

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

Sholeh Farahmandi¹ , Elahe Arab Ameri^{2✉} , Shahzad Tahmasbi³ ,
Seyyed Mohammad Mehdi Mirbagheri⁴ , Marteza Haidari⁵ 

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: shahzadtahmasbi@ut.ac.ir
4. Department 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: Researches that have examined the function of the upper limbs of children with cerebral palsy and hemiplegia mostly used single-handed tasks including the technique of Constraint the healthy hand, but this method led to emotional problems in the child. The purpose of this study was to investigate hand function after two-handed handball training in children with hemiplegic cerebral palsy.

Methods: The participants were 5 children referred to Fakhr Sadegh Clinic with an average age (10.2 ± 2.28) who were selected Convenience. The parents of the children completed the consent form. Each participant was tested once before and once after training using the Purdue pegboard test, and the performance of one-handed, two-handed simultaneously and consecutively was checked. The participants performed two 30-minute sessions of bimanual exercises every week for a total of six weeks

Results: The results were analyzed through spss27 software. Paired t-test showed that the performance of the less affected hand ($p=0/03$) and consecutive bimanual coordination ($p=0/00$) increased significantly, but 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: The improvement of consecutive bimanual coordination after bimanual catching handball exercises can be due to the use of the ball, which improved the cognitive dimension more than the motor dimension.

Cite this article: Farahmandi, S., Arab Ameri, E., Tahmasbi, 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), p-p.

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



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

Extended Abstract

Introduction

Cerebral palsy disturb hand functioning in children, making it difficult or even impossible for them to perform several manual activities. Most conventional treatments for hand dysfunction in CP assume that reducing the hand dysfunctions will improve the capacity to manage activities. The aim of this study was to investigate upper limb motor function and neuroplasticity in children with hemiplegia cerebral palsy after performing bimanual handball catching exercises.

Methods

The samples of this study were five children with hemiplegia cerebral palsy (four with left-sided lesions and one with right-sided lesions). The pre-test of upper limb motor function included motor function of each hand separately and simultaneous and sequential coordination bimanual (montage), which was performed with the Purdue Pegboard test). The training program lasted 6 weeks (2 30-minute sessions per week). Each training session included 10 minutes of stretching, warm-up, and ball familiarization exercises, 15 minutes bimanual catching exercises (with a wool ball (mini handball size but light) or a mini handball), and 5 minutes of cool-down.

Results

The results showed that there was no significant improvement in the performance of the effected hand and simultaneous bimanual coordination, but significant improvement was observed in sequential bimanual coordination.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All ethical principles are considered in this article. The participants were informed of the purpose of the research and its implementation stages. They were also assured about the confidentiality of their information and were free to leave the study whenever they wished, and if desired, the research results would be available to them. Written consent has been obtained from the subjects. The Code of Ethics was issued by the Institute of Physical Education and Sport Sciences (R.SSRIREC.1400.1322)

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

Authors' contribution: Design and supervision: shole Farahmand, Elahe Arab Ameri, Shahzad Tahmasebi boroujeni
Methodology: Shole Farahmand and seyed Mohammad Mehdi Mirbagheri

Conclusion

The reason for the lack of significant improvement in the simultaneous bimanual coordination item compared to the sequential one may be related to the different cognitive requirements of these two tasks, as the sequential two-handed task has a greater cognitive demand. Also the dynamic systems perspective have great emphasis on the individuality of growth paths. Practice and experience can influence functional activity in the sensorimotor and primary motor cortex. Thus, cortical re-formation may depend on experience after injury.

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.

تأثیر تمرینات دریافت دو دستی هندبال بر عملکرد حرکتی اندام فوقانی کودکان فلج مغزی

همی پلژی

شعله فرهمند^۱ ID، الهه عرب عامری^۲ ID، شهزاد طهماسبی^۳ ID،

سید محمد مهدی میرباقری^۴ ID، مرتضی حیدری^۵ ID

۱. گروه علوم رفتاری و شناختی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: sholefarahmand@ut.ac.ir

۲. نویسنده مسؤول، گروه علوم رفتاری و شناختی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: eameri@ut.ac.ir

۳. گروه علوم رفتاری و شناختی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: shahzadtahmaseb@ut.ac.ir

۴. گروه فیزیک و مهندسی پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران. رایانامه: mirbagheri@tums.ac.ir

۵. گروه بیماری‌های کودکان، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران. رایانامه: m-heidari@sina.tums.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: پژوهشی	مقدمه: پژوهش‌هایی که به بررسی عملکرد اندام فوقانی کودکان فلج مغزی همی پلژی پرداخته اند بیشتر از تکالیف تک دستی شامل تکنیک محدود کردن دست سالم استفاده کردند اما این روش منجر به مشکلات هیجانی در کودک می‌شد. هدف این پژوهش بررسی عملکرد دست بعد از تمرین دریافت دو دستی هندبال در کودکان مبتلا به فلج مغزی همی پلژی بود.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۱۸	روش پژوهش: شرکت کنندگان پنج کودک مراجعه کننده به کلینیک فخر صادق با میانگین سنی (۱۰/۲±۲/۲۸) بودند که به صورت در دسترس انتخاب شدند. والدین کودکان فرم رضایت نامه را تکمیل کردند. هر شرکت کننده در مجموع یک بار قبل و یک بار بعد از تمرین با استفاده از آزمون پوردو پگ مورد آزمایش قرار گرفت و عملکرد تک دستی، دو دستی همزمان و متوالی بررسی شد. شرکت کنندگان در مجموع شش هفته، هر هفته دو جلسه ۳۰ دقیقه ای تمرینات دو دستی را انجام دادند.
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۹/۱۱	یافته ها: تمرینات عملکرد دست کمتر آسیب دیده ($p=0/03$) و هماهنگی دو دستی متوالی ($p=0/00$) بطور معناداری افزایش یافت اما هماهنگی دو دستی همزمان پیشرفت معناداری نداشت ($p=0/08$). همچنین پیشرفت معناداری در دست بیشتر آسیب دیده مشاهده نشد ($p=0/06$).
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۱۲	نتیجه گیری: به نظر می‌رسد استفاده از تمرینات دریافت دو دستی توپ می‌تواند در بهبود هماهنگی دو دستی متوالی و عملکرد دست کمتر آسیب دیده کودکان فلج مغزی همی پلژی مؤثر باشد و به عنوان روشی مداخله ای در توانبخشی حرکتی این کودکان استفاده گردد.
تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۱۰/۱	

کلیدواژه‌ها:

پوردو پگ مورد،

فلج مغزی،

هماهنگی دو دستی.

استناد: فرهمند، شعله ؛ عرب عامری ، الهه ؛ طهماسبی، شهزاد؛ میرباقری، سید محمد مهدی و حیدری ، مرتضی (۱۴۰۴). تأثیر تمرینات دریافت دو دستی هندبال بر عملکرد حرکتی اندام فوقانی کودکان فلج مغزی همی پلژی. نشریه رشد و یادگیری حرکتی ورزشی ، ۱۷(۴)، ص-ص.

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

این نشریه علمی رایگان است و حق مالکیت فکری خود را بر اساس لایسنس کپی‌رایت CC BY-NC 4.0 به نویسندگان واگذار کرده

است. تارنما: <https://jsmdl.ut.ac.ir> | رایانامه: jsmdl@ut.ac.ir



مقدمه

فلج مغزی (CP)^۱ یک ضایعه غیر پیشرونده، 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 (آیسن و همکاران، ۲۰۱۱) و شیوع آن ۲/۵ به ازای هر ۱۰۰۰ تولد زنده می‌باشد (پنت و همکاران، ۲۰۰۶). این اختلال بر اساس توزیع کالبدشناختی^۲ به مونوپلژی^۳، همی‌پلژی^۴، دایپلژی^۵، کودری‌پلژی^۶ و تری‌پلژی^۷ و بر اساس توزیع فیزیولوژیکی به صورت اسپاستیک^۸، آتوئید^۹ و آتاکسیک^{۱۰} 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 از 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، منجر به ایجاد اختلال در فعالیت‌هایی از قبیل مراقبت از خود، فعالیت‌های مدرسه‌ای و اوقات فراغت و بازی می‌شود (الیاسون و همکاران، ۲۰۰۵).

محدودیت شدید حرکتی یک پیامد رایج و ناتوان کننده در کودکان فلج مغزی می‌باشد که بر انجام کارهای شخصی و امور مشارکتی آنها نسبت به همسالان نشان بسیار تأثیرگذار است. تشدید این محدودیت‌ها با افزایش سن، موجب شده 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 معمولاً اندام فوقانی را بیشتر از اندام تحتانی تحت تأثیر قرار می‌دهد و باعث آسیب یکپارچگی قشر حرکتی و مسیرهای قشری نخاعی و نهایتاً اختلال در گرفتن دقیق و همچنین کنترل حرکتی ظریف دست‌ها و انگشتان می‌شود (مایلیوکس و همکاران، ۲۰۲۰). اختلال بوجود آمده منجر به مشکلاتی در دسترسی، گرفتن، رهاکردن و دستکاری اشیاء می‌شود. بنابراین آسیب‌دیدگی دست می‌تواند منجر به ناتوانی قابل توجهی شود، زیرا اندام فوقانی ابزار اصلی تعامل با جهان است. این کودکان همچنین ممکن است ناهنجاری‌هایی در تون عضلانی داشته باشند که باعث می‌شود اندام فوقانی درگیر در حالت خم شدن مچ دست، انحراف اولنار، خم شدن آرنج و چرخش داخلی یا خارجی شانه باقی بماند که باعث ضعف عملکرد کودک در مهارت‌های نیازمند هماهنگی دو دستی و محدود شدن مشارکت در فعالیت‌های روزانه می‌گردد (پریفر و همکاران، ۲۰۱۴؛ مازون و همکاران، ۲۰۱۱). در مطالعه‌ای که هماهنگی دو دستی کودکان مبتلا به CP و هم‌تایان سالم مقایسه شد نتایج بیانگر تفاوت قابل توجهی در انجام تکلیف دوطرفه 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 مطالعه 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 بی‌تحرك هستند. به عبارتی بیش از ۷۵ درصد کودکان و بزرگسالان مبتلا به CP تقریباً تمام اوقات کم تحرک هستند (ورچرن، ۲۰۱۶). از طرفی پژوهش‌ها نشان داده که درمان این کودکان باید به گونه‌ای 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 می‌باشد. در این راستا پژوهش‌های انجام شده نشان داد که تمرینات حسی-حرکتی توانایی بهبود عملکرد حرکتی اندام فوقانی (فتحی و همکاران، ۲۰۱۹) و تمرینات ثبات مرکزی امکان بهبودی عملکرد دست (عبدالفتاح و محمود علی، ۲۰۲۱) کودکان فلج مغزی را دارند. اما رویکردی که اخیراً در زمینه بهبود عملکرد حرکتی این کودکان مورد توجه قرار گرفته، آموزش حرکات دوطرفه

1. Cerebral palsy

2. Anatomical

3. Monoplegia

4. Hemiplegia

5. Diplegia

6. Quadriplegia

7. Triplegia

8. Spastic

9. Athetoid

10. Ataxic

می‌باشد که با استفاده همزمان هر دو اندام (مبتلا و غیرمبتلا) به بازیابی عملکرد حرکتی در بیماران همی پلژی کمک می‌کند (ون دن 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). بعنوان مثال پالومو و همکاران از تمرین حرکتی دو طرفه در آینه جهت بهبود قدرت چنگ زدن دست مبتلا در کودکان مبتلا به فلج مغزی همی پلژی اسپاستیک استفاده کردند (پالومو و همکاران، ۲۰۲۱). حین حرکات دو دستی، چه زمانی که حرکات متوالی باشند چه همزمان، دست کمتر آسیب دیده می‌تواند الگویی را برای دست درگیر فراهم کند. به بیان دقیق‌تر حین انجام حرکات دوطرفه، هر دو نیمکره مغز فعال شده و مهار بین نیمکره‌ها را کاهش می‌یابد و در نتیجه باعث بهبود اندام بیشتر آسیب دیده می‌شود. (استینر و همکاران، ۲۰۰۴). به عبارت دیگر برخلاف تمرینات یک طرفه سمت آسیب‌دیده، که نیمکره مقابل را فعال می‌کند، در تمرینات دوطرفه هدف فعال کردن نیمکره سالم جهت تسهیل فعال‌سازی نیمکره آسیب‌دیده از طریق فعال کردن نیمکره سالم می‌باشد که منجر به اصلاح کنترل حرکتی سمت آسیب‌دیده و ایجاد نوروپلاستیستی می‌گردد (استوارت و همکاران، ۲۰۰۶). پژوهش‌ها همچنین در زمینه مداخلات دست کودکان نشان دادند که اطلاعات اضافی به دست آمده توسط هر دو دست می‌تواند تخمین لمسی را بهبود بخشد و به علاوه دستکاری یک جسم با دو دست پردازش اطلاعات پوستی و حرکتی بیشتری را از طریق انتقال هماهنگ نیرو بین دست‌ها و جسم بدست می‌آورد (ارنست و همکاران، ۲۰۰۲).

بدین ترتیب هدف این پژوهش بررسی تأثیر تمرینات دریافت دو دستی هندبال بر عملکرد دست و هماهنگی دو دستی در کودکان فلج مغزی همی پلژی می‌باشد. انتظار می‌رود مهارت ورزشی دریافت دو دستی هندبال به عنوان یک فعالیت جسمانی به علت درگیری همزمان دو دست، الگوی جفت‌شده دست‌ها و دستکاری همزمان یک جسم با دو دست و همچنین ایجاد الگوی مخالف الگوی شکل گرفته در دست آسیب دیده بتواند منجر به اصلاح الگوهای حرکتی غیرطبیعی در اندام فوقانی و بهبود عملکردی آنها در کودکان فلج مغزی گردد.

روش‌شناسی پژوهش

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

شرکت‌کنندگان

هشت کودک دختر و پسر فلج مغزی به صورت در دسترس از مرکز روزانه معلولین جسمی-حرکتی فخر صادق در شهر تهران انتخاب شدند اما دو نفر به دلیل عدم مشارکت منظم در تمرینات و یک نفر به دلیل عدم درک صحیح دستورالعمل حین پیش‌آزمون حذف شدند و نهایتاً پنج نفر (۳ دختر و ۲ پسر) با میانگین سنی $(10/2 \pm 2/28)$ در ادامه پژوهش مشارکت کردند. معیارهای ورود به تحقیق شامل: محدوده سنی ۸ تا ۱۴ سال، برخورداری از هوش بهر طبیعی، سطح دو و سه سیستم طبقه‌بندی توانایی دستی^۱ (MACS)، عدم استفاده از داروهای شل‌کننده عضلات، توانایی ایستادن بدون کمک و تأیید همی پلژی آنها بر اساس تشخیص نورولوژیست و پرونده کودکان بود. معیارهای خروج نیز شامل عدم همکاری کودک و والدین حین اجرای مداخله، داشتن بیماری‌های همراه با فلج مغزی نظیر تشنج کنترل نشده، داشتن مشکلات بینایی که در انجام مداخلات یا ارزیابی مشکل‌ساز باشد و با عینک جبران نشود، داشتن تون بالای عضلانی (نمره ۳ و ۴ در مقیاس اصلاح شده آشورث^۲)، درمان اندام فوقانی با سم بوتولیسیم در ۶ ماه اخیر، جراحی ارتوپدیک در اندام فوقانی و وجود مشکلات تعادلی بود.

ابزار

^۱ Bilateral movements

^۲ The Manual Ability Classification System (MACS)

^۳ . Modified Ashworth Scale

پوردو پگ بورد^۱: ابزاری که در سال ۱۹۶۸ توسط تیفین^۲ طراحی شده است. این ابزار شامل یک تخته می‌باشد که در قسمت بالای آن چهار حفره قرار دارد. حفره سمت راست و چپ هر کدام حاوی ۲۵ میله فلزی و یکی از حفره‌های وسط حاوی ۲۵ استوانه فلزی و دیگری حاوی ۲۵ واشر فلزی می‌باشد. قسمت وسط تخته و زیر حفره‌ها هم به صورت عمودی، دو ردیف ۲۵ تایی سوراخ جهت قرار دادن میله، واشر و استوانه‌ها طراحی شده است. در خرده آزمون‌های یک دستی ابتدا دست کمتر آسیب‌دیده و سپس دست بیشتر آسیب‌دیده در اثر فلج مغزی ارزیابی می‌شود و حداکثر میله‌های قرار گرفته در سوراخ‌های موجود روی تخته در مدت زمان ۳۰ ثانیه محاسبه می‌شود. در خرده آزمون دو دستی هر دو دست به‌طور هم‌زمان برای قرار دادن میله‌ها در هر دو ستون سوراخ‌ها طی ۳۰ ثانیه استفاده می‌شود و در خرده آزمون مونتاژ قرار دادن میله، واشر و استوانه به صورت متناوب با دو دست طی ۶۰ ثانیه انجام می‌شود. نمرات هر تست شامل تعداد میله‌ها برای خرده آزمون‌های یک دستی، جفت میله‌ها برای خرده آزمون دو دستی و تعداد اجزای مونتاژ (یعنی میله، واشر، استوانه و واشر دوم) برای خرده آزمون مونتاژ می‌باشد (شکل ۱) (تیفین، ۲۰۱۰). روایی نسخه فارسی این آزمون مطلوب (۸۰ درصد) گزارش شده است (رفیعی و همکاران، ۲۰۱۱).



شکل ۱. آزمون پوردو پگ بورد

مقیاس اصلاح شده آشورت

این مقیاس میزان اسپاستیسیته عضلانی را از طریق یک مقیاس پنج ارزشی اندازه‌گیری می‌کند؛ صفر: هیچ افزایشی در تون عضلانی وجود ندارد؛ یک: افزایش اندک در تون عضلانی، دو: افزایش مشخص در تون عضلانی، به خصوص در میانه دامنه حرکتی، سه: افزایش قابل توجهی در تون عضلانی، حرکت غیرفعال دشوار است و پنج: قسمت آسیب‌دیده به سختی باز و بسته می‌شود. نسخه 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 سانتی متر، کورنومتر و برگ ثبت امتیاز بود.

روند اجرای پژوهش

^۱ . Purdue pegboard

^۲ . Tiffin

ابتدا مجوز شروع کار از کمیته اخلاق پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی گرفته شد. جهت دسترسی به کودکان فلج مغزی به سازمان بهزیستی کشور مراجعه و پس از طی مراحل اداری، پژوهشگر به اداره 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 روزانه معلولین جسمی-حرکتی فخر صادق جهت ادامه پژوهش اعلام همکاری کردند. پس از هماهنگی با والدین کودکان همی‌پلژی و توضیح شیوه اجرای طرح و هدف آن، والدینی که تمایل به همکاری داشتند، انتخاب و نهایتاً از والدین کودکانی که معیارهای ورود به پژوهش را داشتند، رضایت نامه کتبی اخذ و برای جلسه پیش‌آزمون با آنها هماهنگ شد. پیش‌آزمون عملکرد حرکتی اندام فوقانی شامل عملکرد حرکتی هر دست به صورت جداگانه و هماهنگی دو دستی همزمان و متوالی (مونتاز) بود که با دستگاه تست پوردو پگ مورد انجام شد. تخته پوردو پگ مورد روی یک میز به ارتفاع ۳۵ سانتی متر قرار داده شد و کودک نیز پشت میز نشست و پس از توضیحات پژوهشگر و انجام آزمایشی تست و اصلاح اشتباهات (حداقل ۳ یا چهار تکرار اما بسته به هر شخص متفاوت بود) (تیفن، ۲۰۱۰). با شمارش پژوهشگر، کودک تست پوردو پگ مورد را طبق مراحل تعیین شده انجام داد. بدین صورت که ابتدا همزمان با روشن کردن کورنومتر و اعلام شروع از طرف پژوهشگر، کودک با دست کمتر آسیب‌دیده میله‌ها را از حفره مربوطه برداشته و به ترتیب 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 مرحله هر دو دست همزمان از هر دو حفره بالای تخته که حاوی میله بودند، میله‌ها را برداشته و داخل سوراخ‌های تخته قرار دهند و پس از اتمام زمان تعداد جفت میله‌ها شمارش و ثبت می‌شد. همچنین در برگه امتیازات جمع این سه آزمون هم نمره جداگانه‌ای داشت. نهایتاً در مرحله آخر هماهنگی دو دستی متوالی از طریق آزمون مونتاز بررسی می‌شد. بدین صورت که با اعلام پژوهشگر کودک ۶۰ ثانیه فرصت داشت که با استفاده از دو دست به صورت 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 شمارش و ثبت می‌شد. برنامه تمرینی به مدت ۶ هفته (هفته‌ای ۲ جلسه ۳۰ دقیقه‌ای) بود (چن و همکاران، ۲۰۱۳). هر جلسه 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)، ۱۵ دقیقه تمرینات دریافت دو دستی (با توپ پشیمی (سایز توپ مینی هندبال اما سبک) یا توپ مینی هندبال) و ۵ دقیقه سرد کردن می‌شد. حرکات کششی و گرم کردن شامل کشش هر دو دست به سمت جلو، طرفین و بالای سر، قلاب کردن دست‌ها در یکدیگر و کشش به سمت جلو و بالا، یک دست به سمت جلو در حالت دورسی فلکشن^۱ و دست دیگر انگشتان را به سمت بدن هل می‌دهد و بالعکس. خم و باز کردن انگشتان و مچ دست، بالا انداختن شانه و حرکت قایقی برای دست‌ها و شانه بود. در مرحله تمرین چهار جلسه اول تمرین با توپ پشیمی بود و تمرین دریافت دو دستی توپ از پایین کمر: ابتدا به کودک الگوی دریافت دو دستی توپ از پایین کمر (انگشتان به سمت زمین، انگشت کوچک کنار هم و حالت نیمه خمیدگی انگشتان) آموزش داده می‌شد و از فاصله یک متری توپ برای کودک پرتاب و از وی خواسته می‌شد حتی الامکان با دو دست توپ را دریافت کند و به سمت بدن بکشد. چهار جلسه دوم تمرین با توپ پشیمی بود و تمرین دریافت دو دستی 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 نیمه خمیدگی انگشتان) و از فاصله یک متری توپ برای کودک پرتاب می‌شد و از کودک خواسته می‌شد حتی الامکان با دو دست توپ را دریافت کند و به سمت بدن بکشد. چهار جلسه سوم تمرین با توپ مینی هندبال بود و تمرین ترکیبی دریافت از بالای کمر و پایین کمر. بدین صورت که از فاصله نیم متری و یک متری توپ برای کودک ارسال می‌شد و از وی خواسته می‌شد بسته به موقعیت، از زیر یا بالای کمر توپ را به صورت دو دستی دریافت و به داخل بدن بکشد. جدول ۱ اطلاعات مربوط به تواتر، شدت، زمان و نوع فعالیت ۱۲ جلسه تمرین را نشان می‌دهد. در طول تمرین، هر کودک بازخورد مختص خود را دریافت می‌کرد. پس از مداخله دوازده جلسه‌ای، پس‌آزمون پوردو پگ مورد طبق دستور العمل انجام گرفت.

^۱ Dorsi Flexion

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

FITT ^۱	
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 دو دستی، ۵ دقیقه سرد کردن)
نوع	چهار جلسه اول: تمرین با توپ پشمی و الگوی دریافت از پایین کمر چهار جلسه دوم: تمرین با توپ پشمی و الگوی دریافت از بالای کمر چهار جلسه سوم: تمرین با توپ مینی هندبال و دریافت از بالا و پایین کمر

روش آماری

نتایج با نرم افزار اس. پی. اس. ۲۷ و از طریق آزمون شاپیرو ویلک جهت بررسی نحوه توزیع داده ها، تی همبسته جهت مقایسه پیش آزمون و پس آزمون داده های نرمال^۲ و ویلکاکسون^۳ جهت بررسی داده هایی که توزیع نرمال نداشتند در سطح معناداری ۰/۰۵ تجزیه و تحلیل شد.

یافته های پژوهشی

از پنج نفر شرکت کننده سه دختر و دو پسر با میانگین سنی ($10/2 \pm 2/28$) 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 پور دو پگ مورد نشان می دهد.

جدول ۲. نمرات پور دو پگ مورد به تفکیک هر فرد

متغیرها	امتیاز دست کمتر آسیب دیده		امتیاز دست بیشتر آسیب دیده		امتیاز هماهنگی دو دستی همزمان		امتیاز مونتاژ (هماهنگی دو دستی متوالی)	
	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون
۱- کتله شماره	۱۰	۱۵	۱	۴	۳	۵	۶	۹
۲- کتله شماره	۸	۱۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲
۳- کتله شماره	۱۰	۱۴	۱	۶	۳	۴	۱۱	۱۲
۴- کتله شماره	۹	۱۱	۰	۱	۰	۰	۰	۳
۵- کتله شماره	۹	۱۳	۱	۵	۲	۴	۵	۹

۱. Frequency, Intensity, Time, Type

۲. Paired t test

۳. Wilcoxon

تأثیر تمرینات دریافت دو دستی هندبال بر عملکرد حرکتی اندام فوقانی .../شعله فرهمندی و...								۸
۳۵	۲۲	۱۳	۸	۱۶	۳	۶۰	۴۶	۱
۷	۴/۴	۲/۶	۱/۶	۳/۲	۰/۶	۱۲	۹/۲	۲

جدول ۳ نتایج آزمون شاپیروویلیک را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود به جز نمرات پیش‌آزمون دست بیشتر آسیب‌دیده که توزیع نرمالی ندارد ($p = 0/00$) سایر متغیرها دارای توزیع نرمال هستند ($P \geq 0/05$) اعداد ذکر شده در این جدول مربوط به معناداری آزمون شاپیروویلیک است.

جدول ۳. آزمون شاپیروویلیک				
سطح معناداری	دست کمتر آسیب‌دیده	دست بیشتر آسیب‌دیده	هماهنگی دو دستی همزمان	مونتاز (هماهنگی دو دستی متوالی)
پیش‌آزمون	۰/۳۱	۰/۰۰	۰/۰۸	۰/۴۱
پس‌آزمون	۰/۶۷	۰/۵	۰/۰۷۱	۰/۳۳

با توجه به نتایج آزمون شاپیروویلیک به منظور بررسی تأثیر تمرینات دریافت دو دستی هندبال بر عملکرد حرکتی از آزمون تی همبسته جهت مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون داده‌های نرمال و از آزمون ویلکا کسون جهت بررسی داده‌هایی که توزیع نرمال نداشتند استفاده شد که نتایج آنها به ترتیب در جدول ۴ و ۵ ارائه شده است.

جدول ۴. آزمون تی همبسته جهت مقایسه امتیازات تست پور دو پگ بورد									
پیش‌آزمون و پس‌آزمون	میانگین	انحراف معیار	میانگین خطای معیار	فاصله اطمینان پایین تر	فاصله اطمینان بالاتر	تی	درجات آزادی	اندازه اثر	معناداری
دست کمتر آسیب‌دیده	-۲/۸	۱/۹	۰/۸	-۵/۱	-۰/۴۱	-۳/۲	۴	-۱/۴	۰/۰۳
دو دستی هماهنگی	-۱	۱	۰/۴	-۲/۲	۰/۲۴	-۲/۳	۴	-۱	۰/۰۸
مونتاز	-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 ($M=12, SD=2/6$) به طور معناداری بالاتر از نمرات پیش‌آزمون ($M=9/2, SD=0/83$) بود ($t(4)=-3/25, p=0/03$) همچنین در آیتم مونتاز نیز نمرات پس‌آزمون ($M=7, SD=4/3$) و

پیش‌آزمون ($M=4/4, SD=4/6$) اختلاف معناداری داشتند $t(4)=-5, P=0/00$ اما در آیتم هماهنگی دو دستی همزمان بین نمرات پیش‌آزمون ($M=1/6, SD=1/5$) و پس‌آزمون ($M=2/6, SD=2/4$) اختلاف معناداری مشاهده نشد $t(4)=-2/3, P=0/08$ ، همچنین طبق نتایج آزمون ویلکاکسون اختلاف معناداری بین نمرات پیش‌آزمون ($M=0/6, SD=0/54$) و پس‌آزمون ($M=3/2, SD=2/5$) دست بیشتر آسیب‌دیده مشاهده نشد $Z=[-1/8], P=[0/06]$. (جدول ۵).

جدول ۵. آزمون ویلکاکسون: مقایسه نمره دست بیشتر آسیب‌دیده

نمره Z	-۱/۸
سطح معناداری	۰/۰۶

بحث و نتیجه‌گیری

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

نتایج پژوهش حاضر پیشرفت معناداری در دست آسیب‌دیده مشاهده نکرد که با یافته‌های [چیو^۱ و همکاران \(۲۰۱۴\)](#) همخوانی دارد اما با پژوهش [عبد رحمان^۲ و همکاران \(۲۰۱۹\)](#) در تناقض می‌باشد. علت عدم تأثیر معنادار تمرینات دریافت دو دستی هندبال بر عملکرد دست آسیب‌دیده در این پژوهش شاید به دلیل تفاوت الگوی دست و انگشتان حین تمرین دو دستی هندبال و حین جابجایی و جای‌گذاری میله‌ها در آزمون پوردو پگ مورد باشد چرا که در آزمون انگشت شست و سیاه فقط درگیر هستند و مهارت حرکتی ظریف محسوب می‌شود اما در تمرین با توپ هم تمام انگشتان دست فلکشن و اکستنشن انجام می‌دهند و هم مهارت حرکتی درشت محسوب می‌شود. همچنین می‌توان از دلایل نتایج متناقض با پژوهش [عبد رحمان و همکاران \(۲۰۱۹\)](#) به ابزار BBT^۳ استفاده شده در پژوهش اشاره کرد به عنوان تست مهارت حرکتی درشت در نظر گرفته می‌شود اما در این پژوهش عملکرد حرکتی ظریف سنجیده شده است.

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

اگرچه ممکن است تکلیف دو دستی متوالی نسبت به همزمان نیاز شناختی بیشتری را داشته باشد اما به نظر می‌رسد که اجرا تکالیف دو دستی همزمان به دلیل نیازهای کنترلی سطح بالاتر دشواری بیشتری برای اجرا داشته باشد و شاید همین امر موجب عدم مشاهده پیشرفت معنی‌دار در تکلیف هماهنگی دو دستی همزمان در کودکان فلج مغزی شده است. [\(بلینج و همکاران، ۲۰۱۴\)](#).

احتمالاً از آنجا که مهارت دوستی متوالی اجزاء شناختی بیشتری دارد و نقش حافظه کاری در این تکالیف پررنگ‌تر است لذا می‌توان چنین استنباط کرد که تمرین دریافت دو دستی توپ باعث تقویت حافظه کاری کودکان و نتیجتاً بهبود مهارت دو دستی متوالی شده است.

¹. Mahmoud Rahman

². Chiu H-C

³. BOX and BLOCK

عزیزی [دارابخانی و حیرانی \(۲۰۲۱\)](#) در پژوهش خود به تأثیر معنادار تمرینات دو طرفه با و بدون آینه بر زمان واکنش ساده دست کودکان فلج مغزی همی‌پلژی اشاره کردند. همچنین [عبدالفتاح و محمودعلی \(۲۰۲۱\)](#) نیز در پژوهش خود به نقش مثبت تمرینات ثبات مرکزی بر عملکرد دست این کودکان پی بردند. در آیتم هماهنگی دو دستی متوالی ۶۰ ثانیه فرصت در اختیار کودک قرار می‌گیرد تا تکلیف را تکمیل کند اما در آیتم هماهنگی دو دستی همزمان به ۳۰ ثانیه محدود می‌شود. بنابراین محدودیت زمانی نیز می‌تواند از جمله دلایل این نتایج متفاوت باشد. افراد فلج مغزی یک طرفه زندگی خود را با نقص حرکتی جانبی شروع می‌کنند که این مسأله عملکرد حرکات هماهنگ دو طرفه اندام فوقانی را دچار مشکل کند و کودکان تمایل پیدا می‌کنند که تکالیف دو دستی 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.

نوروپلاستیستی نیز می‌تواند از دلایل پیشرفت‌های مشاهده شده در نتیجه تمرینات حرکتی، در پژوهش حاضر باشد. همانطور که پژوهش‌ها نشان دادند که آموزش مهارت دو دستی منجر به بهبود تکالیف تک دستی و استفاده دو دستی می‌شود. در واقع آموزش مهارت باعث افزایش تراکم سیناپس^۱ها و خارهای دندریتی^۲ در شبکه‌های حرکتی و انعطاف‌پذیری نقشه حرکتی می‌شود. این تغییرات با افزایش بیان نوروتروفین^۳ و افزایش تراکم بین نورون‌های نخاعی همراه است ([فریل و همکاران، ۲۰۱۶](#)). همچنین همانطور که ذکر شد تمرینات دوطرفه باعث تغییر در ارتباطات نیمکره ای و تسهیل فعالسازی نیمکره آسیب‌دیده می‌شود ([استوارت و همکاران، ۲۰۰۶](#)).

پژوهش‌هایی که به بررسی عملکرد اندام فوقانی کودکان فلج مغزی همی‌پلژی پرداخته‌اند در ابتدا از تکالیف تک دستی شامل تکنیک محدود کردن دست سالم برای بهبود عملکرد دست استفاده کرده‌اند ([نیک اردکانی و همکاران، ۲۰۱۰](#)؛ [جی هور و همکاران، ۲۰۱۹](#)) و نهایتاً رویکرد تکالیف دو دستی مانند درمان دو دستی فشرده ([حسینی و همکاران، ۲۰۱۲](#)؛ [صبور و همکاران، ۲۰۱۳](#)) جایگزین تکالیف تک دستی شد. در این پژوهش استفاده از برنامه تمرینی دریافت دو دستی هندبال بر عملکرد دست کمتر آسیب‌دیده و هماهنگی دو دستی متوالی تأثیر مثبت و معناداری داشت.

تقدیر و تشکر

از تمامی اولیاء گران قدر 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/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. *International Journal of Recent Advances Multidisciplinary Research*, 6\(2\), 4637-4641. <https://doi.org/10.64485/ijramr>](#)
- [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. \[https://doi.org/doi.org/10.1016/S1474-4422\\(11\\)70176-4\]\(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](#)

¹ Synapse

² Dendritic spines

³ Neurotrophin

(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.-I., 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/doi.org/10.1177/0269215512455>

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/RnO868ZfxMiCk7Mys>

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/doi.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/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., Gobetti, 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 person)
- Nik Ardakan, MJ., Olyaei, GR., Abdolvahab, M., Bagheri, H., Jalili, M., Faghhi 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., Zuñil-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 children 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/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>