Journal of
Sports and Motor Development and Learning
University of Tehran Press
Online ISSN: 2676-4547

The Effect of Bimanual Handball Catching Exercises on the Upper Limbs Motor Performance of Children with Hemiplegic Cerebral Palsy

Sholeh Farahmand[1], Elahe Arab Ameri[2]✉, Shahzad Tahmasebi Boroujeni[3], Seyyed Mohammad Mehdi Mirbagheri [4], Morteza Haidari [5]

1. Department of Behavioral and Cognitive Sciences in Sport, Faculty of Sport Sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran. Email: sholefarahmand@ut.ac.ir
2. Department of Behavioral and Cognitive Sciences in Sport, Faculty of Sport Sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran. Email: eameri@ut.ac.ir
3. Department of Behavioral and Cognitive Sciences in Sport, Faculty of Sport Sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran. Email: shahzadtahmaseb@ut.ac.ir
4. Department of Biomedical Engineering & Medical Physics, Faculty of Medicine, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran. . Email: mirbagheri@tums.ac.ir
5. Department of Pediatrics, Faculty of Medicine, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran. Email: m-heidari@sina.tums.ac.ir

Article Info

Article type: Research

Article history:
Received:
9 October 2024
Received in revised form:
1 December 2024
Accepted:
2 December 2024
Published online :
22 December 2025

Keywords:
Bimanual coordination,
Cerebral palsy,
Purdue pegboard.

ABSTRACT

Introduction: Studies that have examined the upper limb function of children with cerebral palsy and hemiplegia have mostly used single-handed tasks, including the constraint of the healthy hand technique; however, this method led to emotional problems in the child. This study aimed to investigate hand function after bimanual handball training in children with hemiplegic cerebral palsy.

Methods: Five children referred to Fakhr e Sadegh Clinic with a mean age of 10.2±2.28 years were selected via convenience sampling. Parents of the children completed the consent form. Each participant was tested once before and once after the training using the Purdue pegboard test, and one-handed, simultaneous bimanual, and sequential bimanual performance were assessed. The participants performed two 30-minute bimanual exercise sessions per week for a total of six weeks.

Results: The results were analyzed using SPSS 27 software. Paired t-test showed that performance of the less affected hand (p=0.03) and sequential bimanual coordination (p=0.00) increased significantly, while simultaneous bimanual coordination (p=0.08) did not improve significantly. Also, the Wilcoxon test did not show a significant improvement in the more affected hand (p=0.06).

Conclusion: It seems that the use of bimanual handball catching exercises can be effective in improving sequential bimanual coordination and the function of the less affected hand in children with hemiplegic cerebral palsy and can be used as an intervention method in motor rehabilitation of these children.

Cite this article: Farahmand, S., Arab Ameri, E., Tahmasebi Boroujeni, S., Mirbagheri, S. M. M., & Haidari, M. (2025). The Effect of Bimanual Handball Catching Exercises on the Upper Limbs Motor Performance of Children with Hemiplegic Cerebral Palsy. *Journal of Sports and Motor Development and Learning*, 17 (4), 25-38.

DOI: https://doi.org/10.22059/jsmdl.2024.383488.1799

Journal of Sports and Motor Development and Learning by the University of Tehran Press is licensed under CC BY-NC 4.0| web site: https://jsmdl.ut.ac.ir/ | Email: jsmdl@ut.ac.ir.

© The Author(s). Publisher: University of Tehran Press.

University of Tehran Press

Journal of
Sports and Motor Development and Learning

Online ISSN: 2676-4547

Extended Abstract

Introduction

Cerebral palsy affects hand function in children, making it challenging, or even impossible, for them to perform various manual activities. Most traditional treatments for hand dysfunction in children with cerebral palsy operate under the assumption that reducing these dysfunctions will enhance the ability to perform daily activities .This study aimed to explore upper limb motor function and neuroplasticity in children with hemiplegic cerebral palsy after they engaged in bimanual handball catching exercises.

Methods

The study included five children diagnosed with hemiplegic cerebral palsy—four with left-sided lesions and one with a right-sided lesion. The pre-test assessed the upper limb motor function of each hand individually and also evaluated simultaneous and sequential bimanual coordination using the Purdue Pegboard test. The training program was conducted over six weeks, consisting of two 30-minute sessions each week. Each session included the following components: 10 minutes dedicated to stretching, warm-up, and ball familiarization exercises; 15 minutes of bimanual catching exercises using either a lightweight wool ball (similar in size to a mini handball) or a mini handball; and ,finally5 minutes for cool-down activities.

Results

The results indicated no significant improvement in the performance of the affected hand or in simultaneous bimanual coordination; however, there was a significant improvement in sequential bimanual coordination.

Conclusion

The limited improvement observed in the simultaneous bimanual coordination task, compared to the sequential one, may be attributed to the differing cognitive demands of these tasks. The sequential two-handed task requires greater cognitive effort. Additionally, from a dynamic systems perspective, the individuality of growth trajectories is emphasized. Practice and experience can significantly influence functional activity in both the sensorimotor and primary motor cortex. Consequently, cortical reorganization may rely on the experiences gained following an injury.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines: All ethical principles are addressed in this article. Participants were informed about the research's purpose and the stages of its implementation. They were assured that their information would be kept confidential, and they had the freedom to withdraw from the study at any time. Additionally, they were informed that the research results would be available to them if they wished. Written consent was obtained from all participants. The Code of Ethics was issued by the Institute of Physical Education and Sport Sciences (R.SSRI.REC.1400.1322).

Funding: This research has not received funding from any government, public, commercial, or non-profit organizations.

Authors' contribution: Design and supervision: Shole Farahmand, Elahe Arab Ameri, Shahzad Tahmasebi Boroujeni.
Methodology: Shole Farahmand and Seyyed Mohammad Mehdi Mirbagheri Conduct of research, writing of the original draft, and writing, reviewing and editing of the submitted version: all authors
Data collection: Shole Farahmand
Data analysis: Shole Farahmand
Conflict of interest: The authors declared no conflict of interest.

رشد و یادگیری حرکتی و ورزشی
شاپا الکترونیکی: ۲۶۷۶-۴۵۴۷
انتشارات دانشگاه تهران

تأثیر تمرینات دریافت دودستی هندبال بر عملکرد حرکتی اندام فوقانی کودکان فلج مغزی همی‌پلژی

شعله فرهمند[۱]، الهه عرب عامری[۲]✉، شهزاد طهماسبی بروجنی[۳]،
سید محمدمهدی میرباقری[۴]، مرتضی حیدری[۵]

۱. گروه علوم رفتاری و شناختی ورزشی، دانشکدهٔ علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: sholefarahmand@ut.ac.ir
۲. نویسندهٔ مسؤول، گروه علوم رفتاری و شناختی ورزشی، دانشکدهٔ علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.رایانامه eameri@ut.ac.ir
۳. گروه علوم رفتاری و شناختی ورزشی، دانشکدهٔ علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.رایانامه: shahzadtahmaseb@ut.ac.ir
۴. گروه فیزیک و مهندسی پزشکی، دانشکدهٔ پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.رایانامه:mirbagheri@tums.ac.ir
۵. گروه بیماری‌های کودکان، دانشکدهٔ پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.رایانامه :m-heidari@sina.tums.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۱۸
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۹/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۱۲
تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۱۰/۰۱

کلیدواژه‌ها:
پوردو پگ بورد،
فلج مغزی،
هماهنگی دودستی.

چکیده

مقدمه: پژوهش‌هایی که به بررسی عملکرد اندام فوقانی کودکان فلج مغزی همی‌پلژی پرداخته‌اند، بیشتر از تکالیف تک‌دستی شامل تکنیک محدود کردن دست سالم استفاده کرده‌اند، اما این روش به مشکلات هیجانی در کودک منجر می‌شد. هدف این پژوهش بررسی عملکرد دست پس از تمرین دریافت دودستی هندبال در کودکان مبتلا به فلج مغزی همی‌پلژی بود.

روش پژوهش: شرکت‌کنندگان پنج کودک مراجعه‌کننده به کلینیک فخر صادق با میانگین سنی ۱۰/۲±۲/۲۸ سال بودند که به‌صورت در دسترس انتخاب شدند. والدین کودکان برگهٔ رضایت‌نامه را تکمیل کردند. هر شرکت‌کننده در مجموع یک بار پیش و یک بار پس از تمرین با استفاده از آزمون پوردو پگ بورد آزمایش شد و عملکرد تک‌دستی، دودستی همزمان و متوالی بررسی شد. شرکت‌کنندگان در مجموع شش هفته، هر هفته دو جلسهٔ ۳۰ دقیقه‌ای تمرینات دودستی را انجام دادند.

یافته‌ها: تمرینات عملکرد دست کمتر آسیب‌دیده (P=۰/۰۳) و هماهنگی دودستی متوالی (P=۰/۰۰) به‌طور معناداری افزایش یافت، اما هماهنگی دودستی همزمان پیشرفت معناداری نداشت (P=۰/۰۸). همچنین پیشرفت معناداری در دست بیشتر آسیب‌دیده مشاهده نشد (P=۰/۰۶).

نتیجه‌گیری: به‌نظر می‌رسد استفاده از تمرینات دریافت دودستی توپ می‌تواند در بهبود هماهنگی دودستی متوالی و عملکرد دست کمتر آسیب‌دیده کودکان فلج مغزی همی‌پلژی مؤثر باشد و به‌عنوان روشی مداخله‌ای در توانبخشی حرکتی این کودکان استفاده شود.

استناد: فرهمند، شعله؛ عرب عامری، الهه؛ طهماسبی، شهزاد؛ میرباقری، سید محمدمهدی و حیدری، مرتضی (۱۴۰۴). تأثیر تمرینات دریافت دودستی هندبال بر عملکرد حرکتی اندام فوقانی کودکان فلج مغزی همی‌پلژی. *نشریهٔ رشد و یادگیری حرکتی ورزشی*، ۱۷(۴):۳۸-۲۵.

DOI: https://doi.org/10.22059/jsmdl.2024.383488.1799

این نشریهٔ علمی رایگان است و حق مالکیت فکری خود را بر اساس لایسنس کریتیو کامنز CC BY-NC 4.0 به نویسندگان واگذار کرده است.
تارنما: https://jsmdl.ut.ac.ir | رایانامه : jsmdl@ut.ac.ir

ناشر: انتشارات دانشگاه تهران. © نویسندگان

مقدمه

فلج مغزی (CP[1]) یک ضایعهٔ غیرپیشروندهٔ مغز در حال رشد است که قبل، حین یا بعد از تولد اتفاق می‌افتد. این ضایعه که با اختلال پایدار در حرکات و وضعیت بدن مشخص می‌شود، شایع‌ترین اختلال حرکتی است که با ناتوانی و نقص حرکتی مادام‌العمر ارتباط دارد (آیشن و همکاران، ۲۰۱۱) و شیوع آن ۲/۵ به ازای هر ۱۰۰۰ تولد زنده است (پنت و همکاران، ۲۰۰۶). این اختلال بر اساس توزیع کالبدشناختی[2] به مونوپلژی[3]، همی‌پلژی[4]، دایپلژی[5]، کوادری‌پلژی[6] و تری‌پلژی[7] و بر اساس توزیع فیزیولوژیکی به‌صورت اسپاستیک[8]، آتتوئید[9] و آتاکسیک[10] نامگذاری می‌شود (رزنبوم، ۲۰۰۷). همی‌پلژی اسپاستیک از انواع بسیار شایع فلج مغزی در کودکان و دومین نوع رایج در کودکان نارس است که در کل ۳۶ درصد فلج‌های مغزی را تشکیل می‌دهد (استنلی،۲۰۰۰). اختلال اندام فوقانی در ۵۰ تا ۷۰ درصد بیماران مبتلا به CP و بیشتر در بیماران مبتلا به همی‌پلژی مشاهده می‌شود (کریگر، ۲۰۰۶؛ نواک، ۲۰۰۶). از آنجایی که ۹۶ درصد از کودکان مبتلا به CP تا بزرگسالی زندگی می‌کنند، نقایص کارکرد اندام فوقانی، به ایجاد اختلال در فعالیت‌هایی مانند مراقبت از خود، فعالیت‌های مدرسه‌ای و اوقات فراغت و بازی منجر می‌شود (الیاسون و همکاران، ۲۰۰۵).

محدودیت شدید حرکتی یک پیامد رایج و ناتوان‌کننده در کودکان فلج مغزی است که بر انجام کارهای شخصی و امور مشارکتی آنها نسبت به همسالانشان بسیار تأثیرگذار است. تشدید این محدودیت‌ها با افزایش سن، موجب شده است تا بسیاری از محققان به این باور برسند که سن کودکی بهترین زمان برای بهبود وضعیت مبتلایان فلج مغزی است (فری و همکاران، ۲۰۰۸). ضایعات مغزی در این کودکان به‌طور معمول اندام فوقانی را بیشتر از اندام تحتانی تحت تأثیر قرار می‌دهد و سبب آسیب یکپارچگی قشر حرکتی و مسیرهای قشری نخاعی و در نهایت اختلال در گرفتن دقیق و همچنین کنترل حرکتی ظریف دست‌ها و انگشتان می‌شود (مایلیوکس و همکاران، ۲۰۲۰). اختلال به‌وجودآمده به مشکلاتی در دسترسی، گرفتن، رها کردن و دستکاری اشیا منجر می‌شود. بنابراین آسیب‌دیدگی دست می‌تواند به ناتوانی شایان توجهی منجر شود، زیرا اندام فوقانی ابزار اصلی تعامل با جهان است. این کودکان همچنین ممکن است ناهنجاری‌هایی در تون عضلانی داشته باشند که موجب می‌شود اندام فوقانی درگیر در حالت خم شدن مچ دست، انحراف اولنار، خم شدن آرنج و چرخش داخلی یا خارجی شانه باقی بماند که موجب ضعف عملکرد کودک در مهارت‌های نیازمند هماهنگی دودستی و محدود شدن مشارکت در فعالیت‌های روزانه می‌شود (پریفر و همکاران،۲۰۱۴؛ مازون و همکاران، ۲۰۱۱). در تحقیقی که هماهنگی دودستی کودکان مبتلا به CP و همتایان سالم مقایسه شد، نتایج بیانگر تفاوت شایان توجهی در انجام تکلیف دوطرفهٔ متوالی شامل باز کردن کشو با یک دست و انجام عمل دسترسی با دست دیگر، بین این دو گروه بود (لانگن و همکاران، ۲۰۱۰). طبق مطالعهٔ مقایسه‌ای دیگری، کودکان مبتلا به CP در سن مدرسه نسبت به همتایان سالم خود ۳۰ درصد کمتر درگیر فعالیت بدنی و دو برابر بیشتر درگیر رفتارهای بی‌تحرک‌اند. به‌عبارتی بیش از ۷۵ درصد کودکان و بزرگسالان مبتلا به CP تقریباً تمام اوقات کم‌تحرک‌اند (ورچرن، ۲۰۱۶). از طرفی پژوهش‌ها نشان داده است که درمان این کودکان باید به‌گونه‌ای باشد که موجب افزایش فعالیت جسمانی در سنین مدرسه شود (سازمان بهداشت جهانی، ۲۰۰۳). بنابراین ایجاد فضایی برای مشارکت هدفمند کودکان در فعالیت‌های بدنی پرتحرک و هیجان‌انگیز از اهداف بسیاری از پژوهش‌ها و مداخلات است. در این زمینه پژوهش‌های انجام‌گرفته نشان داد که تمرینات حسی–حرکتی توانایی بهبود عملکرد حرکتی اندام فوقانی (فتحی و همکاران،

---

1. Cerebral palsy
2. Anatomical
3. Monoplegia
4. Hemiplegia
5. Diplegia
6. Quadriplegia
7. Triplegia
8. Spastic
9. Athetoid
10. Ataxic

۲۰۱۹) و تمرینات ثبات مرکزی امکان بهبودی عملکرد دست (عبدالفتاح و محمود علی، ۲۰۲۱) کودکان فلج مغزی را دارند. اما رویکردی که اخیراً در زمینهٔ بهبود عملکرد حرکتی این کودکان مورد توجه قرار گرفته، آموزش حرکات دوطرفه[1] است که با استفادهٔ همزمان هر دو اندام (مبتلا و غیرمبتلا) به بازیابی عملکرد حرکتی در بیماران همی‌پلژی کمک می‌کند (ون دلن و همکاران، ۲۰۱۲). در این روش از دست سالم برای بهبود عملکرد دست مبتلا از طریق تسهیل تأثیر متقابل اندام فوقانی استفاده می‌شود (موریس و همکاران، ۲۰۰۸؛ استوارت و همکاران، ۲۰۰۶). برای مثال پالومو و همکاران از تمرین حرکتی دوطرفه در آینه جهت بهبود قدرت چنگ زدن دست مبتلا در کودکان مبتلا به فلج مغزی همی‌پلژی اسپاستیک استفاده کردند (پالومو و همکاران، ۲۰۲۱). حین حرکات دودستی، چه زمانی که حرکات متوالی باشند چه همزمان، دست کمتر آسیب‌دیده می‌تواند الگویی را برای دست درگیر فراهم کند. به بیان دقیق‌تر حین انجام حرکات دوطرفه، هر دو نیمکرهٔ مغز فعال می‌شود و مهار بین نیمکره‌ها کاهش می‌یابد و در نتیجه موجب بهبود اندام بیشتر آسیب‌دیده می‌شود (استینر و همکاران، ۲۰۰۴). به‌عبارت دیگر برخلاف تمرینات یکطرفهٔ سمت آسیب‌دیده، که نیمکرهٔ مقابل را فعال می‌کند، در تمرینات دوطرفه هدف فعال کردن نیمکرهٔ سالم جهت تسهیل فعال‌سازی نیمکرهٔ آسیب‌دیده از طریق فعال کردن نیمکرهٔ سالم است که به اصلاح کنترل حرکتی سمت آسیب‌دیده و ایجاد نوروپلاستیسیتی منجر می‌شود (استوارت و همکاران، ۲۰۰۶). پژوهش‌ها همچنین در زمینهٔ مداخلات دست کودکان نشان دادند که اطلاعات اضافی به‌دست‌آمده توسط هر دو دست می‌تواند تخمین لمسی را بهبود بخشد. دستکاری یک جسم با دو دست پردازش اطلاعات پوستی و حرکتی بیشتری را از طریق انتقال هماهنگ نیرو بین دست‌ها و جسم به‌دست می‌آورد (ارنست و همکاران، ۲۰۰۲). بدین ترتیب هدف این پژوهش بررسی تأثیر تمرینات دریافت دودستی هندبال بر عملکرد دست و هماهنگی دودستی در کودکان فلج مغزی همی‌پلژی است. انتظار می‌رود مهارت ورزشی دریافت دودستی هندبال به‌عنوان یک فعالیت جسمانی به‌علت درگیری همزمان دو دست، الگوی جفت‌شدهٔ دست‌ها و دستکاری همزمان یک جسم با دو دست و همچنین ایجاد الگوی مخالف الگوی شکل‌گرفته در دست آسیب‌دیده بتواند به اصلاح الگوهای حرکتی غیرطبیعی در اندام فوقانی و بهبود عملکردی آنها در کودکان فلج مغزی منجر شود.

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر نیمه‌تجربی از نوع مداخله‌ای با طرح تحقیق پیش‌آزمون و پس‌آزمون بود.

شرکت‌کنندگان

هشت کودک دختر و پسر فلج مغزی به‌صورت در دسترس از مرکز روزانهٔ معلولان جسمی–حرکتی فخر صادق در شهر تهران انتخاب شدند، اما دو نفر به‌دلیل مشارکت نامنظم در تمرینات و یک نفر به‌دلیل عدم درک صحیح دستورالعمل حین پیش‌آزمون حذف شدند و در نهایت پنج نفر (۳ دختر و ۲ پسر) با میانگین سنی ۲/۲۸±۱۰/۲ سال در ادامهٔ پژوهش مشارکت کردند. معیارهای ورود به تحقیق شامل محدودهٔ سنی ۸ تا ۱۴ سال، برخورداری از هوش‌بهر طبیعی، سطح دو و سه سیستم طبقه‌بندی توانایی دستی[2](MACS)، استفاده نکردن از داروهای شل‌کنندهٔ عضلات، توانایی ایستادن بدون کمک و تأیید همی‌پلژی آنها بر اساس تشخیص نورولوژیست و پروندهٔ کودکان بود. معیارهای خروج نیز شامل عدم همکاری کودک و والدین حین اجرای مداخله، داشتن بیماری‌های همراه با فلج مغزی نظیر تشنج کنترل‌نشده، داشتن

1. Bilateral movements
2. The Manual Ability Classification System (MACS)

مشکلات بینایی که در انجام مداخلات یا ارزیابی مشکل‌ساز باشد و با عینک جبران نشود، داشتن تون بالای عضلانی (نمرهٔ ۳ و ۴ در مقیاس اصلاح‌شدهٔ آشورث[1])، درمان اندام فوقانی با سم بوتولیسم در شش ماه اخیر، جراحی ارتوپدیک در اندام فوقانی و وجود مشکلات تعادلی بود.

ابزار

پوردو پگ بورد[2]: ابزاری که در سال ۱۹۶۸ توسط تیفین [3]طراحی شده است. این ابزار شامل یک تخته است که در قسمت بالای آن چهار حفره قرار دارد. حفرهٔ سمت راست و چپ هر کدام حاوی ۲۵ میلهٔ فلزی و یکی از حفره‌های وسط حاوی ۲۵ استوانهٔ فلزی و دیگری حاوی ۲۵ واشر فلزی است. قسمت وسط تخته و زیر حفره‌ها هم به‌صورت عمودی، دو ردیف ۲۵ تایی سوراخ جهت قرار دادن میله، واشر و استوانه‌ها طراحی شده است. در خرده‌آزمون‌های یک‌دستی ابتدا دست کمتر آسیب‌دیده و سپس دست بیشتر آسیب‌دیده در اثر فلج مغزی ارزیابی می‌شود و حداکثر میله‌های قرارگرفته در سوراخ‌های موجود روی تخته در مدت زمان ۳۰ ثانیه محاسبه می‌شود. در خرده‌آزمون دودستی هر دو دست به‌طور همزمان برای قرار دادن میله‌ها در هر دو ستون سوراخ‌ها طی ۳۰ ثانیه استفاده می‌شود و در خرده‌آزمون مونتاژ قرار دادن میله، واشر و استوانه به‌صورت متناوب با دو دست طی ۶۰ ثانیه انجام می‌گیرد. نمرات هر تست شامل تعداد میله‌ها برای خرده‌آزمون‌های یک‌دستی، جفت میله‌ها برای خرده‌آزمون دودستی و تعداد اجزای مونتاژ (میله، واشر، استوانه و واشردوم) برای خرده آزمون مونتاژ است (شکل ۱) (تیفن، ۲۰۱۰). روایی نسخهٔ فارسی این آزمون مطلوب (۸۰ درصد) گزارش شده است (رفیعی و همکاران، ۲۰۱۱).

شکل ۱. آزمون پوردو پگ بورد

[1]. Modified Ashworth Scale
[2]. Purdue pegboard
[3]. Tiffin

مقیاس اصلاح‌شدهٔ آشورث

این مقیاس میزان اسپاستیسیتی عضلانی را از طریق یک مقیاس پنج‌ارزشی اندازه‌گیری می‌کند؛ صفر: هیچ افزایشی در تون عضلانی وجود ندارد؛ یک: افزایش اندک در تون عضلانی، دو: افزایش مشخص در تون عضلانی، به‌خصوص در میانهٔ دامنهٔ حرکتی، سه: افزایش شایان توجهی در تون عضلانی، حرکت غیرفعال دشوار است و پنج: قسمت آسیب‌دیده به‌سختی باز و بسته می‌شود. نسخهٔ فارسی این مقیاس اعتباریابی شده است (نخستین انصاری و همکاران، ۲۰۱۲).

سایز ابزار مورد استفاده در پژوهش شامل توپ مینی‌هندبال، توپ پشمی، متر، میز با ارتفاع ۳۵ سانتی‌متر، کرونومتر و برگ ثبت امتیاز بود.

روند اجرای پژوهش

ابتدا مجوز شروع کار از کمیتهٔ اخلاق پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی گرفته شد. به‌منظور دسترسی به کودکان فلج مغزی به سازمان بهزیستی کشور مراجعه و پس از طی مراحل اداری، پژوهشگر به ادارهٔ بهزیستی شهر تهران و سپس به مراکز زیر نظر این اداره ارجاع داده شد. پس از رایزنی با مدیران مراکز در مورد کار پژوهشی، مرکز روزانهٔ معلولین جسمی–حرکتی فخر صادق جهت ادامهٔ پژوهش اعلام همکاری کردند. پس از هماهنگی با والدین کودکان همی‌پلژی و توضیح شیوهٔ اجرای طرح و هدف آن، والدینی که تمایل به همکاری داشتند، انتخاب شدند و در نهایت از والدین کودکانی که معیارهای ورود به پژوهش را داشتند، رضایت‌نامهٔ کتبی اخذ و برای جلسهٔ پیش‌آزمون با آنها هماهنگ شد. پیش‌آزمون عملکرد حرکتی اندام فوقانی شامل عملکرد حرکتی هر دست به‌صورت جداگانه و هماهنگی دودستی همزمان و متوالی (مونتاژ) بود که با دستگاه تست پوردو پگ بورد انجام گرفت. تختهٔ پوردو پگ بورد روی یک میز به ارتفاع ۳۵ سانتی‌متر قرار داده شد و کودک نیز پشت میز نشست و پس از توضیحات پژوهشگر و انجام آزمایشی تست و اصلاح اشتباهات (حداقل سه یا چهار تکرار اما بسته به هر شخص متفاوت بود) (تیفن، ۲۰۱۰). با شمارش پژوهشگر، کودک تست پوردو پگ بورد را طبق مراحل تعیین‌شده انجام داد. بدین صورت که ابتدا همزمان با روشن کردن کرونومتر و اعلام شروع از طرف پژوهشگر، کودک با دست کمتر آسیب‌دیده میله‌ها را از حفرهٔ مربوطه برمی‌داشت و به‌ترتیب از بالا تا پایین داخل سوراخ‌های ردیف مربوطه قرار می‌داد و این کار تا اعلام اتمام زمان (۳۰ ثانیه) از طرف پژوهشگر ادامه داشت، سپس تعداد میله‌هایی که در سوراخ تخته قرار داده شده، شمارش و ثبت می‌شد. سپس همین مراحل برای دست بیشتر آسیب‌دیده هم تکرار می‌شد. در مرحلهٔ هر دو دست همزمان از کودک خواسته می‌شد همزمان از هر دو حفرهٔ بالای تخته که حاوی میله بودند، میله‌ها را بردارد و داخل سوراخ‌های تخته قرار دهد و پس از اتمام زمان تعداد جفت میله‌ها شمارش و ثبت می‌شد. همچنین در برگهٔ امتیازات جمع این سه آیتم هم نمرهٔ جداگانه‌ای داشت. در مرحلهٔ آخر هماهنگی دودستی متوالی از طریق آیتم مونتاژ بررسی می‌شد. بدین صورت که با اعلام پژوهشگر کودک ۶۰ ثانیه فرصت داشت با استفاده از دو دست به‌صورت متوالی یک میله، یک واشر، یک استوانه و مجدداً یک واشر را داخل هر سوراخ تخته قرار دهد. در نهایت تعداد میله، واشر و استوانه‌هایی که در سوراخ‌ها قرار گرفته بود، شمارش و ثبت می‌شد. برنامهٔ تمرینی به مدت شش هفته (هفته‌ای دو جلسه ۳۰ دقیقه‌ای) بود (چن و همکاران، ۲۰۱۳). هر جلسهٔ تمرینی شامل ۱۰ دقیقه حرکات کششی و گرم کردن و تمرینات آشنایی با توپ (چرخش و لمس توپ با انگشتان، پرتاب توپ به بالا و گرفتن با دو دست، قرار دادن توپ روی زمین و قل دادن توپ بین دو دست)، ۱۵دقیقه تمرینات دریافت دودستی (با توپ پشمی

(سایز توپ مینی هندبال اما سبک) یا توپ مینی هندبال) و پنج دقیقه سرد کردن می‌شد. حرکات کششی و گرم کردن شامل کشش هر دو دست به سمت جلو، طرفین و بالای سر بود. از دیگر تمرینات کششی قلاب کردن دست‌ها در یکدیگر و کشش به سمت جلو و بالا، یک دست به سمت جلو در حالت دورسی‌فلکشن[1] و هل دادن انگشتان به سمت بدن توسط دست دیگر و برعکس، خم و باز کردن انگشتان و مچ دست، بالا انداختن شانه و حرکت قایقی برای دست‌ها و شانه بود. در مرحلهٔ تمرین چهار جلسهٔ اول تمرین با توپ پشمی بود و تمرین دریافت دودستی توپ از پایین کمر: ابتدا به کودک الگوی دریافت دودستی توپ از پایین کمر (انگشتان به سمت زمین، انگشت کوچک کنار هم و حالت نیمه‌خمیدگی انگشتان) آموزش داده می‌شد و از فاصلهٔ یک‌متری توپ برای کودک پرتاب و از وی خواسته می‌شد تا حد امکان با دو دست توپ را دریافت کند و به سمت بدن بکشد. چهار جلسهٔ دوم تمرین با توپ پشمی بود و تمرین دریافت دودستی توپ از بالای کمر. بدین صورت که الگوی دریافت بالای کمر آموزش داده می‌شد (الگوی مثلث: جهت انگشتان به سمت بالا و انگشتان شست و سبابه در کنار یکدیگر و ایجاد شکل مثلث و حالت نیمه‌خمیدگی انگشتان) و از فاصلهٔ یک‌متری توپ برای کودک پرتاب و از کودک خواسته می‌شد تا حد امکان با دو دست توپ را دریافت کند و به سمت بدن بکشد. چهار جلسهٔ سوم تمرین با توپ مینی هندبال بود و تمرین ترکیبی دریافت از بالای کمر و پایین کمر. بدین صورت که از فاصلهٔ نیم‌متری و یک‌متری توپ برای کودک ارسال و از وی خواسته می‌شد بسته به موقعیت، از زیر یا بالای کمر توپ را به‌صورت دودستی دریافت کند و به داخل بدن بکشد. جدول ۱ اطلاعات مربوط به تواتر، شدت، زمان و نوع فعالیت ۱۲ جلسهٔ تمرین را نشان می‌دهد. در طول تمرین، هر کودک بازخورد مختص خود را دریافت می‌کرد. پس از مداخلهٔ دوازده‌جلسه‌ای، پس‌آزمون پوردو پگ بورد طبق دستورالعمل انجام گرفت.

جدول ۱. تواتر، شدت، مدت زمان و نوع فعالیت طی ۱۲ جلسهٔ تمرین

	FITT[2]
تواتر	دو روز در هفته
شدت	بسته به توانایی هر کودک، متفاوت بود (جلسات تمرین انفرادی بود)
مدت	۳۰ دقیقه (۱۰ دقیقه گرم کردن، ۱۵ دقیقه تمرینات دریافت دودستی، پنج دقیقه سرد کردن)
نوع	چهار جلسهٔ اول: تمرین با توپ پشمی و الگوی دریافت از پایین کمر چهار جلسهٔ دوم: تمرین با توپ پشمی و الگوی دریافت از بالای کمر چهار جلسهٔ سوم: تمرین با توپ مینی هندبال و دریافت از بالا و پایین کمر

روش آماری

نتایج با نرم افزاراس. پی. اس. اس. ۲۷ و از طریق آزمون شاپیروویلک جهت بررسی نحوهٔ توزیع داده‌ها، تی همبسته به‌منظور مقایسهٔ پیش‌آزمون و پس‌آزمون داده‌های نرمال[3] و ویلکاکسون[4] برای بررسی داده‌هایی که توزیع نرمال نداشتند، در سطح معناداری ۰/۰۵ تجزیه وتحلیل شد.

1. Dorsi Flexion
2. Frequency, Intensity, Time, Type
3. Paired t test
4. Wilcoxon

یافته‌های پژوهش

از پنج شرکت‌کننده سه دختر و دو پسر با میانگین سنی ۲/۲۸±۱۰/۲ سال و همچنین چهار نفر افراد دچار درگیری سمت راست و یک نفر سمت چپ بودند. جدول ۲ آمار توصیفی مربوط به نمرات هر فرد را در آزمون پوردو پگ بورد نشان می‌دهد.

جدول ۲. نمرات پوردو پگ بورد به تفکیک هر فرد

متغیرها	امتیاز دست کمتر آسیب‌دیده		امتیاز دست بیشتر آسیب‌دیده		امتیاز هماهنگی دودستی همزمان		امتیاز مونتاژ (هماهنگی دودستی متوالی)	
	پیش‌آزمون	**پس‌آزمون**	**پیش‌آزمون**	**پس‌آزمون**	**پیش‌آزمون**	**پس‌آزمون**	**پیش‌آزمون**	**پس‌آزمون**
شرکت‌کننده شمارهٔ یک	۱۰	۱۵	۱	۴	۳	۵	۶	۹
شرکت‌کننده شمارهٔ دو	۸	۱۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲
شرکت‌کننده شمارهٔ سه	۱۰	۱۴	۱	۶	۳	۴	۱۱	۱۲
شرکت‌کننده شمارهٔ چهار	۹	۱۱	۰	۱	۰	۰	۰	۳
شرکت‌کننده شمارهٔ پنج	۹	۱۳	۱	۵	۲	۴	۵	۹
جمع امتیازات	۴۶	۶۰	۳	۱۶	۸	۱۳	۲۲	۳۵
میانگین امتیازات	۹/۲	۱۲	۰/۶	۳/۲	۱/۶	۲/۶	۴/۴	۷

جدول ۳ نتایج آزمون شاپیروویلک را نشان می‌دهد. همان‌طورکه مشاهده می‌شود به‌جز نمرات پیش‌آزمون دست بیشتر آسیب‌دیده که توزیع نرمالی ندارد ($P =$ ۰/۰۰)، سایر متغیرها دارای توزیع نرمال هستند ($P \geq$ ۰/۰۵). اعداد ذکرشده در این جدول مربوط به معناداری آزمون شاپیروویلک است.

جدول ۳. آزمون شاپیروویلک

سطح معناداری	**دست کمتر آسیب‌دیده**	**دست بیشتر آسیب‌دیده**	**هماهنگی دودستی همزمان**	**مونتاژ (هماهنگی دودستی متوالی)**
پیش‌آزمون	۰/۳۱	۰/۰۰	۰/۰۸	۰/۴۱
پس‌آزمون	۰/۶۷	۰/۵	۰/۰۷۱	۰/۳۳

با توجه به نتایج آزمون شاپیروویلک به‌منظور بررسی تأثیر تمرینات دریافت دودستی هندبال بر عملکرد حرکتی از آزمون تی همبسته جهت مقایسهٔ پیش‌آزمون و پس‌آزمون داده‌های نرمال و از آزمون ویلکاکسون برای بررسی داده‌هایی که توزیع نرمال نداشتند، استفاده شد که نتایج آنها به‌ترتیب در جدول‌های ۴ و ۵ ارائه شده است.

جدول ۴. آزمون تی همبسته به‌منظور مقایسهٔ امتیازات تست پوردو پگ بورد

پیش‌آزمون و پس‌آزمون	میانگین	انحراف معیار	میانگین خطای معیار	فاصلهٔ اطمینان		تی	درجات آزادی	اندازهٔ اثر	معناداری
				پایین‌تر	بالاتر				
دست کمتر آسیب‌دیده	−۲/۸	۱/۹	۰/۸	−۵/۱	−۰/۴۱	−۳/۲	۴	−۱/۴	۰/۰۳
هماهنگی دودستی	−۱	۱	۰/۴	−۲/۲	۰/۲۴	−۲/۳	۴	−۱	۰/۰۸
مونتاژ	−۲/۶	۱/۱	۰/۵	−۴	−۱/۱	−۵	۴	−۲/۲	۰/۰۰

با توجه به جدول ۴ می‌توان مشاهده کرد که در آیتم دست کمتر آسیب‌دیده نمرات پس‌آزمون (M=۱۲, SD=۲/۶) به‌طور معناداری بالاتر از نمرات پیش‌آزمون (M=۹/۲, SD=۰/۸۳) بود (t (۴)= − ۳/۲۵ , P=۰/۰۳)همچنین در آیتم مونتاژ نمرات پس‌آزمون (M=7 /۳, ۴ SD=) و پیش‌آزمون (M= ۴/۶ SD=۴/۴) اختلاف معناداری داشتند (t (۴) =− ۵ ,p = ۰/۰۰) اما در آیتم هماهنگی دودستی همزمان بین نمرات پیش‌آزمون (M =۱/۶ ,SD=۱/۵) و پس‌آزمون (M =۲/۶ ,SD =۲/۴) اختلاف معناداری مشاهده نشد (t(۴) = −۲/۳ , P = ۰/۰۸) ، همچنین طبق نتایج آزمون ویلکاکسون اختلاف معناداری بین نمرات پیش‌آزمون (M =۰/۰۶ , SD = ۰/۵۴) و پس‌آزمون (M = ۳/۲ , SD = ۲/۵) دست بیشتر آسیب‌دیده مشاهده نشد ([P= [۰/۰۶ , [−۱/۸]= Z) (جدول ۵).

جدول ۵. آزمون ویلکاکسون: مقایسهٔ نمرهٔ دست بیشتر آسیب‌دیده

نمرهٔ Z	−۱/۸
سطح معناداری	۰/۰۶

بحث و نتیجه‌گیری

هدف این پژوهش بررسی تأثیر تمرینات دریافت دودستی هندبال بر عملکرد حرکتی اندام فوقانی کودکان فلج مغزی همی‌پلژی بود. همان‌طورکه ذکر شد از آزمون پوردو پگ بورد به‌منظور بررسی عملکرد اندام فوقانی استفاده شد که عملکرد تک‌دستی، دودستی همزمان و دودستی متوالی را اندازه‌گیری می‌کرد. بررسی نتایج نشان داد که آزمون پوردو پگ بورد در دست بیشتر آسیب‌دیده و هماهنگی دودستی همزمان پیشرفت معناداری نشان نداد، اما در آیتم هماهنگی دودستی متوالی (مونتاژ) و دست کمتر آسیب‌دیده اختلاف معناداری وجود داشت.

نتایج پژوهش حاضر پیشرفت معناداری را در دست آسیب‌دیده نشان نداد که با یافته‌های چیو[1] و همکاران (۲۰۱۴) همخوانی دارد، اما با نتایج پژوهش عبد رحمان[2] و همکاران (۲۰۱۹) در تناقض است. علت تأثیر معنادار تمرینات دریافت دودستی هندبال بر عملکرد دست آسیب‌دیده در این پژوهش شاید تفاوت الگوی دست و انگشتان حین تمرین دودستی هندبال و حین جابه جایی و جای‌گذاری میله‌ها در آزمون پوردو پگ بورد باشد، چراکه در آزمون انگشت شست و سبابه فقط درگیرند و مهارت حرکتی ظریف محسوب می‌شود، اما در تمرین

1. Mahmoud Rahman
2. Chiu H-C

با توپ هم تمام انگشتان دست فلکشن و اکستنشن انجام می‌دهند و هم مهارت حرکتی درشت محسوب می‌شود. همچنین در پژوهش عبد رحمان و همکاران (۲۰۱۹) ابزار BBT[1] استفاده‌شده به‌عنوان تست مهارت حرکتی درشت در نظر گرفته شد، اما در این پژوهش عملکرد حرکتی ظریف سنجیده شد.

با توجه به اینکه کودکان فلج مغزی همی‌پلژیک از یک دست خود به‌طور مطلوب استفاده می‌کنند، بنابراین در تکالیف تک‌دستی مشکلی نخواهند داشت، اما در هماهنگی دودستی دچار مسئله خواهند شد. اختلال هماهنگی دودستی احتمالاً بزرگ‌ترین چالش برای بهبود عملکرد در این جمعیت است. تمرینات دریافت دودستی هندبال موجب بهبود معناداری در هماهنگی دودستی متوالی کودکان فلج مغزی همی‌پلژی شد، اما در هماهنگی دودستی همزمان تغییر معناداری ایجاد نشد.

اگرچه ممکن است تکلیف دودستی متوالی نسبت به دودستی همزمان نیاز شناختی بیشتری داشته باشد، اما به‌نظر می‌رسد که اجرای تکالیف دودستی همزمان به‌دلیل نیازهای کنترلی سطح بالاتر دشواری بیشتری برای اجرا داشته باشد و شاید همین مسئله موجب عدم مشاهدهٔ پیشرفت معنادار در تکلیف هماهنگی دودستی همزمان در کودکان فلج مغزی شده است (بلینچ و همکاران، ۲۰۱۴).

احتمالاً از آنجا که مهارت دودستی متوالی اجزای شناختی بیشتری دارد و نقش حافظهٔ کاری در این تکالیف پررنگ‌تر است، از این‌رو می‌توان چنین استنباط کرد که تمرین دریافت دودستی توپ موجب تقویت حافظهٔ کاری کودکان و در نتیجه بهبود مهارت دودستی متوالی شده است. عزیزی دارابخانی و حیرانی (۲۰۲۱) در پژوهش خود به تأثیر معنادار تمرینات دوطرفه با و بدون آینه بر زمان واکنش ساده دست کودکان فلج مغزی همی‌پلژی اشاره کردند. عبدالفتاح و محمودعلی (۲۰۲۱) نیز در پژوهش خود به نقش مثبت تمرینات ثبات مرکزی بر عملکرد دست این کودکان پی بردند. در آیتم هماهنگی دودستی متوالی ۶۰ ثانیه فرصت در اختیار کودک قرار می‌گیرد تا تکلیف را تکمیل کند، اما در آیتم هماهنگی دودستی همزمان به ۳۰ ثانیه محدود می‌شود. بنابراین محدودیت زمانی نیز می‌تواند از جمله دلایل این نتایج متفاوت باشد. افراد فلج مغزی یکطرفه زندگی خود را با نقص حرکتی جانبی شروع می‌کنند که این مسئله عملکرد حرکات هماهنگ دوطرفهٔ اندام فوقانی را دچار مشکل کرده و کودکان تمایل پیدا می‌کنند که تکالیف دودستی را به شکل متوالی پیش ببرند تا همزمان. این تمایل به انجام حرکات متوالی‌تر در کودکان فلج مغزی ممکن است شرایط را برای بهبود معنادار هماهنگی متوالی در این کودکان تسهیل کرده باشد.

نوروپلاستیسیتی نیز می‌تواند از دلایل پیشرفت‌های مشاهده‌شده در نتیجهٔ تمرینات حرکتی، در پژوهش حاضر باشد. همان‌طورکه پژوهش‌ها نشان دادند که آموزش مهارت دودستی به بهبود تکالیف تک‌دستی و استفادهٔ دودستی منجر می‌شود. در واقع آموزش مهارت موجب افزایش تراکم سیناپس[2]ها و خارهای دندریتی[3] در شبکه‌های حرکتی و انعطاف‌پذیری نقشهٔ حرکتی می‌شود. این تغییرات با افزایش بیان نوروتروفین[4] و افزایش تراکم بین نورون‌های نخاعی همراه است (فریل و همکاران،۲۰۱۶). همچنین همان‌طور که ذکر شد تمرینات دوطرفه موجب تغییر در ارتباطات نیمکره‌ای و تسهیل فعال‌سازی نیمکرهٔ آسیب‌دیده می‌شود (استوارت و همکاران، ۲۰۰۶).

پژوهش‌هایی که به بررسی عملکرد اندام فوقانی کودکان فلج مغزی همی‌پلژی پرداخته‌اند، در ابتدا از تکالیف تک‌دستی شامل تکنیک محدود کردن دست سالم برای بهبود عملکرد دست استفاده کرده‌اند (نیک اردکانی و همکاران، ۲۰۱۰؛ جی هور و همکاران، ۲۰۱۹) و در نهایت رویکرد تکالیف دودستی مانند درمان دودستی فشرده (حسینی و همکاران، ۲۰۱۲؛ صبور و همکاران، ۲۰۱۳) جایگزین تکالیف تک

1. BOX and BLOCK
2. Synapse
3. Dendritic spines
4. Neurotrophin

دستی شده است. در این پژوهش استفاده از برنامهٔ تمرینی دریافت دودستی هندبال بر عملکرد دست کمتر آسیب‌دیده و هماهنگی دودستی متوالی تأثیر مثبت و معناداری داشت.

تقدیر و تشکر

از تمامی اولیای گرانقدر و کودکان فلج مغزی که متعهدانه طی انجام این پژوهش با ما همکاری کردند، نهایت تشکر و تقدیر را داریم.

References

Abd-Elfattah, H. M., & Aly, S. M. (2021). Effect of core stability exercises on hand functions in children with hemiplegic cerebral palsy. *Annals of Rehabilitation Medicine*, *45*(1), 71-78. https://doi.org/10.5535/arm.20124

Abdel Rahman, S.A., Mohamed Elshamy,S.E., Nour El-Dien,S.A. (2019). Effectiveness of play therapy on gross manual dexterity in children with hemiparetic cerebral palsy. I*nternational Journal of Recent Advances Multidisciplinary Research*, *6*(2),4637-4641.

Aisen, M. L., Kerkovich, D., Mast, J., Mulroy, S., Wren, T. A., Kay, R. M., & Rethlefsen, S. A. (2011). Cerebral palsy: clinical care and neurological rehabilitation. *The Lancet Neurology*, *10*(9), 844-852. https://doi.org/doi.org/10.1016/S1474-4422(11)70176-4

Azizidarabkhani, N., & Heyrani, A. (2021). The effects of six weeks of bilateral motor trainings with and without mirror on simple reaction time in affected hand of children with spastic hemiplegic cerebral palsy (SHCP). *journal of motor and behavioral sciences*, *4*(2), 101-106. https://www.jmbs.ir/article_130314.html?lang=en(In Persian)

Blinch, J., Cameron, B. D., Cressman, E. K., Franks, I. M., Carpenter, M. G., & Chua, R. (2014). Comparing movement preparation of unimanual, bimanual symmetric, and bimanual asymmetric movements. *Experimental brain research*, *232*(3), 947-955. https://doi.org/doi.org/10.1007/s00221-013-3807-7

Chen, C. L., Kang, L. J., Hong, W. H., Chen, F. C., Chen, H. C., & Wu, C. Y. (2013). Effect of therapist-based constraint-induced therapy at home on motor control, motor performance and daily function in children with cerebral palsy: a randomized controlled study. *Clinical Rehabilitation*, *27*(3), 236-245. https://doi.org/10.1177/0269215512455652

Chiu, H.-C., Ada, L., & Lee, H.-M. (2014). Upper limb training using Wii Sports Resort™ for children with hemiplegic cerebral palsy: A randomized, single-blind trial. *Clinical rehabilitation*, *28*(10), 1015-1024. https://doi.org/doi.org/10.1177/0269215514533709

Eliasson, A. C., Sundholm, L. K., Shaw, K., & Wang, C. (2005). Effects of constraint-induced movement therapy in young children with hemiplegic cerebral palsy: an adapted model. *Developmental Medicine & Child Neurology*, *47*(4), 266-275. https://doi.org/10.1017/S0012162205000502

Ernst, M. O., & Banks, M. S. (2002). Humans integrate visual and haptic information in a statistically optimal fashion. *Nature*, *415*(6870), 429-433. https://doi.org/doi.org/10.1038/415429a

Fathy, O.A., EL-Talawy, H., & Mohammed, N. E. (6-7April, 2019). Effect of sensorimotor stimulation on manual dexterity and hand grip strength in children with diplegia: A randomized clinical trial. *The 20th*

International Scientific Conference Faculty of Physical Therapy.Cairo, Egypt. https://share.google/RnO868ZfxMtCk7Mys

Frey, G. C., Stanish, H. I., & Temple, V. A. (2008). Physical activity of youth with intellectual disability: review and research agenda. *Adapted Physical Activity Quarterly*, *25*(2), 95-117. https://doi.org/10.1123/apaq.25.2.95

Friel, K. M., Kuo, H.-C., Fuller, J., Ferre, C. L., Brandão, M., Carmel, J. B., Bleyenheuft, Y., Gowatsky, J. L., Stanford, A. D., & Rowny, S. B. (2016). Skilled bimanual training drives motor cortex plasticity in children with unilateral cerebral palsy. *Neurorehabilitation and neural repair*, *30*(9), 834-844. https://doi.org/oi.org/10.1177/1545968315625838

Hoare, B. J., Thorley, M. N., Jackman, M. L., Carey, L. M., & Imms, C. (2019). Constraint-induced movement therapy in children with unilateral cerebral palsy. *Cochrane database of systematic reviews*, (4). https://doi.org/10.1002/14651858.CD004149.pub3

Hosseini, S. A. , Mohammadian, F. , Hosseini, S. M. S. and Sourtiji, H. (2012). Effectiveness of ICF-based modified constraint induced movement therapy on hand functions in children with hemiplegic cerebral palsy. *Journal of Research in Rehabilitation Sciences*, *7*(5), -. https://doi.org/doi.org/10.22122/jrrs.v7i5.355 .(In Persian)

Krigger, K. W. (2006). Cerebral palsy: an overview. *American family physician*, *73*(1), 91-100.

Langan, J., Doyle, S. T., Hurvitz, E. A., & Brown, S. H. (2010). Influence of task on interlimb coordination in adults with cerebral palsy. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, *91*(10), 1571-1576. https://doi.org/doi.org/10.1016/j.apmr.2010.07.015

Mailleux, L., Simon-Martinez, C., Radwan, A., Blommaert, J., Gooijers, J., Wenderoth, N., ... & Feys, H. (2020). White matter characteristics of motor, sensory and interhemispheric tracts underlying impaired upper limb function in children with unilateral cerebral palsy. *Brain Structure and Function*, *225*, 1495-1509. https://doi.org/doi.org/ 10.1007/s00429-020-02070-1

Mazzone, S., Serafini, A., Iosa, M., Aliberti, M. N., Gobbetti, T., Paolucci, S., & Morelli, D. (2011). Functional taping applied to upper limb of children with hemiplegic cerebral palsy: a pilot study. *Neuropediatrics*, *42*(06), 249-253.https://doi.org/10.1055/s-0031-1295478

Morris, J. H., van Wijck, F., Joice, S., Ogston, S. A., Cole, I., & MacWalter, R. S. (2008). A comparison of bilateral and unilateral upper-limb task training in early poststroke rehabilitation: a randomized controlled trial. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, *89*(7), 1237-1245. https://doi.org/10.1016/j.apmr.2007.11.039

Nakhostin Ansari, N., Naghdi, S., Forogh, B., Hasson, S., Atashband, M., & Lashgari, E. (2012). Development of the Persian version of the Modified Modified Ashworth Scale: translation, adaptation, and examination of interrater and intrarater reliability in patients with poststroke elbow flexor spasticity. *Disability and rehabilitation*, *34*(21), 1843-1847. https://doi.org/doi.org/10.3109/09638288.2012.665133(In persion)

Nik Ardakan, MJ., Olyaei و GR., Abdolvahab, M., Bagheri, H., Jalili, M., Faghih Zadeh, S. (2010).The effects and maintenance of constraint-induced therapy on spasticity and function of upper extremity in hemiplegic cerebral palsy children 6 to 12 years old. *Modern rehabilitation journal*, 4 (3 &4), 41-47.(In Persian)

Novak, I. (2014). Evidence-based diagnosis, health care, and rehabilitation for children with cerebral palsy. *Journal of child neurology*, *29*(8), 1141-1156. https://doi.org/doi.org/10.1177/0883073814535503

Organization, W. H. (2003). *Health and development through physical activity and sport*.

Palomo-Carrión, R., Zuil-Escobar, J. C., Cabrera-Guerra, M., Barreda-Martínez, P., & Martínez-Cepa, C. B. (2021). Mirror Therapy and Action Observation Therapy to Increase the Affected Upper Limb Functionality in Children with Hemiplegia: A Randomized Controlled Trial Protocol. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*(3), 1051. https://doi.org/doi.org/10.3109/11038128.2013.871059

Paneth, N., Hong, T., & Korzeniewski, S. (2006). The descriptive epidemiology of cerebral palsy. *Clinics in perinatology*, *33*(2), 251-267.

Pfeifer, L. I., Santos, T. R., Silva, D. B. R., Panúncio Pinto, M. P., Caldas, C. A., & Santos, J. L. F. (2014). Hand function in the play behavior of children with cerebral palsy. *Scandinavian journal of occupational therapy*, *21*(4), 241-250. https://doi.org/10.3109/11038128.2013.871059

Rafiee, S., Taghizade, G., Edrisi, M., & Ashrafi, M. (2011). Test-retest reliability of the Purdue Pegboard test for chidren with Down syndrome. *Koomesh*, *13*(1), 35-42. (In Persian)

Rosenbaum, P., Paneth, N., Leviton, A., Goldstein, M., Bax, M., Damiano, D., Dan, B., & Jacobsson, B. (2007). A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Dev Med Child Neurol Suppl*, *109*(suppl 109), 8-14.

Sbaour Eghbali Mostafakhan, H. , Rassafiani, M. , Hosseini, S. A. , Akbarfahimi, N. and Karimloo, M. (2013). The effect of combination of constraint induced movement therapy with bimanual intensive therapy on upper limb function of children with hemiplegic cerebral palsy. *Journal of Research in Rehabilitation Sciences*, *8*(8), 1312-1318. https://doi.org/doi.org/10.22122/jrrs.v8i8.546 (In Persian)

Stanley, F. J., Blair, E., & Alberman, E. (2000). *Cerebral palsies: epidemiology and causal pathways*. Cambridge University Press.

Stewart, K. C., Cauraugh, J. H., & Summers, J. J. (2006). Bilateral movement training and stroke rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the neurological sciences*, *244*(1-2), 89-95. https://doi.org/10.1016/j.jns.2006.01.005

Stinear, J. W., & Byblow, W. D. (2004). Rhythmic bilateral movement training modulates corticomotor excitability and enhances upper limb motricity poststroke: a pilot study. *Journal of Clinical Neurophysiology*, *21*(2), 124-131. https://doi.org/doi.org/10.1097/00004691-200403000-00008

Tiffin, J., & Asher, E. J. (1948). The Purdue Pegboard: norms and studies of reliability and validity. *Journal of Applied Psychology*, *32*(3), 234–247. https://doi.org/10.1037/h0061266

Van Delden, A. E., Peper, C., Beek, P. J., & Kwakkel, G. (2012). Unilateral versus bilateral upper limb exercise therapy after stroke: a systematic review. *Journal of rehabilitation medicine*, *44*(2), 106-117. https://doi.org/doi.org/10.2340/16501977-0928

Verschuren, O., Peterson, M. D., Balemans, A. C., & Hurvitz, E. A. (2016). Exercise and physical activity recommendations for people with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, *58*(8), 798-808. https://doi.org/10.1111/dmcn.13053