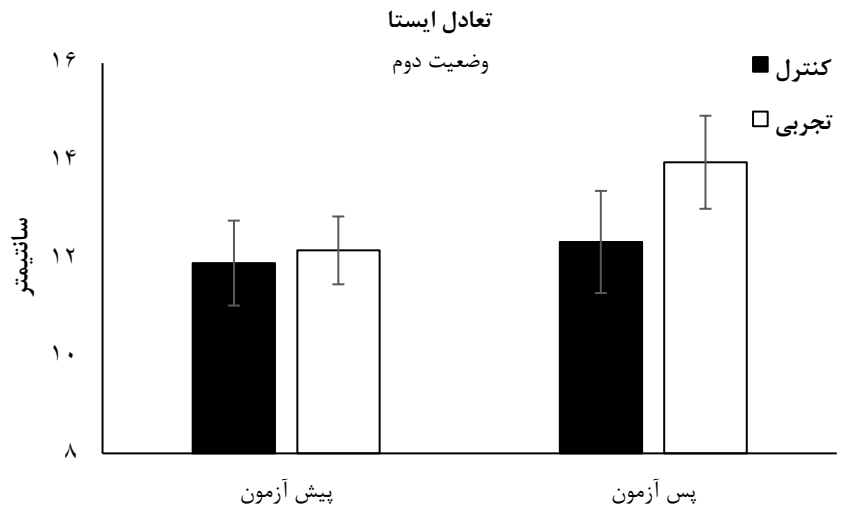


شکل ۲. میانگین و انحراف استاندارد پیش و پس‌آزمون تعادل ایستا در دو گروه

روی‌هم‌رفته میانگین دسترسی‌ها در سه وضعیت در گروه کنترل در پیش‌آزمون ۳۹/۷۷ سانتی‌متر و در پس آزمون ۴۰/۳۷ سانتی‌متر و در گروه تجربی در پیش‌آزمون ۳۹/۷۹ سانتی‌متر و در پس‌آزمون ۴۵/۰۰ سانتی‌متر است. تحلیل واریانس نشان داد که اثر زمان معنادار است ($F_{۱،۲۸}$ = ۷۸/۰۹، P= ۰/۰۰۱) و اجرای مداخله تأثیر داشته است. همچنین اختلاف معنادار بین گروه کنترل و تجربی در نتایج پس‌آزمون (P= ۰/۰۰۱ ،$F_{۱،۲۸}$ = ۲۴/۱۰) ، نشان‌دهندهٔ تأثیر زیاد مداخله است. اثر تعاملی زمان× تمرین نیز معنادار بود (P= ۰/۰۰۱ ،$F_{۱،۲۸}$ = ۴۹/۱۵). به‌طور مجزا برای متغیر تعادل ایستا وضعیت اول، میانگین دسترسی وضعیت اول در گروه کنترل در پیش‌آزمون ۱۶/۲۷ سانتی‌متر و در پس‌آزمون ۱۶/۱۷ سانتی‌متر و در گروه تجربی در پیش‌آزمون ۱۶/۱۷سانتی‌متر و در پس‌آزمون ۱۷/۵۰ سانتی‌متر است (شکل ۳). تحلیل واریانس نشان داد که اثر زمان معنادار است ($F_{۱،۲۸}$ = ۱۲/۰۸، P = ۰/۰۰۲) و اجرای مداخله تأثیر داشته است. دو گروه نیز در نتایج پس‌آزمون تفاوت معناداری داشتند ($F_{۱،۲۸}$ = ۵/۸۳، P = ۰/۰۲۳) که نشان‌دهندهٔ تأثیر مداخله است. اثر تعاملی زمان × گروه نیز معنادار بود ($F_{۱،۲۸}$ = ۱۶/۳۲، P= ۰/۰۰۱).



شکل۳. میانگین و انحراف استاندارد پیش و پس‌آزمون تعادل ایستای وضعیت اول در دو گروه

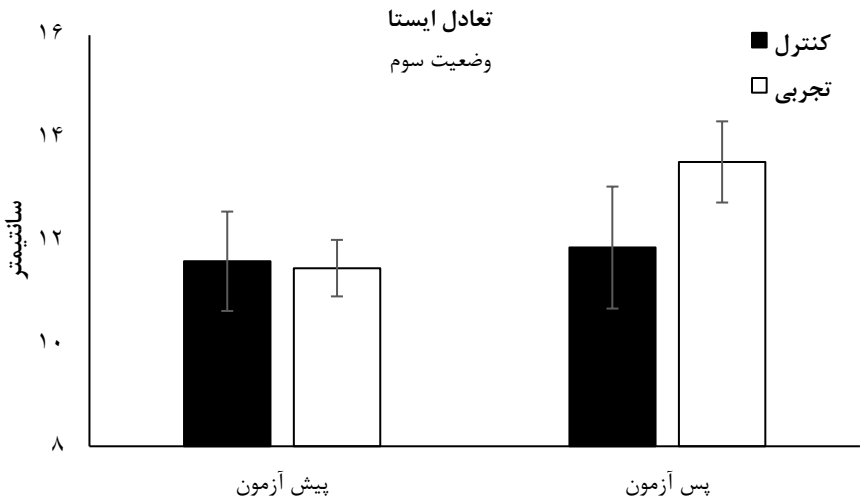


شکل ۴. میانگین و انحراف استاندارد پیش و پس‌آزمون تعادل ایستای وضعیت دوم در هر گروه

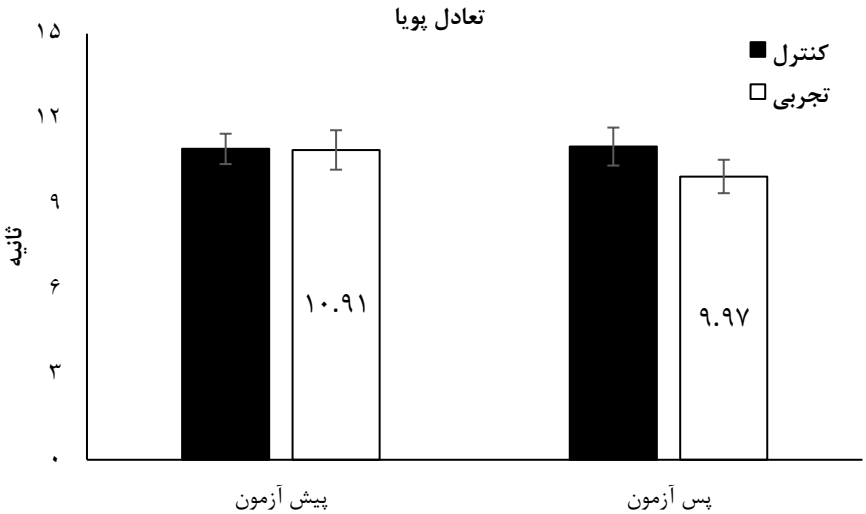
میانگین دسترسی وضعیت دوم در گروه کنترل در پیش‌آزمون ۱۱/۹۰ سانتی‌متر و در پس‌آزمون ۱۲/۳۳ سانتی‌متر و در گروه تجربی در پیش‌آزمون ۱۲/۱۶سانتی‌متر و در پس‌آزمون ۱۳/۹۷ سانتی‌متر است (شکل ۴). تحلیل واریانس نشان داد که اثر زمان معنادار است ($F_{۱،۲۸}$ = ۵۸/۹۲، P= ۰/۰۰۱) و اجرای مداخله تأثیر داشته است. دو گروه نیز در نتایج پس‌آزمون تفاوت معناداری داشتند (P= ۰/۰۰۳ ،$F_{۱،۲۸}$ = ۱۰/۳۱) که نشان‌دهندۀ مؤثر بودن مداخله است. اثر تعاملی زمان × گروه نیز معنادار بود (۰/۰۰۱ >P ،$F_{۱،۲۸}$ = ۲۲/۱۵).

در وضعیت سوم میانگین دسترسی در گروه کنترل در پیش‌آزمون ۱۱/۶۰ سانتی‌متر و در پس‌آزمون ۱۱/۸۷ سانتی‌متر و در گروه تجربی در پیش‌آزمون ۱۱/۴۷ سانتی‌متر و در پس‌آزمون ۱۳/۵۳ سانتی‌متر است. تحلیل واریانس نشان داد که اثر زمان معنادار است ($F_{۱،۲۸}$ = ۵۰/۰، P = ۰/۰۰۱) و اجرای مداخله تأثیر داشته است. دو گروه نیز در نتایج پس‌آزمون تفاوت معناداری داشتند ($F_{۱،۲۸}$ = ۷/۱۸، P= ۰/۰۱۲) که نشان‌دهندۀ تأثیر مداخله است. اثر تعاملی زمان × گروه نیز معنادار بود ($F_{۱،۲۸}$ = ۲۹/۷۷، P= ۰/۰۰۱).

نتایج متغیر تعادل پویا در شکل ۶ نمایش داده شده است.

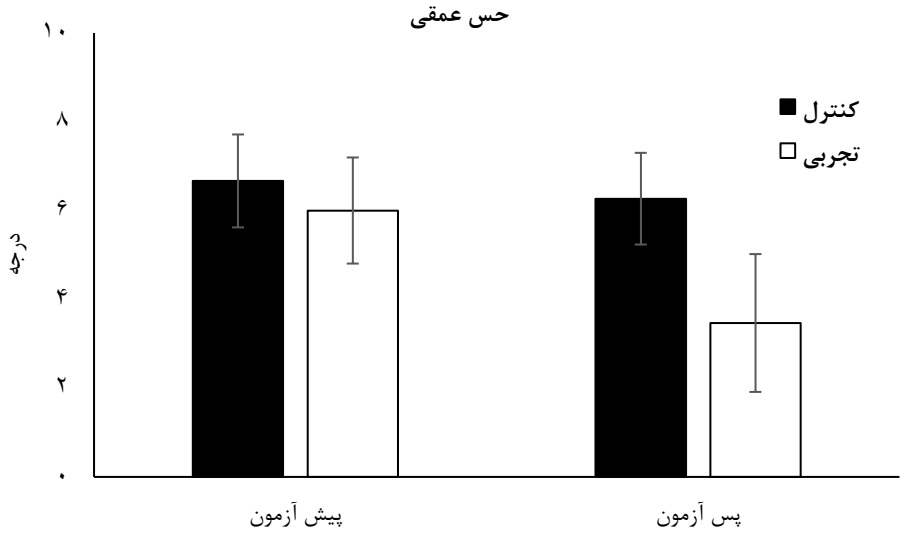


شکل ۵. میانگین و انحراف استاندارد پیش و پس‌آزمون تعادل ایستا وضعیت سوم در هر گروه



شکل ۶. میانگین و انحراف استاندارد پیش و پس‌آزمون تعادل پویا در هر گروه

میانگین زمان تعادل پویا گروه کنترل در پیش‌آزمون ۱۰/۹۴ ثانیه و در پس‌آزمون ۱۱/۰۳ ثانیه و در گروه تجربی در پیش‌آزمون ۱۰/۹۱ ثانیه و در پس‌آزمون ۹/۹۷ ثانیه است. تحلیل واریانس نشان داد که اثر زمان معنادار است ($F_{۱، ۲۸}$ = ۲۲/۳۵، P= ۰/۰۰۱) و اجرای مداخله تأثیر داشته است. دو گروه نیز در نتایج پس‌آزمون تفاوت معناداری داشتند ($F_{۱، ۲۸}$ = ۶/۷۶، P= ۰/۰۱۵) که نشان‌دهندهٔ تأثیر زیاد مداخله است. اثر تعاملی زمان × گروه نیز معنادار بود ($F_{۱، ۲۸}$ = ۳۱/۷۹، P= ۰/۰۰۱).



شکل ۷. میانگین و انحراف استاندارد پیش و پس‌آزمون حس عمقی در هر گروه

میانگین درجهٔ خطای دورسی فلکشن در گروه کنترل در پیش‌آزمون ۶/۶۷ درجه و در پس‌آزمون ۶/۲۷ درجه و در گروه تجربی در پیش‌آزمون ۶/۰۰ درجه و در پس‌آزمون ۳/۴۷ درجه است (شکل ۷). تحلیل واریانس نشان داد که اثر زمان معنادار است (P = ۰/۰۰۱، $F_{۱، ۲۸}$ = ۲۳/۹۹) و اجرای مداخله تأثیر داشته است. همچنین اختلاف معنادار بین گروه کنترل و تجربی در نتایج پس آزمون ($F_{۱، ۲۸}$ = ۲۷/۲۴، P= ۰/۰۰۱)، نشان‌دهندهٔ تأثیر زیاد مداخله است. اثر تعاملی زمان × گروه نیز معنادار بود ($F_{۱، ۲۸}$ = ۱۲/۶۹، P= ۰/۰۰۱).

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از این پژوهش بررسی اثر یک دوره تمرین عملکردی ترکیبی شامل تمرین عملکردی قدرتی، تعادلی و عملکردی در آب بر کودکان فلج مغزی دایپلژی بود. نتایج نشان داد که انجام تمرین سبب بهبود معنادار تعادل ایستا و پویا در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل شد. انجام تمرین تعادلی مانند راه رفتن روی چوب موازنه، ایستادن روی تختهٔ تعادلی، نشستن روی توپ و انجام تمرین تعادلی تک‌پا روی زمین و فوم در این تمرین گنجانده شده بود که موجب بهبود تعادل ایستا و پویا می‌شود. همچنین این تمرین ترکیبی سبب بهبود حس عمقی شد. یافته‌های تحقیقات پیشین دربارهٔ تمرین قدرتی و اثر آن بر تعادل کودکان فلج مغزی نشان داد که انجام تمرین مقاومتی پیشرونده سبب بهبود عملکرد حرکتی درشت و افزایش قدرت ایزومتریک دست برتر کودکان فلج مغزی همی‌پلژی می‌شود (۳۴). زرین کلام و همکاران (۲۰۱۶) بیان کردند که تمرین مقاومتی موجب بهبود مهارت حرکتی درشت، تعادل و سرعت راه رفتن در کودکان فلج مغزی دایپلژیک می‌شود (۳۵).

نتایج پژوهش اسماعیلیان و همکاران (۲۰۱۶) نشان داد

که تمرین مقاومتی و تعادلی سبب افزایش قدرت عضلات مفصل آرنج می‌شود. قدرت عضلات اندام فوقانی نیز نسبت به حالت قبل بهبود یافت (۳۶). همین پژوهشگران در تحقیق دیگری بیان کردند که تمرین مقاومتی و تعادلی می‌تواند موجب بهبود تعادل افراد فلج مغزی شود (۳۷). نتایج پژوهش کیانی و همکاران (۲۰۱۴) نشان داد که تمرین ثبات مرکزی، تعادل پویا کودکان فلج مغزی را بهبود بخشیده، ولی بر بهبود تعادل ایستا آنها تأثیری نداشته است. پژوهشگران این پژوهش علت عدم بهبود تعادل ایستا کودکان را کم بودن دورهٔ تمرین ذکر کرده بودند (۳۸). گلپایگانی و همکاران (۱۳۹۶) بیان کردند که تمرین ثبات مرکزی می‌تواند موجب بهبود معناداری در تعادل و افسردگی کودکان فلج مغزی آتاکسی شود. همچنین می‌توان در کنار برنامه‌های دیگر با هدف آماده‌سازی، بازتوانی و بهبود عملکرد مبتلایان به آتاکسی سود برد (۳۹).

با توجه به این نکته می‌توان گفت که نتایج تحقیق حاضر که بهبود نتایج آزمون‌های تعادل ایستا و پویا را به‌روشنی نشان داد، کاملاً منطقی است. با توجه به نتایج حاصل‌شده در بهبود تعادل و همچنین، وجود حجم زیاد مطالعات همسو در رده‌ها و گروه‌های سنی مختلف کودکان فلج مغزی می‌توان گفت که محدودیت‌های حرکتی کودکان فلج مغزی قابلیت بهبودی دارد. تنها پژوهش غیرهمسو در زمینهٔ تعادل پژوهش هودیجک (۲۰۰۸) بود که شاید دلیل آن را بتوان به تفاوت در نوع آزمودنی‌ها، تست تعادلی انجام‌گرفته و نوع و یا مدت تمرین آن نسبت داد. شرکت‌کنندگان این تحقیق از تمام کلاس‌بندی‌های فلج مغزی بودند، ولی در تحقیق حاضر فقط کودکان فلج مغزی دایپلژی حضور داشتند. همچنین در پژوهش هودیجک و همکاران (۲۰۰۸) تنها از تمرین قدرتی استفاده شد (۴۰)، اما در تحقیق حاضر چهار نوع تمرین عملکردی در آب، قدرتی و تعادلی به‌صورت منتخب استفاده شد که گویا اثر این چهار نوع تمرین در کنار هم بیشتر بوده است. آزمون تعادل آنها روی صفحهٔ نیرو و با چشمان باز و بسته انجام شده بود. نتایج حس عمقی در این پژوهش نشان داد که انجام تمرین عملکردی سبب بهبود معنادار حس عمقی در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل شد. تمرین و فعالیت بدنی بسیاری از آثار منفی و محدودیت‌های حرکتی را کاهش می‌دهد. فعالیت بدنی در آب نیز به‌دلیل خواص فیزیکی آب از این امر مستثنا نیست. برای نمونه خاصیت شناوری آب به‌عنوان نیروی کمکی یک محیط نزدیک به بی‌وزنی ایجاد می‌کند و با کاهش فشار بر مفاصل، امکان تحرک راحت و آسان در آب را برای افرادی که در حرکت روی زمین مشکل دارند، فراهم می‌آورد. فشار هیدر استاتیک آب نیز سبب می‌شود که مقاومت یکسانی بر تمام گروه‌های عضلانی فعال اعمال شود، بنابراین محیط آب نوعی شرایط تمرین مقاومتی ایجاد کند. چگالی بیشتر آب نسبت به هوا نیز به این مسئله کمک می‌کند و موجب ایجاد نیروی مقاومت در برابر حرکت و در نتیجه درگیری بیشتر عضلات و صرف نیروی بیشتر می‌شود (۳۲). از سوی دیگر، تمرین در آب ممکن است به هماهنگی عصبی-عضلانی و کارایی بیشتر گیرنده‌های عمقی و تعادل کمک کند. غوطه‌ور شدن بدن در محیط آب سبب افزایش درونداد گیرنده‌های عمقی می‌شود و بدین‌طریق با تنظیم و ثبات بیشتر بدن، به بهبود تعادل منجر می‌شود. از سوی دیگر، چون آب خاصیت ویسکوزیتهٔ بیشتری نسبت به هوا دارد و دارای مقاومت بیشتری است، بنابراین بازخورد حسی در محیط آب افزایش می‌یابد و موجب بالا رفتن بیشتر حس آگاهی بدنی می‌شود (۴۱). علت دیگر تأثیر تمرین در آب بر بهبود تعادل، ناشی از تأثیر ترکیب تمرین در آب بر تحریک دستگاه دهلیزی و تسهیل ورودی‌های دهلیزی است. قرارگیری در آب می‌تواند دروندادهای حاصل از ورودی‌های پوستی را بالا ببرد و از این طریق تحریک اعصاب آوران را افزایش دهد. بنابراین تمرین

چن حسی مانند تمرین در آب ممکن است با تحریک حواس درگیر در تعادل، شرایطی را برای به چالش کشیدن دستگاه تعادل فراهم آورد و از این طریق در بهبود تعادل افراد مؤثر باشد (۴۲). افزون بر این، تمرین در آب ممکن است در هماهنگی عصبی عضلانی، حس عمقی و کارایی مناسب دخیل باشد. هنگام غوطه‌وری در آب، فشار هیدرواستاتیک مقاومت پیش روی همهٔ گروه‌های عضلانی درگیر در فعالیت را افزایش می‌دهد و با وارد عمل شدن این گروه‌های عضلانی تعادل فرد حفظ می‌شود و حس پایداری بزرگ‌تری ایجاد می‌کند (۳۱). بیان شده است به این دلیل که در آب وضعیت استراحت ایستا وجود ندارد، عضلات به‌طور پیاپی فعال می‌شوند تا وضعیت بدن را پایدار کنند (۳۱). این پایداری ممکن است دستیابی فرد به قدرت، انعطاف‌پذیری بیشتر و مهم‌تر از همه، بهبود تعادل را امکان‌پذیر سازد. در حین راه رفتن در آب فرد باید هم تعادل خود را در برابر تلاطم آب حفظ کند و هم نیروی لازم برای مقابله با مقاومت آب جهت پیشروی به جلو را فراهم سازد. بنابراین قدرت و تعادل فرد با انجام این تمرین بهبود می‌یابد. برخی پژوهشگران بر این باورند که در صورت مشاهدهٔ این تغییرات از آنجا که هیچ دلیل اثبات‌شده‌ای وجود ندارد که تمرین آب‌درمانی تعداد گیرنده‌های محیطی را تغییر می‌دهد، باید در پی سازوکارهای مرکزی احتمالی برای توضیح چگونگی تغییر حس عمقی در اثر تمرین بود. یک سازوکار احتمالی برای بهبود حس عمقی در اثر تمرین، افزایش توجه است. توجه یک روند نوروسایکولوژیک است که دستگاه عصبی مرکزی از این طریق بر اطلاعات دریافتی تأثیر می‌گذارد. احتمالاً تمرین حس عمقی، توجه به علائم حس عمقی توسط مغز را، ابتدا در سطح هوش یارانه و پس از تمرین، در سطح اتوماتیک افزایش می‌دهد. به عقیدهٔ آن‌ها، سازوکار احتمالی دیگر برای توجیه بهبود حس عمقی در اثر تمرین آب‌درمانی، می‌تواند فعال شدن مسیرها، افزایش تعداد سیناپس‌ها و افزایش منطقهٔ حسی مربوطه که در پلاستیسیته دیده می‌شود، باشد؛ البته مشخص نیست آیا این سازوکار می‌توانند تغییرات دقت حس عمقی را در اثر تمرین توجیه کنند یا خیر. همچنین پژوهش‌ها نشان داده‌اند که خروجی دوک عضلانی را می‌توان به‌طور ارادی افزایش داد که می‌تواند از طریق تغییر توان، دقت عمل را افزایش دهد (۴۳). مایرز و همکاران (۲۰۰۶) نیز معتقدند تکنیک‌های خاص توانبخشی در بهبود دستگاه حسی حرکتی مؤثرند و در بازیابی مسیرهای آوران از گیرنده‌های مکانیکی به دستگاه عصبی کمک می‌کنند و مسیرهای آوران کمکی را به‌عنوان یک سازوکار جبرانی برای نقایص حس عمقی که از ضایعه ناشی شده، تسهیل می‌کنند (۴۴).

به‌دلیل محدود بودن تحقیقات انجام‌گرفته در زمینهٔ تأثیر تمرین در آب بر حس عمقی کودکان فلج مغزی، مقایسهٔ نتایج با پژوهش‌های مشابه در این زمینه انجام شد. نتایج تحقیق مروری اخیر نشان داد که ارزیابی همراه با سایر روش‌های توانبخشی تأثیرات مثبت را در تمامی زمینه‌های ICF می‌گذارد و بیان کردند که آب‌درمانی را می‌توان در کودکان و نوجوانان مبتلا به فلج مغزی اسپاستیک استفاده کرد (۴۵). یافته‌های تحقیقی روی بیماران ام اس، نشان داد که برنامهٔ تمرینی ورزش در آب در مقایسه با گروه کنترل، بیماران گروه مداخله ۳۰ درصد واکنش تعادلی بیشتری نشان دادند. پس از دریافت فیزیوتراپی در آب، کودکان مبتلا به دیپلژی اسپاستیک سطح IV از نوع فلج مغزی، دستاوردهای حرکتی مرتبط با کنترل تنه و عملکرد را نشان دادند (۴۶). نتایج تحقیق مصطفی و همکاران (۲۰۲۱) نشان داد که تمرین در آب و آب‌درمانی به‌عنوان مداخله، بهبود حرکت عملکردی و کنترل سر را سبب می‌شود (۴۷). بنابراین از این نوع تمرین می‌توان در برنامه‌های تمرینی و توانبخشی این گروه از

افراد استفاده کرد.

نتایج تحقیق رتارکار و همکاران (۲۰۰۹) نشان داد که تمرین در آب موجب بهبود معناداری در عملکرد حرکتی و راه رفتن کودکان فلج مغزی شد. با وجود این محققان این پژوهش انجام پژوهش‌های بیشتر در این زمینه را توصیه کردند (۴۸). نتایج پژوهش دیگر در خصوص تأثیر تمرین داخل آب بر راه رفتن کودکان فلج مغزی نشان داد که این تمرین می‌تواند موجب بهبود معناداری در قدرت عضلات مرکزی و سرعت راه رفتن بیماران فلج مغزی شود (۴۹). همچنین تمرین آب‌درمانی می‌تواند عملکردهای حرکتی کودکان فلج مغزی را بهبود بخشد و برای آنها مفید واقع شود (۳۱، ۳۲). با توجه به نتایج تحقیقات پیشین در زمینهٔ تأثیر مثبت آب‌درمانی روی عملکرد کودکان فلج مغزی (۴۵-۴۷) و همچنین، با توجه به نتایج پژوهش حاضر اهمیت و کارایی تمرین آب‌درمانی بیش از پیش مشخص می‌شود. از طرفی با توجه به اینکه تعادل و حس عمقی رابطهٔ مستقیم و نزدیکی با هم دارند و همچنین، مشاهدهٔ بهبود تعادل در تحقیق حاضر، بهبود حس عمقی در این کودکان نیز کاملاً منطقی به‌نظر می‌رسد و نشان می‌دهد که حس عمقی کودکان فلج مغزی نیز قابلیت بهبودی دارد.

نتایج این پژوهش نشان داد که انجام تمرین عملکردی قدرتی، تعادلی و عملکردی در آب به‌صورت ترکیبی بر بهبود تعادل، حس عمقی تأثیر داشت و در نتیجه می‌تواند در بهبود عملکرد حرکتی و فعالیت‌های روزانهٔ آنها مؤثر باشد. در تحقیق حاضر یک برنامهٔ تمرینی عملکردی روی زمین شامل تمرین عملکردی مانند نشستن به ایستادن، بالا رفتن از استپ، تمرین قدرتی مانند تقویت عضلات اندام تحتانی، تمرین تعادلی مانند راه رفتن روی چوب موازنه و تمرین عملکردی در آب مانند راه رفتن، پله رفتن و انجام دیگر حرکات عملکردی در آب در کودکان فلج مغزی دایپلژی عملی و مؤثر واقع شد. در طول برنامه شرکت‌کنندگان در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل افزایش در عملکرد تعادلی ایستا، پویا و حس عمقی مفصل مچ پا را نشان دادند. با بهبود تعادل و حس عمقی این کودکان می‌توان مشکلات حرکتی و زمین خوردن آنها را کاهش داد و گامی مؤثر در بهبود سلامتی و شیوهٔ زندگی این کودکان برداشت. بنابراین والدین می‌توانند بدون صرف هزینه‌های زیاد این تمرین‌های عملکردی را به‌صورت ترکیبی در آب و خشکی انجام دهند و درمانگران و کارشناسان تربیت بدنی این تمرین‌ها را برای کودکان دایپلژی استفاده کنند.

تشکر و قدردانی

از تمامی آزمودنی‌ها و والدینشان که در این پژوهش همکاری کردند تشکر می‌شود.

حمایت مالی

هیچ‌گونه حمایت مالی دریافت نشده است.

مشارکت نویسندگان

نویسندگان اول و دوم، ارائهٔ ایده و طراحی مطالعه، جمع‌آوری و تفسیر داده‌ها؛ نویسندگان سوم و چهارم، جمع‌آوری و تحلیل آماری و تفسیر داده‌ها را بر عهده داشتند. همهٔ نویسندگان در نگارش اولیهٔ مقاله سهیم‌اند و همه با تأیید نهایی مقالهٔ حاضر، مسئولیت دقت و صحت مطالب مندرج در آن را می‌پذیرند.

تعارض منافع

نویسندگان تصریح می‌کنند که هیچ‌گونه تعارض منافعی در قبال تحقیق حاضر وجود ندارد.

منابع

1. Ghai O, Paul V. AB Essential pediatrics. ed. India: CBS Publishers and distributors Pvt. Limited; 2010.

2. Scholtes VA, Becher JG, Comuth A, Dekkers H, Van Dijk L, Dallmeijer AJ. Effectiveness of functional progressive resistance exercise strength training on muscle strength and mobility in children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. Developmental medicine & child neurology. 2010;52(6):e107-e13.

3. Novak I, Mcintyre S, Morgan C, Campbell L, Dark L, Morton N, et al. A systematic review of interventions for children with cerebral palsy: state of the evidence. Developmental medicine & child neurology. 2013;55(10):885-910.

4. Mazzone S, Serafini A, Iosa M, Aliberti M, Gobbetti T, Paolucci S, et al. Functional taping applied to upper limb of children with hemiplegic cerebral palsy: a pilot study. Neuropediatrics. 2011:249-53.

5. Lee Y-H, Lee J-H, Lee H-K. Effects of combined water and land exercise programs on exercise function and functional independency in children with spastic cerebral palsy. The Official Journal of the Korean Academy of Kinesiology. 2014;16(1):87-95.

6. Mahjur M, Hashemi Javaheri A, Ariamanesh AS, Khoshraftar Yazdi N. Comparison of Water Exercise Therapy and Massage Therapy on Pain Intensity and Disability in Men with Chronic Nonspecific Low Back Pain. Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation. 2015;4(1):68-74.

7. Kargar m, marefati h, amir saif al-dini ms, a. Effects of six-week land-based and aquatic-based plyometric training programe on power, agility, dynamic balance and muscle soreness of basketball players. Journal of sport and exercise physiology. 2010;3(2):459-66.

8. Dodd KJ, Taylor NF, Graham HK. Strength training can have unexpected effects on the self-concept of children with cerebral palsy. Pediatric Physical Therapy. 2004;16(2):99-105.

9. Ayatizadeh Tafti F, Abedinzadeh Masuleh, S., Sadeghian Shahi, M. R., Maleki nezhad, H. . The effect of fall-proof training on functional capacities, working memory and Muscle strength of the elderly with stroke. Journal of Sport and Exercise Physiology,. 2023:67-79.

10. Morton JF, Brownlee M, McFadyen AK. The effects of progressive resistance training for children with cerebral palsy. Clinical rehabilitation. 2005;19(3):283-9.

11. veloso Fernandes M, Maifrino LBM, Monte KNS, Araújo RC, Mochizuki L, Ervilha UF. Effectiveness of resistance training exercises in spastic diplegia cerebral palsy: a review. Journal of Morphological Sciences. 2017;29(3):0-.

12. Dehghanizadeh M, Nilforoush MH. Evaluating the effects of loaded sit-to-stand resistance exercises on gross motor functions in spastic diplegic children with cerebral palsy. Journal of Research in Rehabilitation Sciences. 2012;7(4).

13. Haddas R, Lieberman I, Boah A, Arakal R, Belanger T, Ju KL. Functional balance testing in cervical spondylotic myelopathy

patients. Spine. 2019;44(2):103-9.

14. Abbasi H, Esfandiyari Ghalesorkhi Z, Sharifatpour R, Abedinzadeh S. The Effects of 6 Weeks of Balance Training on Static and Dynamic Balance of Blind Students. Iranian Journal of Health Sciences. 2022;10(4):63-72.

15. Kisner C, Colby LA, Borstad J. Therapeutic exercise: foundations and techniques: Fa Davis; 2017.

16. Prentice WE, Voight ML. Techniques in musculoskeletal rehabilitation. (No Title). 2001.

17. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Energy, nutrition and human performance. Philadelphia, PA: Lea & Febiger. 1991.

18. Ghaffarinejad F, Taghizadeh S, Mohammadi F. Effect of static stretching of muscles surrounding the knee on knee joint position sense. British journal of sports medicine. 2007.

19. Houglum PA, Bertoti DB. Brunnstrom's clinical kinesiology: FA Davis; 2011.

20. Panteliadis CP, Darras BT. Encyclopaedia of paediatric neurology: Theory and practice. (No Title). 1999.

21. Marcdante K, Kliegman RM, Jenson H, Behrman R. Essentials of pediatrics. Elsevier, Philadelphia. 2015;11(14):231.

22. Gharebaghi S, Hadian MR, Abdolvahab M, Dehghan L, 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. Journal of Modern Rehabilitation. 2010;4(3):53-7.

23. Damiano DL, Dodd K, Taylor NF. Should we be testing and training muscle strength in cerebral palsy? Developmental medicine and child neurology. 2002;44(1):68-72.

24. Ross SA, Engsberg JR. Relation between spasticity and strength in individuals with spastic diplegic cerebral palsy. Developmental medicine and child neurology. 2002;44(3):148-57.

25. Case-Smith J. Occupational therapy for children. (No Title). 1996.

26. Abbasi H, Akhonda A, Sharifatpour R, Abedinzadeh S, Ayatizadeh F. Comparison of the Effect of 8 Weeks of Training in Water and Land Environment on Pain and Range of Motion of Athletes with Acute Ankle Sprain: A Semi-Experimental Study. Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences. 2023;22(1):65-78.

27. Gan S-M, Tung L-C, Tang Y-H, Wang C-H. Psychometric properties of functional balance assessment in children with cerebral palsy. Neurorehabilitation and neural repair. 2008;22(6):745-53.

28. Lowes LP, Habib Z, Bleakney D, Westcott S. Relationship between clinical measures of balance and functional abilities in children with cerebral palsy. Pediatric Physical Therapy. 1996;8(4):176.

29. Mossberg KA. Reliability of a timed walk test in persons with acquired brain injury. American journal of physical medicine & rehabilitation. 2003;82(5):385-90.

30. Eils E, Schroeter R, Schröder M, Gerss J, Rosenbaum D. Multistation proprioceptive

exercise program prevents ankle injuries in basketball. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2010;42(11):2098-105.

31. Fragala-Pinkham MA, Smith HJ, Lombard KA, Barlow C, O'Neil ME. Aquatic aerobic exercise for children with cerebral palsy: a pilot intervention study. Physiotherapy theory and practice. 2014;30(2):69-78.

32. Dimitrijević L, Aleksandrović M, Madić D, Okičić T, Radovanović D, Daly D. The effect of aquatic intervention on the gross motor function and aquatic skills in children with cerebral palsy. Journal of human kinetics. 2012;32:167.

33. Katz-Leurer M, Rotem H, Keren O, Meyer S. The effects of ahome-based'task-oriented exercise programme on motor and balance performance in children with spastic cerebral palsy and severe traumatic brain injury. Clinical Rehabilitation. 2009;23(8):714-24.

34. Heirani A, Parnow A. Effects of a 8-weeks selected training program on physical and motor status in children with hemiplegic cerebral palsy in Ilam city. Journal of Modern Rehabilitation. 2015;9(1):1-7.

35. Zarrinkalam E, Ebadi Fara M. The Effect of Resistance Training on Performance of Gross Motor Skills and Balance in Children with Spastic Cerebral Palsy. Journal of Sport Biomechanics. 2016;1(3):53-60.

36. Ismailiyan M MSM, Esfarjany F, Ghardashi Afousi A, Movahedi A. A Case Study: Effect of Progressive Resistance and Balance Training on Upper Trunk Muscle Strength of Children with Cerebral Palsy. jrehab 2016;17(1):84-93.

37. Esmailiyan Mehrnoosh, Marandi Seyyed Mohammad EF. The effect of a period of resistance and balance training on the balance of cerebral palsy children: A case study. . Sport sciences and health research (harakat).6(153-166).

38. kiani m, mahdavi nejad r, karimi mt, etemad alolama a. Effect of eight weeks of core stabilization exercises on postural control and balance of children with hemiplegic cerebral palsy. Physical Treatments - Specific Physical Therapy. 2014;3(4):59-65.

39. golpayegani M, yaghoubi, S. . A., alvani, I. . The effect of central stability training on improving the balance and depression of ataxia patients. . Journal for Research in Sport Rehabilitation,. 2017;5(10):1-8.

40. Houdijk H, Kuilboer A, Dekkers H, Scholtes V, Dallmeijer A. P024 The effect of a functional strength training program on balance control in children with cerebral palsy. Gait & Posture. 2008;28:S64.

41. Ballaz L, Plamondon S, Lemay M. Group aquatic training improves gait efficiency in adolescents with cerebral palsy. Disability and Rehabilitation. 2011;33(17-18):1616-24.

42. Sadeghi H, F. A. The Effect of Water Exercise Program on Static and Dynamic Balance in Elderly Women. Iranian Journal of Ageing. 2008;2(2 (4)):402-9.

43. Larsen R, Lund H, Christensen R, Rogind H, Danneskiold-Samso B, Bliddal H. Effect of static stretching of quadriceps and hamstring muscles on knee joint position sense. British journal of sports medicine. 2005;39(1):43.

44. Myers JB, Wassinger CA, Lephart SM.

Sensorimotor contribution to shoulder stability: effect of injury and rehabilitation. Manual therapy. 2006;11(3):197-201.

45. Khalaji M, Kalantari M, Shafiee Z, Hosseini MA. The effect of hydrotherapy on health of cerebral palsy patients: An integrative review. Iranian Rehabilitation Journal. 2017;15(2):173-80.

46. Sameeha S. Effects of aquatic therapy in children diagnosed with cerebral palsy: literature review. 2023.

47. Mostafa AMA, El-Negmy EH, Abd El-Maksoud GM, AbdAl-Rahman M, Srour AAO. Effect of aquatic therapy on head control in cerebral palsy children. Current Pediatric Research. 2021;25(12):1142-9.

48. Retarekar R, Fragala-Pinkham MA, Townsend EL. Effects of aquatic aerobic exercise for a child with cerebral palsy: single-subject design. Pediatric physical therapy. 2009;21(4):336-44.

49. Ennis B, Danzl M, Countryman K, Hurst C, Riney M, Senn A, et al. Aquatic intervention for core strength, balance, gait speed, and quality of life in children with neurological conditions: a case series. The Journal of Aquatic Physical Therapy. 2018;26(3):35-43.