A Case Study: Effect of Progressive Resistance and Balance Training on Upper Trunk Muscle Strength of Children with Cerebral Palsy

***Mehrnoush Ismailiyan[1], Seyed Mohammad Marandi[2], Fahimeh Esfarjany[1], Alireza Ghardashi Afousi[1], Ahmadreza Movahedi[3]**

1. Department of Sport Physiology, Faculty of Physical Education, University of Isfahan, Isfahan, Iran.
2. Department of Sport Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran.
3. Department of Motor Behavior and Sport Management, Faculty of Physical Education, University of Isfahan, Isfahan, Iran.

Citation: Ismailiyan M, Marandi SM, Ghardashi Afousi AR, Movahedi AR, Esfarjany F. [Effect of progressive resistance and balance training on upper trunk muscle strength of children with cerebral palsy: A case study (Persian)]. Journal of Rehabilitation. 2016; 17(1): 84-93.
http://dx.doi.org/10.20286/jrehab-170182
doi: http://dx.doi.org/10.20286/jrehab-170182

Received: 11 Jun. 2015
Accepted: 21 Oct. 2015

ABSTRACT

Objective Non-progressive cerebral palsy (CP) is due to abnormal development of brain and or brain damages before, during, or after birth. The reason of cerebral palsy is brain damage or its abnormal development. Most of these problems happen when the child is in mother's womb, but the chance is high that it happens in the first 2 years of life, when the brain develops. One of the commonest and most important debilitating signs of cerebral palsy is damage to higher functions, in such a way that the control of moves in grasping and leaving get damaged and in the end, the strength of hand for planning of movement decreases. Several studies have examined the effect of resistance training on muscle strength of patients with CP, while none of them has examined the effect of progressive resistance and balance training in children with CP. This study aimed to investigate the effects of progressive resistance and balance training on upper trunk muscle strength of children with CP.

Materials & Methods Three boys with cerebral palsy (two patients who were 7 years old and one who was 6) participated in this research. In this study, single subject research method with A-B-A plan was used. Progressive resistance and balance training were administered for 3 days per week for 8 weeks. Wrist and elbow flexor muscles strength was measured by PowerTrack Õ dynamometer (manufactured by JTECK with 4.4 N threshold).

Results According to visual analysis of data diagrams and based on descriptive statistical indexes and visual analyses, the results showed that resistance and balance training in intervention situation compared to baseline increased the strength of elbow flexor (percentages of non-overlapping data for the first and second participants were 75% and for the third participant, 100%). The strength of upper trunk muscles after intervention hve improved compared to baseline; however, one month after intervention, the trend was pretty stabilized.

Conclusion The results of this study showed that 8 weeks of progressive resistance and balance training (in combination) has increased muscle strength in children with cerebral palsy. The present research showed that resistance and balanced trainings have significant effects on muscle strength of children with CP. It seems that these practices have been effective, especially for the wrist flexor and elbow flexor muscles. It can be said that the increase in the muscles of children with CP was due to practice principle along with increase in neuronal compatibility. One of the important points in the effectiveness of resistance training is the intensity of training. The results showed that resistance and balanced trainings increase the muscle strength of children with CP. This power could be partly due to increase in muscle volume and partly due to anabolic hormones.

Keywords:
Resistance training, Muscle strength, Cerebral palsy, Organizational case studies

**** Corresponding Author:***
Mehrnoosh Esmailiyan, MSc.
Address: Department of Sport Physiology, Faculty of Physical Education, University of Isfahan, Hezar Jarib St., Azadi Sq., Isfahan, Iran.
Tel: +98 (937) 6196458
E-Mail: mehrnoosh.esmailiyan@yahoo.com

مطالعه موردی: تأثیر تمرینات مقاومتی پیشرونده و تعادلی بر قدرت عضلانی بالاتنه کودکان فلج مغزی

*مهرنوش اسماعیلیان[۱]، سیدمحمد مرندی[۲]، فهیمه اسفرجانی[۱]، علیرضا قارداشی‌افوسی[۱]، احمدرضا موحدی[۳]

۱- گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.
۲-گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
۳- گروه رفتار حرکتی و مدیریت ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.

تاریخ دریافت: ۲۱ خرداد ۱۳۹۴
تاریخ پذیرش: ۲۹ مهر ۱۳۹۴

چکیده

هدف فلج مغزی، به آسیب مغزی غیرپیشرونده ناشی از تکامل غیرطبیعی مغز یا صدمات مغزی در پیش، حین و مدتی پس از تولد گفته می‌شود. دلیل ایجاد فلج مغزی، صدمه مغزی یا غیرطبیعی بودن مغز است و بیشتر این معضل‌ها هنگامی که کودک در شکم مادر قرار دارد، اتفاق می‌افتد ولی احتمال وقوع آنها در دو سال اول زندگی -یعنی زمانی‌که مغز در حال تشکیل است- نیز زیاد است. یکی از شایع‌ترین و مهم‌ترین علامت ناتوان‌کننده فلج مغزی، آسیب به عملکرد فوقانی است، به‌طوری‌که کنترل حرکات در گرفتن و رهاکردن با مشکل مواجه و درنهایت، سبب کاهش قدرت دست برنامه‌ریزی حرکتی می‌شود. مطالعات مختلفی تأثیر تمرینات مقاومتی بر قدرت عضلات افراد فلج مغزی (CP) را بررسی کرده‌اند، درحالی‌که پژوهشی درباره تأثیر تمرینات مقاومتی پیشرونده و تعادلی در کودکان فلج مغزی انجام نشده است. هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر تمرینات مقاومتی پیشرونده و تعادلی بر قدرت عضلات بالاتنه کودکان فلج مغزی بود.

روش بررسی تعداد ۳ پسر فلج مغزی (۲ نفر با سن ۷ سال و ۱ نفر با سن ۶ سال) در این طرح مطالعاتی شرکت کردند. در این پژوهش از روش پژوهشی هدفمند با طرح A–B–A استفاده شده است. تمرینات مقاومتی پیشرونده و تعادلی به‌مدت هشت هفته و سه جلسه در هفته پیگیری و قدرت عضلات خم‌کننده مچ دست و خم‌کننده‌های آرنج توسط دستگاه دینامومتر پاور تِرَک Õ ساخت شرکت جی.تِک با آستانه ۴/۴ نیوتن اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها یافته‌ها نشان داد براساس تحلیل دیداری نمودار داده‌ها و شاخص‌های آمار توصیفی و تحلیل دیداری، تمرینات مقاومتی و تعادلی در موقعیت مداخله نسبت به خط پایه باعث افزایش قدرت عضلات خم کننده آرنج شد (PND برای شرکت‌کننده اول و دوم ۷۵ درصد و برای شرکت‌کننده سوم ۱۰۰ درصد به‌دست آمده است). یافته‌های حاصل از تحلیل دیداری نمودار داده‌های هر سه آزمودنی نشان داد قدرت عضلات خم‌کننده مچ دست هر سه آزمودنی در موقعیت مداخله نسبت به خط پایه افزایش داشت (PND برای شرکت‌کننده اول و سوم ۷۵ درصد و برای شرکت‌کننده دوم ۱۰۰ درصد به‌دست آمد). میزان قدرت عضلات بالاتنه افراد بعد از پایان مداخله نسبت به مرحله پایه بهبود اما یک‌ماه پس از پایان مرحله مداخله، روند نسبتاً ثابتی داشته است.

نتیجه‌گیری پژوهش حاضر نشان داد تمرینات مقاومتی و تعادلی بر قدرت عضلات کودکان فلج مغزی تأثیر معناداری دارد. به‌نظر می‌رسد تمرینات انجام‌شده ویژه عضلات خم‌کننده مچ دست و آرنج بوده بنابراین می‌توان گفت افزایش قدرت عضلات کودکان فلج مغزی از راه اصل ویژگی تمرین و با افزایش سازگاری عصبی رخ داده است. یکی از نکات مهم در تأثیر تمرین مقاومتی، شدت تمرین است. نتایج نشان داد تمرینات مقاومتی و تعادلی باعث افزایش قدرت عضلات در کودکان مبتلا به فلج مغزی شده است. بخشی از افزایش قدرت می‌تواند ناشی از افزایش حجم عضلات و بخشی دیگر ناشی از هورمون‌های آنابولیکی نسبت داده شود.

کلیدواژه‌ها:
تمرین مقاومتی، قدرت عضلانی، فلج مغزی، مطالعه موردی

* **نویسنده مسئول:**
مهرنوش اسماعیلیان
نشانی: اصفهان، میدان آزادی، خیابان هزارجریب، دانشگاه اصفهان، دانشکده تربیت‌بدنی، گروه فیزیولوژی ورزشی.
تلفن: ۶۱۹۶۴۵۸ (۹۳۷) ۹۸+
رایانامه: mehrnoosh.esmailiyan@yahoo.com

مقدمه

فلج مغزی (CP)[1]، یک اختلال حرکتی ناشی از یک ضایعه نورون حرکتی فوقانی، در مغزِ درحال‌پیشرفت است [۱]. اُدینگ[2] طی پژوهشی، شیوع فلج مغزی را ۲/۵-۲ مورد در ۱۰۰۰ تولد زنده بیان کرده است [۲]. کودکانی که مبتلا به فلج مغزی هستند عمدتاً برخی از اختلالات عملکردی- عضلانی نظیر اسپاسم، ضعف عضلانی و کاهش کنترل عضلات ارادی را به‌همراه خواهند داشت [۳]. هنگامی که یک فرد با اختلالات عملکردی-عضلانی روبه‌رو باشد، در اجرای فعالیت‌های زندگی روزمره خود دچار محدودیت خواهد شد. باوجوداین، در مطالعه‌ای نشان داده شده است که محدودیت حرکتی در کودکان مبتلا به فلج مغزی نسبت به اسپاستیسیتی با ضعف عضلانی، ارتباط محکمی دارد [۴]. علاوه‌براین، تمرین مقاومتی به‌دلیل افزایش در قدرت عضلانی می‌تواند به حفظ و بهبود تحرک کودکان مبتلا به فلج مغزی کمک نماید [۳].

در سال‌های اخیر، تمرین مقاومتی به‌عنوان یک مداخله مناسب برای کودکان و نوجوانان مبتلا به فلج مغزی پیشنهاد شده است [۵]. یکی از علل مهم برای تأیید و پذیرش استفاده از تمرینات مقاومتی در کودکان فلج مغزی این است که تلاش مرتبط با تمرین مقاومتی، منجر به تون زیاد نشده است [۶]. در یک چشم‌انداز، تمرین مقاومتی به‌عنوان یک روش تخصصی تعریف می‌شود که شامل استفاده پیشرفته از طیف گسترده‌ای از بارهای مقاومتی و انواع روش‌های تمرینی طراحی‌شده به‌منظور ارتقای سلامت، تناسب اندام و عملکرد ورزشی است [۷].

تمرین تعادلی یکی از اجزای مهم برنامه توانبخشی بیماران مبتلا به اختلال نورولوژیکی است. اخیراً تمرین تعادلی در برنامه‌های توان‌بخشی کودکان فلج مغزی گنجانده می‌شود. نتایج حاصل از بررسی تمرین تعادلی نشان می‌دهد که تمرینات تعادلی می‌تواند باعث بهبود تعادل و راه‌رفتن کودکان مبتلا به فلج مغزی شود [۸].

تا چند سال پیش، استفاده از تمرینات مقاومتی در کودکان مبتلا به فلج مغزی دلسردکننده بود؛ چراکه فرض بر این بود تمرینات مقاومتی منجر به افزایش اسپاستیسیتی می‌شود، اما ازسوی‌دیگر، نمی‌توان این فرضیه را پذیرفت؛ زیرا پژوهش‌هایی که تمرین مقاومتی را منجر به افزایش قدرت عضلانی اندام تحتانی در کودکان فلج مغزی عنوان کرده‌اند، فاقد هرگونه بررسی میزان اسپاستیسیتی در کودکان فلج مغزی بوده‌اند [۹و۱۰].

«مورتون»[3] و همکاران در یک مطالعه کنترل‌نشده، آثار تمرینات مقاومتی بر تحرک کودکان فلج مغزی را ارزیابی کردند. نتایج آنان نشان داد که تمرینات مقاومتی، آثار محدودی بر حفظ و بهبود تحرک دارد [۹]. «کِرز»[4] و همکاران، با تمرینات روی تردمیل، قدرت و تعادل را روی کودکان فلج مغزی بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد که ۶ هفته اجرای تمرینات، منجر به بهبود راه‌رفتن، تعادل و قدرت عضلانی می‌شود. به‌تازگی نیز سه آزمایش بالینی صورت گرفته که تمرینات مقاومتی را در کودکان مبتلا به فلج مغزی ارزیابی اما نتایج متناقضی گزارش کرده‌اند [۱۳-۱۱].

«عبدالوهاب» و همکاران مطالعه‌ای را با هدف تأثیر تمرینات مقاومتی پیشرونده بر قدرت ایزومتریک عضلات دورکننده و بازکننده شانه در افراد همی‌پلژی بزرگسال انجام دادند. نتایج این مطالعه نشان داد که روش درمانی تمرینات مقاومتی پیشرونده، موجب افزایش قدرت ایزومتریک عضلات دورکننده و بازکننده شانه می‌شود که به‌نوبه خود می‌تواند روی عملکرد دست تأثیر بگذارد [۱۴]. «اَزَم»[5] نیز تأثیر تمرینات عملکردی دست بر قدرتِ گرفتن اشیا در کودکان همی‌پلژی فلج مغزی را بررسی کرد. نتایج پژوهش وی نشان داد که قدرتِ گرفتن اشیا بعد از دوازده هفته تمرین بهبود یافت [۱۵].

«اِلبورگ»[6] و همکاران، تمرین به‌شیوه وایبریشن کل بدن و تمرینات مقاومتی را مقایسه کردند. نتایج آنها نشان داد که بعد از هشت هفته تمرین، قدرت عضلات، چه در حرکات سریع و چه در حرکات آهسته، بدون تأثیر بر اسپاسیتی افزایش یافت، درحالی‌که تمرینات مقاومتی نتوانست تغییر معناداری در میزان تعادل ایجاد کند [۱۶]. «بِرنی»[7] و همکاران، ۶ هفته تمرین مقاومتی را براساس عضلات خم‌کننده و بازکننده طراحی کردند. اجرای تمرینات بین ۱۲-۸ تکرار و قبل از رسیدن به خستگی انجام می‌شد. قدرت عضلانی، انعطاف‌پذیری، پاسچر و تعادل در این افراد پس از تمرینات مقاومتی بهبود یافت [۱۷].

یکی از دلایل تناقض نتایج این مطالعات، تنوع در ویژگی‌های تمرین نظیر نوع، شدت و دوره‌های تمرین است. بهترین شیوه اثربخشی این است که تمرین‌های مقاومتی باید فردی و شامل افزایش تدریجی شدت باشند. درنتیجه، قدرت به‌دست‌آمده ناشی از این روش تمرینی بیشتر از قدرت کسانی است که وابسته به رشد و تکامل طبیعی هستند. این تمرین به‌عنوان تمرین مقاومتی تدریجی[8] شناخته شده است. با توجه به نظر انجمن قدرت ملی ایالات متحده، کودکان باید حداکثر ۱۵-۸ تکرار را قبل از رسیدن به مرحله خستگی انجام دهند [۳]. بیشتر پژوهش‌های انجام‌شده، به بررسی تمرین‌های مقاومتی بر قدرت عضلانی افراد مبتلا به فلج مغزی پرداخته‌اند و نتایج آنها نشان می‌دهد که نوع، شدت و تخصصی‌بودن تمرین می‌تواند آثار متفاوتی را اعمال کند.

1. Cerebral palsy
2. Odding
3. Morton
4. Kurz
5. Azzam
6. Ahlborg
7. Burney
8. Progressive resistance exercise

حال با توجه به اینکه مطالعات به تأثیرات تمرین مقاومتی بر قدرت عضلانی، پاسچر و تعادل پرداخته و تأثیر توأمان تمرین تعادلی با تمرین مقاومتی را بر قدرت عضلانی بررسی نکرده‌اند و از طرف دیگر، این مطالعات بیشتر افراد جوان و سالمند را مورد ارزیابی قرار داده‌اند و کمتر به بررسی کودکان پرداخته‌اند؛ بنابراین، پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر تمرین تعادلی و مقاومتی پیشرونده بر قدرت عضلانی کودکان مبتلا به فلج مغزی طراحی و انجام پذیرفت.

روش بررسی

روش تحقیق حاضر، از نوع موردی و براساس تجزیه و تحلیل منفرد با نمونه‌گیری هدفمند بود. ۳ پسر فلج مغزی (دو نفر با سن ۷ سال و یک نفر با سن ۶ سال) از «مرکز جسمی-ذهنی فردا» در استان اصفهان با استفاده از پرونده پزشکی و رضایتنامه از والدینشان، با رعایت معیارهای ورود و خروج به شرح زیر انتخاب شدند:

معیارهای ورود: ۱- آزمودنی فلج مغزی ۷-۶ ساله؛ ۲- جنسیت پسر؛ ۳- توانایی درک دستورات کلامی؛ ۴- انجام‌ندادن تمرینات مقاومتی و تعادلی حداقل ۳ ماه قبل از مداخله؛ ۵- عدم‌جراحی ارتوپدی در ۱ سال قبل از مداخله؛ ۶- عدم‌تزریق سم بوتولیسم از ۶ ماه قبل از مداخله؛ ۷- نبود مشکلات قلبی-عروقی؛ ۸- عدم‌استفاده از داروهای آرام‌بخش در طول زمان مداخله .

معیارهای خروج: ۱- عدم همکاری والدین و کودک؛ ۲- وقوع حوادث ارتوپدیک در طول زمان مداخله.

قدرت عضلات فلکسور آرنج و مچ دست توسط دستگاه دینامومتر پاور ترَک Õ[9] ساخت شرکت جی.تِک[10] با آستانه ۴/۴ نیوتن اندازه‌گیری شد. قدرت عضلات خم‌کننده آرنج و مچ دست در ۳ دست با ۱۲-۱۰ تکرار اندازه گرفته شد که پس از ۶۰ ثانیه استراحت بین هر تکرار، میانگین آن محاسبه و ثبت گردید. اندازه‌گیری بدین صورت بود که آزمودنی در حالت نشسته قرار می‌گرفت، موس دستگاه را روی عضلات خم‌کننده آرنج و مچ دست او گذاشته و سپس از آزمودنی خواسته می‌شد که عمل خم‌کردن آرنج و مچ دست را انجام دهد [۱۹و۱۸]. در پژوهشی که «هِیز»[11] و همکاران انجام دادند، بدین نتیجه رسیدند که دینامومتر دستی، معتبرترین ابزار برای ارزیابی قدرت ایزومتریک است [۲۰]. اعتبار و روایی دینامومتر دستی برای ارزیابی قدرت توسط دالینگ[12] و همکارانش بررسی و میزان آن به‌ترتیب ۰/۸۹ و ۰/۹۸ محاسبه شد که در معاینات بالینی کاربرد بسیار دارد [۲۱].

طرح مورد استفاده در این پژوهش A1-B-A2 بود. مرحله A1 شامل جمع‌آوری اطلاعات قبل از مداخله به‌مدت چهار هفته؛ مرحله B، مرحله مداخله شامل هشت هفته تمرین مقاومتی و تعادلی و مرحله A2 شامل مرحله پیگیری یا مرحله پایه ثانویه است که شامل بازه زمانی دوهفته‌ای بود [۲۲].

کودکان فلج مغزی، هشت هفته تمرین مقاومتی پیشرونده و تعادلی را پیگیری کردند. این برنامه جایگزین برنامه متداول درمانی آنها قرار گرفت. پیامد اصلی این پژوهش قدرت عضلانی بود که از طریق خم‌کردن و بازکردن آرنج در حالت نشسته و خم‌کردن و بازکردن مچ دست به‌همراه تمرین تعادلی به‌صورت هم‌زمان انجام شد.

طرح تمرین شامل هشت هفته تمرین، سه جلسه در هفته و ۹۰ دقیقه در هر جلسه (با یک روز استراحت بین هر روز تمرینی) بود. درمانگر برای آزمودنی‌ها فعالیت گرم‌کردن را انجام می‌داد، سپس حرکات کششی غیرفعال، تمرینات با وزنه و تمرینات تعادلی اجرا و در پایان هر جلسه فعالیت‌های سردکردن انجام می‌شد (جدول شماره ۲ و ۳).

ابتدا برای اجرای تمرین با وزنه، حداکثر قدرت تکرار اندازه‌گیری و براساس روش تمرینی دلورم پیگیری شد. در پژوهش حاضر پس از ۳ جلسه خط پایه برای آزمودنی ۱، تمرینات مقاومتی و تعادلی برای او به‌صورت انفرادی آغاز گردید و دو آزمودنی دیگر در موقعیت خط پایه باقی ماندند. هم‌زمان با جلسه سوم مداخله آزمودنی شماره ۱، مداخله آزمودنی شماره ۲ که ۵ نقطه خط پایه داشت شروع شد و آزمودنی ۳ همچنان در موقعیت خط پایه باقی ماند. هم‌زمان با جلسه پنجم آزمودنی ۱ و جلسه سوم آزمودنی ۲، آزمودنی ۳ با ۷ نقطه در خط پایه به برنامه مداخله وارد گردید.

در این پژوهش برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، ابتدا داده‌های خام به‌صورت نمودار ترسیم شد (برای هر آزمودنی داده‌های مربوط به سه موقعیت خط پایه، مداخله و پیگیری به‌ترتیب روی یک نمودار رسم گردید). سپس محفظه ثبات و روند برای نمودار داده‌های هر سه آزمودنی در موقعیت خط پایه و مداخله رسم و سپس با استفاده از شاخص روند و ثبات، میزان ثبات و جهت روند داده‌ها مشخص گردید و درنهایت، با استفاده از روش تحلیل درون‌موقعیتی و بین‌موقعیتی اثربخشی متغیر مستقل بر وابسته موردارزیابی قرار گرفت. داده‌ها به‌صورت نمودار در تصاویر ۱، ۲ و ۳ نشان داده شده است.

یافته‌ها

نتایج تحلیل دیداری نمودارها نشان می‌دهد تمرین مقاومتی و تعادلی در موقعیت مداخله نسبت به خط پایه باعث افزایش قدرت عضلات خم‌کننده آرنج شده است. درصد ناهمپوشانی اطلاعات (PND)[13] برای شرکت‌کننده اول و دوم ۷۵ درصد و برای شرکت‌کننده سوم ۱۰۰ درصد به‌دست آمده است.

جدول شماره ۱، ویژگی فردی آزمودنی‌ها را نشان می‌دهد. یافته‌های حاصل از تحلیل دیداری نمودار داده‌های هر سه آزمودنی نشان داد

9. Power Track Õ
10. JTECK
11. Hayes
12. Dolling
13. Percentage of Non-Overlapping Data

قدرت عضلات خم‌کننده مچ دست هر سه آزمودنی در موقعیت مداخله نسبت به خط پایه افزایش داشت (PND برای شرکت‌کننده اول و سوم ۷۵ درصد و برای شرکت‌کننده دوم ۱۰۰ درصد به‌دست آمد). یافته‌ها در جداول شماره ۴ و ۵ نشان داده شده است.

بحث

نتایج نشان می‌دهد که قدرت عضلات خم‌کننده آرنج در مرحله پایه، روندی ثابت داشته است اما با شروع تمرینات، قدرت عضلات خم‌کننده آرنج در آزمودنی شماره یک در انتهای هفته دوم هم‌سطح قدرت پایه و از انتهای هفته دوم تا انتهای هفته هشتم به‌صورت صعودی افزایش داشت.

قدرت عضلات خم‌کننده آرنج آزمودنی شماره دو تغییرات افزایشی را تا هفته چهارم نشان داد. در هفته ششم قدرت عضلانی تا میزان سطوح پایه کاهش یافت، اما در انتهای هفته هشتم دوباره افزایش یافت. آزمودنی شماره سه در دو هفته اول تمرین، افزایش قابل‌توجهی در قدرت عضلات خم‌کننده آرنج را تجربه کرد، ولی از انتهای هفته دوم تا انتهای هفته ششم با کاهش قدرت عضلانی همراه بود و در انتهای هفته هشتم قدرت عضلانی افزایش را نشان داد.

قدرت عضلات خم‌کننده آرنج در مرحله پیگیری در هر سه آزمودنی کاهش یافت، اما همچنان بیشتر از مراحل پایه و هفته‌های اولیه تمرین بود. قدرت عضلات خم‌کننده مچ دست در سطح پایه در هر سه آزمودنی تقریباً ثابت بود. با شروع تمرینات و اندازه‌گیری قدرت

جدول ۱. ویژگی‌های فردی.

توضیحات	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	جنسیت	سن	آزمودنی
دای‌پلژی اسپاستیک	۱۱۰	۱۸/۵	پسر	۷	اول
دای‌پلژی اتاکسیک	۱۱۷	۲۰	پسر	۷	دوم
دای‌پلژی اسپاستیک	۱۰۶	۱۵	پسر	۶	سوم

توانبخشی

جدول ۲. برنامه تمرین مقاومتی.

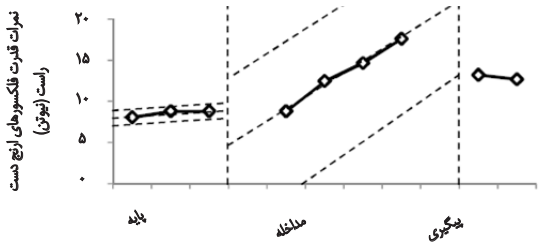
حرکت	دست		تعداد تکرار	شدت براساس درصد ۱RM		
خم‌کردن و بازکردن آرنج در حالت نشسته	اول	دوم	سوم	۱۰	۵۰	۷۵	۱۰۰
خم‌کردن و بازکردن شانه در حالت نشسته	اول	دوم	سوم	۱۰	۵۰	۷۵	۱۰۰
خم‌کردن و بازکردن مچ دست	اول	دوم	سوم	۱۰	۵۰	۷۵	۱۰۰
دورکردن شانه در حالت نشسته	اول	دوم	سوم	۱۰	۵۰	۷۵	۱۰۰
نزدیک‌کردن شانه در حالت نشسته	اول	دوم	سوم	۱۰	۵۰	۷۵	۱۰۰

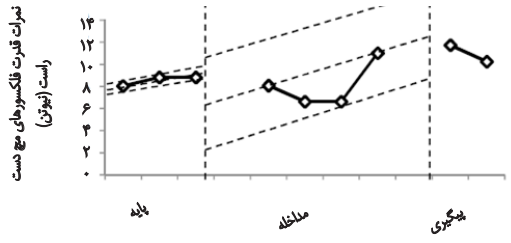
توانبخشی

جدول ۳. برنامه تمرین تعادلی.

حرکت	زمان
تعادل روی توپ فیزیوبال در حالت نشسته	۳۰–۲۰ ثانیه
قدم‌برداشتن روی خط مستقیم با حمایت	۳۰–۲۰ ثانیه
ایستادن روی پای راست و چپ با چشمان باز با حمایت دیوار	۳۰–۲۰ ثانیه
ایستادن روی پای راست و چپ با چشمان باز با حمایت مربی	۲۰–۱۰ ثانیه
ایستادن روی پای راست و چپ با چشمان بسته با حمایت دیوار	۲۰–۱۰ ثانیه
ارسال و دریافت توپ	۳۰–۲۰ ثانیه
شنا سوئدی با حمایت	۲۰–۱۰ ثانیه
حرکت پل	۲۰–۱۰ ثانیه

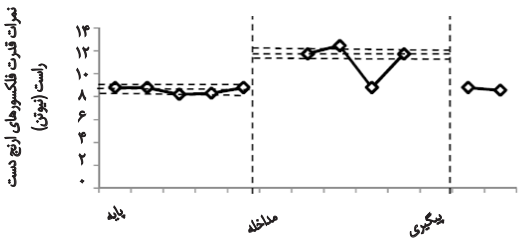
توانبخشی

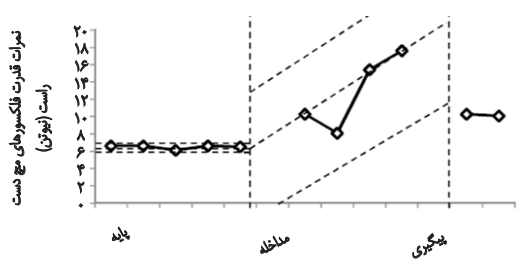




تصویر ۱. قدرت عضلات خم‌کننده آرنج و مچ دست آزمودنی اول.

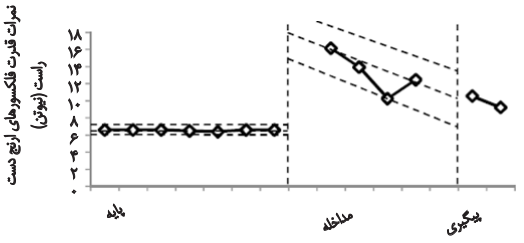
توانبخشی

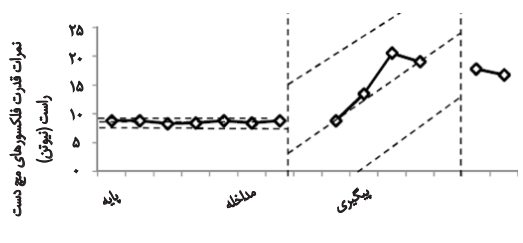




تصویر ۲. قدرت عضلات خم‌کننده آرنج و مچ دست آزمودنی دوم.

توانبخشی





تصویر ۳. قدرت عضلات خم‌کننده آرنج و مچ دست آزمودنی سوم.

توانبخشی

هر دو هفته یک‌بار نشان داد که قدرت عضلات خم‌کننده مچ دست آزمودنی شماره یک در دو هفته اول ثابت بود و تا انتهای هفته ششم کاهش یافت، اما در انتهای هفته هشتم افزایش قابل‌توجهی را نشان داد. در دو هفته اول، قدرت عضلانی خم‌کننده مچ دست آزمودنی شماره دو افزایش اما در انتهای هفته چهارم کاهش و سپس تا انتهای هفته هشتم افزایش یافت.

در آزمودنی شماره سه، با شروع تمرینات و تا انتهای هفته ششم قدرت عضلانی خم‌کننده مچ دست افزایش اما در انتهای هفته هشتم قدرت عضلانی کاهش یافت که این کاهش تا انتهای مرحله پیگیری ادامه داشت. مرحله پیگیری در آزمودنی شماره یک و دو نیز کاهش قدرت عضلانی را نشان داد، اما میزان کاهش قدرت عضلانی در آزمودنی شماره دو بیشتر بود.

تاکنون شواهد کمی برای شناسایی مطلوب‌ترین برنامه ورزشی که شامل تکرار، شدت و طول مدت فعالیت برای کودکان فلج مغزی باشد، وجود دارد. علاوه‌براین، پاسخ گروه‌های سنی مختلف به تمرین مقاومتی ،کاملاً بررسی نشده است. «مان»[14] و همکاران در مطالعه‌ای به این موضوع پرداختند، اما نتایج آنها هیچ نشانه متفاوتی در کودکان جوان (کمتر از ۱۲ سال) و کودکان بزرگسال (بالای ۱۲ سال) در واکنش به برنامه ورزشی نشان نداد. درکل، نتایج مطالعه آنان نشان داد که قدرت عضلانی و استقامت در تمام سنین تمرین‌پذیر است [۲۳] و تناقض احتمالی بین نتایج را می‌توان به سن آزمودنی‌ها نسبت داد.

«سیانی»[15] و همکاران در یک مطالعه مروری نشان دادند تمرینات مقاومتی، قدرت و تحرک کودکان فلج مغزی را بهبود نمی‌بخشد. آنها بیان کردند طول دوره و شدت تمرین مقاومتی عوامل مهم و مؤثری

14. Mahon
15. Scianni

جدول ۴. جدول درون‌موقعیتی و بین‌موقعیتی برای خم‌کردن مفصل آرنج دست راست سه شرکت‌کننده.

درون‌موقعیتی							بین موقعیت‌ها		
توالی موقعیت‌ها	A			B			مقایسه موقعیت	B / A	
شرکت‌کننده	اول	دوم	سوم	اول	دوم	سوم	شرکت‌کننده	اول	دوم	سوم
طول موقعیت‌ها	۳	۵	۷	۴	۴	۴	تغییرات روند			
	سطح						تغییر جهت	-/+	-/+	-/+
میانه	۶/۶	۷/۷	۸/۸	۸/۴۳	۱۳/۹۳	۱۳/۱۹	اثر وابسته به هدف	مثبت	مثبت	مثبت
میانگین	۶/۲۳	۸/۱۴	۸/۶۴	۹/۳۴	۱۵/۷۶	۱۲/۰۹	تغییر ثبات	باثبات / به باثبات	باثبات / به باثبات	باثبات / به باثبات
دامنه تغییرات	۵/۵–۶/۶	۷/۷–۸/۸	۷/۷–۸/۸	۴–۱۰	۱۲–۱۵	۴–۱۳	تغییر در سطح			
دامنه تغییرات محفظه ثبات	باثبات	باثبات	باثبات	باثبات	باثبات	باثبات	تغییر نسبی	۱۱/۷۳ / به ۶/۶	۲۰/۵۳ / به ۸/۸	۱۳/۱۹ / به ۸/۸
تغییر سطح							تغییر مطلق	۱۴/۶۶ / به ۶/۶	۲۴/۹۳ / به ۷/۷	۱۳/۹۳ / به ۸/۸
تغییر نسبی	۵/۵–۶/۶	۸/۸–۸/۸	۸/۸–۸/۸	-۱۱/۷۳ / ۶/۹۶	-۲۰/۵۳ / ۱۰/۹۹	-۱۳/۱۹ / ۱۰/۹۹	تغییر میانه	۸/۴۳ / به ۶/۶	۱۳/۹۳ / به ۷/۷	۱۳/۱۹ / به ۸/۸
تغییر مطلق	۵/۵–۶/۶	۷/۷–۷/۷	۸/۸–۸/۸	-۱۴/۶۶ / ۸/۰۶	-۱۰/۲۶ / ۲۴/۹۳	-۱۳/۹۳ / ۸/۰۶	تغییر میانگین	۹/۳۴ / ۶/۲۳	۱۵/۷۶ / به ۸/۱۴	۱۲/۰۹ / به ۸/۱۴
روند							همپوشی داده‌ها			
جهت	همسطح	همسطح	همسطح	صعودی	صعودی	صعودی	PND	۷۵٪	۷۵٪	۱۰۰٪
ثبات	باثبات	باثبات	باثبات	باثبات	باثبات	باثبات	POD	۲۵٪	۲۵٪	۲۵٪
مسیرهای چندگانه	خیر	خیر	خیر	خیر	خیر	خیر				

توانبخشی

بر افزایش قدرت هستند. بررسی آنها نشان داد مطالعات انجام‌شده با دوره زمانی کمتر از ۶ هفته، تأثیر معناداری بر قدرت ندارد. علاوه‌براین تمرین مقاومتی، زمانی می‌تواند افزایش قدرت عضلانی را به‌دنبال داشته باشد که پیشرونده باشد. براساس توصیه‌های طب ورزشی دانشگاه آمریکا حداقل شدت تمرین برای افراد مبتدی ۷۰-۶۰ درصد یک تکرار بیشینه است. درحالی‌که مطالعات انجام‌شده، تمرین مقاومتی را با شدت ۵۰-۲۵ درصد انجام داده‌اند [۲۴].

«اسکولتیز»[16] و همکاران نشان دادند تمرین مقاومتی پیشرونده متناسب با دستورالعمل‌های افزایش قدرت عضلانی، بدون تأثیر منفی بر اسپاسم عضلانی، منجر به افزایش قدرت عضلانی و بهبود تحرک شده است. آنها نشان دادند قدرت عضلات دورکننده، خم‌کننده ران و پلانتار فلکسور مچ پا تغییر معناداری نداشت. نتایج آنها به اهمیت ویژگی در تمرین مقاومتی اشاره دارد؛ یعنی فعالیت ورزشی باید متناسب و ویژه کار عضله خاص باشد. ازآنجایی‌که تمرین آنها به‌طورخاص بر قدرت عضلات بازکننده زانو و ران تمرکز داشت، انتظار افزایش قدرت در این عضلات وجود داشت [۳].

«پونتین»[17] بیان کرد عضلات افراد فلج مغزی دچار یک آسیب عضلانی ثانویه هستند که در آن تارهای نوع IIa,b کاهش اما تارهای نوع I افزایش می‌یابند. از طرفی قدرت عضلانی ناشی از تارهای نوع II برجسته‌تر است؛ بنابراین، افزایش قدرت به‌نوعی می‌تواند به افزایش حجم عضلات و تبدیل تارهای نوع II به I اشاره داشته باشد [۲۵].

16. Scholtes

17. Ponten

جدول ۵. جدول درون‌موقعیتی و بین‌موقعیتی برای خم‌کردن مفصل مچ دست سه شرکت‌کننده.

توالی موقعیت‌ها	درون‌موقعیتی: A			درون‌موقعیتی: B			مقایسه موقعیت	بین‌موقعیت‌ها: B/A		
شرکت‌کننده	اول	دوم	سوم	اول	دوم	سوم	شرکت‌کننده	اول	دوم	سوم
طول موقعیت‌ها	۳	۵	۷	۴	۴	۴	تغییرات روند			
		سطح					تغییر جهت	-/+	-/+	-/+
میانه	۸/۸	۶/۶	۸/۸	۷/۳۳	۱۲/۸۳	۱۶/۲۶	اثر وابسته به هدف	مثبت	مثبت	مثبت
میانگین	۸/۵۴	۶/۴۸	۸/۶۱	۸/۰۶	۱۲/۸۳	۱۵/۴۶	تغییر ثبات	باثبات به باثبات	باثبات به باثبات	باثبات به باثبات
دامنه تغییرات	۸/۰۲–۸/۸	۶/۱–۶/۶	۸/۳–۸/۸	۶/۶–۱۱	۸/۰۶–۱۷/۶	۸/۸–۲۰/۵۳	تغییر در سطح			
دامنه تغییرات محفظه ثبات	باثبات	باثبات	باثبات	باثبات	باثبات	باثبات	تغییر نسبی	۸/۸ به ۸/۸	۱۶/۵ به ۶/۶	۱۹/۷۹ به ۸/۸
تغییر سطح							تغییر مطلق	۱۱ به ۸/۸	۱۷/۶ به ۶/۶	۱۹/۰۶ به ۸/۸
تغییر نسبی	۸/۰۲–۸/۸	۶/۵–۶/۶	۸/۶–۸/۸	۷/۳۳–۸/۸	۹/۵–۱۶/۱۶	۱۱/۱۳–۱۹/۷۹	تغییر میانه	۷/۳۳ به ۸/۸	۱۲/۸۳ به ۶/۶	۱۶/۲۶ به ۸/۸
تغییر مطلق	۸/۰۲–۸/۸	۶/۵–۶/۶	۸/۸–۸/۸	۸/۰۶–۱۱	۱۰/۲۶–۱۷/۶	۸/۸–۱۹/۰۶	تغییر میانگین	۸/۰۶ به ۸/۵۴	۱۲/۸۳ به ۶/۴۸	۱۵/۴۶ به ۸/۶۱
روند							همپوشی داده‌ها			
جهت	همسطح	همسطح	همسطح	صعودی	صعودی	صعودی	PND	۷۵٪	۱۰۰٪	۷۵٪
ثبات	باثبات	باثبات	باثبات	باثبات	باثبات	باثبات	POD	۲۵٪	۰٪	۲۵٪
مسیرهای چندگانه	خیر	خیر	خیر	خیر	خیر	خیر				

توانبخشی

«کریگر»[18] نشان داده است که تمرینات مقاومتی پیشرونده می‌تواند باعث تغییر زنجیره‌های سنگین میوزین (MHC) و اندازه تار و نوع تارهای II شود [۲۶]. یکی دیگر از علل بهبود قدرت عضلانی در کودکان مبتلا به فلج مغزی می‌تواند ناشی از بهبود حس عمقی باشد. «بُلتر»[19] و همکارانش این مسئله را بررسی کردند و نشان دادند ضعف عضلانی می‌تواند به کاهش حس عمقی منجر می‌شود و درنهایت، کاهش عملکرد را به‌دنبال خواهد داشت [۲۷].

«نیشیواکی»[20] و همکاران ارتباط کاهش قدرت عضلات همسترینگ و چهارسر با حس عمقی را بررسی و گزارش کردند تمرینات مقاومتی باعث بهبود حس عمقی می‌شود [۲۸]. ازآنجایی که کودکان فلج مغزی اختلال تون عضلانی دارند و این اختلال تون عضلانی می‌تواند حس عمقی را کاهش دهد، احتمالاً تمرینات مقاومتی پیشرونده می‌تواند از راه بهبود حس عمقی منجر به افزایش عملکرد کودکان فلج مغزی شود.

«مک‌نی»[21] نشان داد تغییرات ناشی از تمرینات مقاومتی در افراد نابالغ که به‌طور معمولی در حال رشد هستند، به عوامل عصبی (بهبود مهارت‌های حرکتی، افزایش فراخوانی واحدهای حرکتی) بیشتر از هایپرتروفی عضلانی مرتبط است؛ زیرا افزایش قدرت عضلانی می‌تواند

18. Kryger
19. Bulter
20. Nishiwaki
21. McNee

در غیاب هایپرتروفی رخ دهد [۱۶]. آسیب‌شناسی اولیه فلج مغزی شامل سیستم حرکتی است و احتمال دارد سازگاری عوامل عصبی به‌دنبال تمرین مقاومتی در افراد فلج مغزی کاهش یابد [۲۹].

«استَک‌هاوس»[۲۲] فعال‌سازی اختیاری عضله در کودکان فلج مغزی را با همسالانشان که به‌صورت طبیعی رشد کرده‌اند، مقایسه کرد. نتایج نشان داد که فعال‌سازی اختیاری در کودکان فلج مغزی کاهش یافته است [۳۰]. مکنی افزایش حجم عضلانی به‌دنبال ۱۰-۵ هفته تمرین مقاومتی را در کودکان و نوجوانان فلج مغزی گزارش کرد و نشان داد در کودکان و نوجوانان فلج مغزی علاوه‌بر افزایش سازگاری عصبی به‌دنبال تمرین مقاومتی، افزایش حجم عضلانی می‌تواند بخشی از افزایش قدرت عضلانی کودکان فلج مغزی باشد [۱۶]. به‌طورکلی دلیل پاسخ کمتر کودکان و نوجوانان فلج مغزی در مقایسه با همسالانشان که به‌طور معمولی رشد کرده‌اند، می‌تواند ناشی از آسیب سازگاری عصبی به تمرین مقاومتی باشد.

آنچه آشکار به‌نظر می‌رسد این است که مدت تمرین باید به‌اندازه کافی طولانی و شدت تمرین باید به‌اندازه‌ای باشد که برای حداکثر سازگاری عصبی و هایپرتروفی عضلانی کافی باشد [۲۹]. سیستم عصبی مرکزی، اطلاعات و داده‌ها را پردازش می‌کند. بخشی از این اطلاعات از طریق سیستم حسی عمقی مفاصل، سیستم وستیبولار و بینایی ارسال می‌شود [۲۸]. تمرینات تعادلی از طریق پاسخ‌های گیرنده‌های مفاصل و عضلانی-تاندونی به بهبود سیستم حسی عمقی کمک می‌کند. علاوه‌براین، بخشی از تأثیرات تمرینات تعادلی بر سیستم عصبی-عضلانی تأکید و به هماهنگی عصبی اشاره دارد [۲۹].

بخشی از قدرت عضلانی به‌وسیله هماهنگی سیستم عصبی-عضلانی حاصل می‌شود. فرضیه این پژوهش تا حدودی بر این استوار شد که تمریناتی که بخشی از آنها به فعال‌سازی گیرنده‌های عمقی مفاصل در دست‌وپا و به‌ویژه تمرینات دست به‌همراه تمرینات مقاومتی به بهبود فزاینده کمک خواهد کرد.

در مطالعات قبلی گزارش‌ها نشان داد زمانی‌که شدت تمرین بین ۷۵-۲۵ درصد 1RM باشد، تأثیری بر افزایش قدرت عضلانی نخواهد داشت. شدت تمرین مورداستفاده در پژوهش حاضر بین ۱۰۰-۵۰ درصد ۵۰ (1RM ۱۰۰-۷۵ درصد به‌ترتیب در دور اول تا سوم) بوده است. این نشان می‌دهد که شدت تمرین می‌تواند یکی از علل افزایش نیروی عضلانی در کودکان مبتلا به فلج مغزی باشد.

یکی دیگر از عوامل مؤثر بر افزایش قدرت عضلات کودکان مبتلا به فلج مغزی، طول دوره تمرینی است. گزارش‌های قبلی نشان دادند زمانی‌که طول دوره تمرین کوتاه باشد، تأثیری بر قدرت عضلانی ندارد. بنابراین، برای برنامه تمرینی در این پژوهش طول دوره تمرینی انتخاب شد که حداقل طول دوره لازم برای سازگاری قدرت عضلانی ناشی از افزایش حجم عضلانی را به‌دنبال داشته باشد. تعداد تکرارهایی که در هر دور انجام می‌شود نیز می‌تواند از علل مهم در افزایش قدرت عضلانی باشد.

براساس نظر انجمن قدرت ملی ایالات متحده، کودکان باید ۱۵-۸ تکرار را قبل از شروع خستگی انجام دهند. تعداد تکرارهای انجام‌شده توسط آزمودنی‌ها ۱۰ تکرار در هر دور بود و احتمالاً تعداد دورهای تمرین نیز یکی دیگر از علل افزایش قدرت عضلانی در کودکان مبتلا به فلج مغزی است. علاوه‌براین، می‌توان گفت تمرینات تعادلی از راه بهبود حس عمقی و گیرنده‌های مفصلی می‌تواند در بهبود قدرت عضلانی در کودکان مبتلا به فلج مغزی مؤثر باشد.

افراد مبتلا به فلج مغزی، با مشکلات زیادی مواجه هستند. یکی از این مشکلات راه‌رفتن است. علاوه‌براین، هریک از این شرکت‌کنندگان به‌دلیل شرایط خاص خود، باید کاردرمانگر مخصوص به خود داشته باشند. افراد شرکت‌کننده در این مطالعه شامل سه پسر در گروه پژوهش بودند که این حجم نمونه برای به‌دست‌آوردن یک برآورد ابتدایی، کافی به‌نظر می‌رسد.

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر نشان داد تمرینات مقاومتی و تعادلی بر قدرت عضلات کودکان فلج مغزی تأثیر معناداری دارد. به‌نظر می‌رسد که تمرینات انجام‌شده ویژه عضلات خم‌کننده مچ دست و آرنج بوده است که می‌توان گفت افزایش قدرت عضلات کودکان فلج مغزی از راه اصل ویژگی تمرین و با افزایش سازگاری عصبی رخ داده است.

یکی از نکات مهم در مؤثربودن تمرین مقاومتی، شدت تمرین است. نتایج نشان داد تمرینات مقاومتی و تعادلی باعث افزایش قدرت عضلات در کودکان مبتلا به فلج مغزی شده است. بخشی از افزایش قدرت می‌تواند ناشی از افزایش حجم عضلات و بخشی دیگر ناشی از هورمون‌های آنابولیکی نسبت داده باشد. باوجوداین، در پژوهش حاضر میزان افزایش قدرت ناشی از حجم عضله و تبدیل تارها به‌خوبی نشان داده نشده است. به‌نظر می‌رسد با بررسی حجم عضلات به روش MRI بتوان میزان تأثیرگذاری حجم عضله بر قدرت عضلانی را تعیین نمود.

تشکر و قدردانی

این پژوهش در «مرکز جسمی-ذهنی فردا» در شهر اصفهان صورت گرفته است؛ بنابراین، از همکاری این مرکز و آزمودنی‌ها کمال تشکر و قدردانی به‌عمل آورده می‌شود.

22. Stackhouse

References

[1] Aisen ML, Kerkovich D, Mast J, Mulroy S, Wren TA, Kay RM, et al. Cerebral palsy: clinical care and neurological rehabilitation. Lancet Neurology. 2011; 10(9):844-52.

[2] Odding E, Roebroeck ME, Stam HJ. The epidemiology of cerebral palsy Incidence, impairments and risk factors. Disability and Rehabilitation. 2006; 28(4):183-191.

[3] 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):107-113.

[4] Ross SA, Engsberg JR. Relationships between spasticity, strength, gait, and the GMFM-66 in persons with spastic diplegia cerebral palsy. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2007; 88(9):1114-20.

[5] Damiano DL, Dodd K, Taylor NF. Should we be testing and training muscle strength in cerebral palsy? Developmental Medicine & Child Neurology. 2002; 44(1):68-72.

[6] Fowler EG, Ho TW, Nwigwe AI, Dorey FJ. The effect of quadriceps femoris muscle strengthening exercises on spasticity in children with cerebral palsy. Physical Therapy. 2001; 81(6):1215-1223.

[7] Faigenbaum AD, Kraemer WJ, Blimkie CJ, Jeffreys I, Micheli LJ, Nitka M, et al. Youth resistance training: updated position statement paper from the national strength and conditioning association. Journal of Strength & Conditioning Research. 2009; 23(5):60-79.

[8] Shumway-Cook A, Hutchinson S, Kartin D, Price R, Woollacott M. Effect of balance training on recovery of stability in children with cerebral palsy. Developmental Medicine & Child Neurology. 2003; 45(9):591-602.

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

[10] Eek MN, Tranberg R, Zugner R, Alkema K, Beckung E. Muscle strength training to improve gait function in children with cerebral palsy. Developmental Medicine & Child Neurology. 2008; 50(10):759-64.

[11] Lee JH, Sung IY, Yoo JY. Therapeutic effects of strengthening exercise on gait function of cerebral palsy. Disabilty and Rehabilitation. 2008; 30(19):1439-44.

[12] Dodd KJ, Taylor NF, Graham HK. A randomized clinical trial of strength training in young people with cerebral palsy. Developmental Medicine & Child Neurology. 2003; 45(10):652-7.

[13] Liao HF, Liu YC, Liu WY, Lin YT. Effectiveness of loaded sit-to-stand resistance exercise for children with mild spastic diplegia: a randomized clinical trial. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2007; 88(1):25-31.

[14] Abdolvahab M, Abbasi S, Hadian MR, Jalili M, Jalaei S. [Effects of Progressive Resistive Exercise on isometric strength o shoulder extensor and abductor muscles in adult hemiplegic (Persian)]. Joutnal of Modern Rehabilitation. 2009; 3(3-4):30-24.

[15] Azzam AM. Effect of Hand Function Training on Improvement of Hand Grip Strength in Hemiplegic Cerebral Palsy in Children. Novel Physiotherapies. 2012; 2(6):5-2.

[16] McNee AE, Gough M, Morrissey MC, Shortland AP. Increases in muscle volume after plantarflexor strength training in children with spastic cerebral palsy. Developmental Medicine & Child Neurology. 2009; 51(6):429-435.

[17] Burney H , Taylor N, Dodd K. A qualitative analysis of the benefits of strength training for young people with cerebral palsy. Developmental Medicine & Child Neurology. 2003; 45(10):658-63.

[18] Kendall FP, McCreary EK. Province PG.Muscles testing and function. Philadelphia: Lippincott Williams and Wikins; 1983, pp. 215-279.

[19] Daniels L, Worthingham C. Muscle testing: Techniques of Manual Examination. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 2002, p. 107-138.

[20] Hayes K, Walton JR, Szomor ZL, Murrell GA, et al. A randomised clinical trial evaluating the efficacy of physiotherapy after rotator cuff repair. Australian Journal of Physiotherapy. 2002; 50(2):77-83.

[21] Dollings H, Sandford F, O'Conaire E, Jeremy S. Shoulder strength testing: The intra-and inter-tester reliability of routine clinical tests, using the PowerTrack™ II Commander. Shoulder and Elbow. 2012; 4(2):131-140.

[22] Cipani E. Practical Research Methods for Educators. New York: Springer Publishing Company; 2009.

[23] Mahon AD. Exercise training. In: Armstrong N, van Mechelen W, editors. Paediatric Exercise Science and Medicine. New York: Oxford University Press; 2000, p. 201-11.

[24] Scianni A, Jane M Butler, Louise Ada and Luci F Teixeira-Salmela. Muscle strengthening is not effective in children and adolescents with cerebral palsy: A systematic review. Australian Journal of Physiotherapy. 2009; 55(2):81-87.

[25] Ponten E, Friden J, Thornel L, Lieber R. Spastic wrist flexors are more severly affected than wrist extensors in children palsy. Developmental Medicine & Child Neurology. 2005; 47(6):348.

[26] Kryger I, Andersen L. Resistance training in the oldest old: cosequences for muscle strength, fiber, fiber size, and MHC isoforms. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. 2007; 17(4):422-430.

[27] Butler A, Lord S, Rogers M, Fitzpatrick R. Muscle Weakness impairs the proprioceptive control of human standing. Brain Research .2008; 1242: 244-251.

[28] Nishiwaki GA, Tanaka K, Urabe Y. The effect of muscle strength on proprioceptive function after anterior cruciate ligament reconstruction of the knee. Japanese Journal of Physical Fitness and Sports Medicine. 2007; 56(5):451-460.

[29] Verschuren O, Louise A, Désirée BM, Gorter JW, Scianni A, Ketelaar M. Future resistance training protocols with spastic cerebral palsy: considerations for muscle strengthening in children and adolescents. Physical Therapy. 2011; 91(7):1130-1139.

[30] Stackhouse SK, Binder-Macleod SA, Lee SC. Voluntary muscle activation, contractile properties, and fatigability in children with and without cerebral palsy. Muscle Nerve. 2005; 31(5):594-601.