Published Online: 2016.June.24

Research Article

Effect of Visual Feedback on Static Standing Balance in Children with Spastic Diplegic Cerebral Palsy Compared to Normal Children

Ali Tahmasebi[1], Parvin Raji[2]*, Mohammad Taghi Karimi[3]

1. MSc Student, Tehran University of Medical Sciences, Rehabilitation Faculty, Occupational Therapy Department, Tehran, Iran
2. Lecturer, Tehran University of Medical Sciences, Rehabilitation Faculty, Occupational Therapy Department, Tehran, Iran
3. Associate Professor, Isfahan University of Medical Sciences, Rehabilitation Faculty, Orthotics and Prosthetics Department, Isfahan, Iran

Received: 2016. February.15 Revised: 2016. May.23 Accepted: 2016.June.10

ABSTRACT

Background and Aim: The results of literature review revealed a controversy with regard to the effect of visual input on static standing balance in children with spastic diplegic cerebral palsy. Moreover, it has been suggested that using combining tasks, such as mirror visual feedback, can improve static standing balance. Therefore, the aim of the present study was to investigate the effect of visual feedback on static standing balance in children with spastic diplegic cerebral palsy compared with that in normal children.

Materials and Methods: Participants included 15 children with spastic diplegic cerebral palsy and 15 normal children were selected conveniently. Children were instructed to stand with bare feet for 60 seconds on a Kistler force platform with their eyes open, eyes closed, and mirror visual feedback. Independent t-test and paired t-test were used for data analysis.

Results: A significant difference was reported in comparing children with spastic diplegic cerebral palsy and normal children during conditions of eyes open, eyes closed, and mirror visual feedback [$P \leq 0.05$]. A significant difference was reported in COP excursion [$P=0.03$] and COP path length in mediolateral plane [$P=0.01$] when comparing the two conditions of eyes open and eyes closes in children with spastic diplegic cerebral palsy [$P \leq 0.05$]. A significant difference was also reported in COP velocity in mediolateral plane when comparing the eyes open and eyes closed conditions in normal children [$P \leq 0.05$].

Conclusion: According to the results of the study, it can be suggested that children with spastic diplegic cerebral palsy and normal children are similarly dependent on visual input to maintain their static standing balance. Moreover, using mirror visual feedback can adversely affect static standing balance and it cannot benefit static standing balance in children with spastic diplegic cerebral palsy.

Keywords: Visual Feedback; Static Standing Balance; Spastic Diplegic Cerebral Palsy

Cite this article as: Ali Tahmasebi, Parvin Raji, Mohammad Taghi Karimi. Effect of Visual Feedback on Static Standing Balance in Children with Spastic Diplegic Cerebral Palsy Compared to Normal Children. J Rehab Med. 2017; 6(2): 59-72.

*Corresponding Author: Parvin Raji. Lecturer, Tehran University of Medical Sciences, Rehabilitation Faculty, Occupational Therapy Department, Tehran, Iran
E-mail address: praji@tums.ac.ir

بررسی تاثیر بازخورد بینایی در حفظ تعادل ایستای کودکان فلج مغزی دای پلژی اسپاستیک و مقایسه آن با کودکان سالم

علی طهماسبی[1]، پروین راجی[2*]، محمدتقی کریمی[3]

[1] دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه کاردرمانی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
[2] مربی، گروه کاردرمانی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
[3] دانشیار، گروه ارتوپدی فنی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

* دریافت مقاله ۱۳۹٤/۱۱/۱۷ بازنگری مقاله ۱۳۹۵/۰۳/۰۳ پذیرش مقاله ۱۳۹۵/۰۳/۱۸ *

چکیده

مقدمه و اهداف

چگونگی تاثیر درون‌داد بینایی در تعادل ایستا و اثربخشی استفاده از بازخورد بینایی از آینه در حفظ تعادل ایستای کودکان فلج مغزی بحث برانگیز است. بنابراین هدف از مطالعه حاضر، بررسی تاثیر بازخورد بینایی در حفظ تعادل ایستای کودکان فلج مغزی دای پلژی اسپاستیک و مقایسه آن در کودکان با رشد طبیعی است.

مواد و روش‌ها

شرکت‌کننده‌ها شامل ۱۵ کودک فلج مغزی دای پلژیک اسپاستیک و ۱۵ کودک با رشد طبیعی بودند که به‌صورت در دسترس انتخاب شدند. از افراد خواسته شد تا با پای برهنه به مدت ۶۰ ثانیه در حالت‌های چشم بسته، چشم باز و بازخورد بینایی از آینه بر روی فورس پلیت بایستند. از آزمون‌های t مستقل و t زوجی به منظور تحلیل داده‌ها استفاده شد.

یافته‌ها

در حالت‌های چشم باز، چشم بسته و بازخورد بینایی از آینه، در گروه کودکان سالم در مقایسه با کودکان فلج مغزی تنها در پارامترهای نوسان مرکز فشار در صفحات داخلی-خارجی و قدامی-خلفی تفاوت معنادار بود ($P\leq$۰,۰۵). در مقایسه دو حالت چشم بسته و چشم باز، در گروه کودکان فلج مغزی تنها در پارامترهای نوسان مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی (P= .۰۳) و طول مسیر مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی (P= .۰۱) تفاوت معنادار بود ($P\leq$۰,۰۵). در مقایسه دو حالت چشم بسته و چشم باز، در گروه کودکان سالم تنها در پارامتر سرعت مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی تفاوت معنادار بود ($P\leq$۰,۰۵).

نتیجه‌گیری

کودکان فلج مغزی دای پلژی اسپاستیک و کودکان با رشد طبیعی جهت حفظ تعادل ایستا به میزان مشابه وابسته به اطلاعات درون‌داد بینایی هستند. همچنین استفاده از آینه منجر به کاهش توانایی تعادل ایستای فرد شده و استفاده از آن به عنوان یک گزینه درمانی در بهبود تعادل ایستای کودکان فلج مغزی دای پلژی اسپاستیک گزینه مناسبی به نظر نمی‌رسد.

واژه‌های کلیدی

بازخورد بینایی؛ تعادل ایستا؛ فلج مغزی دای پلژی اسپاستیک

* **نویسنده مسئول: پروین راجی. مربی گروه کاردرمانی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران**
آدرس الکترونیکی: praji@tums.ac.ir

مقدمه و اهداف

فلج مغزی از دسته ناتوانی‌های حرکتی–عصبی با شروع زودهنگام و غیرپیشرونده است که مغز در حال تکامل جنین یا نوزاد را تحت تاثیر قرار می‌دهد، فلج مغزی یکی از شایع‌ترین علل ناتوانی در دوران کودکی است.[۱] شیوع فلج مغزی در کودکان در دنیا ۲ مورد در هر ۱۰۰۰ تولد زنده [۱] و در ایران ۲/۰۶ مورد در هر ۱۰۰۰ تولد زنده می‌باشد.[۲] فلج مغزی از لحاظ توپوگرافی ناتوانی حرکتی ایجاد شده به انواع دای پلژی، همی پلژی، کوادروپلژی، مونوپلژی و تری پلژی [۳، ۴] تقسیم می‌شود.

تعادل ایستا در حقیقت توانایی حفظ و یا کنترل مرکز ثقل بدن در محدوده سطح حمایتی ایجاد شده به‌وسیله دو پا در وضعیت ایستاده می‌باشد.[۵، ۶] تعادل ایستای ضعیف باعث ایجاد محدودیت در توانایی‌های حرکتی فرد می‌شود و به دنبال آن توانایی اکتشاف محیط، توانایی برقراری تعامل با اعضای خانواده و دوستان توسط فرد مبتلا کاهش می‌یابد، این موضوع سلامت فیزیکی فرد را نیز تحت تاثیر قرار داده و در نهایت منجر به کاهش کیفیت زندگی[۷] در این افراد می‌گردد.[۸–۱۰] معمولاً تعادل ایستا به‌وسیله مدت زمان حفظ تعادل و یا با بررسی ثبات پوسچرال مورد بررسی قرار می‌گیرد.[۱۱] در بین روش‌های گوناگونی که در محاسبه ثبات پوسچرال مورد استفاده قرار می‌گیرد، بررسی حرکات و سرعت تغییرات مرکز فشار در جهات داخلی–خارجی و قدامی–خلفی، که منتج از نیروی عکس‌العمل زمین می‌باشد، یکی از متداول‌ترین روش‌ها است.[۱۲–۱۹]

یکی از تکنیک‌هایی که به منظور اندازه‌گیری و بهبود همزمان کنترل پوسچرال مورد استفاده قرار می‌گیرد، استفاده از بازخورد بینایی با کمک صفحه مانیتور است که در طی آن موقعیت مرکز فشار فرد بر روی یک صفحه مانیتور به وی نمایانده می‌شود و از فرد خواسته می‌شود تا آن را در باریک‌ترین محدوده نوسانی محصور کند. این دستگاه یک ابزار کارآمد در توانبخشی بیماران با مشکلات تعادل ایستایی به حساب می‌آید[۲۰–۲۳]، اما استفاده از این تجهیزات بسیار هزینه‌بر بوده و در محیطهای بالینی قابل استفاده نیست و این در حالی است که استفاده از بازخورد بینایی با استفاده از آینه به عنوان یک ابزار آسان و در دسترس می‌تواند منجر به کاهش نوسانات مرکز فشار شود و تاثیرگذاری آن در جمعیت افراد سالمند به اثبات رسیده است.[۲۴، ۲۵] تاکنون اثر همزمان استفاده از بازخورد بینایی با استفاده از آینه و چگونگی تاثیر همزمان آن بر پارامترهای تعادل ایستا در کودکان فلج مغزی مورد بررسی قرار نگرفته است.

در بررسی چگونگی تاثیر بازخورد بینایی با استفاده از آینه بر پارامترهای تعادل ایستا قائل شدن افتراق بین درون‌داد بینایی و بازخورد بینایی بسیار حائز اهمیت است. درون‌داد بینایی، توانایی فرد در شناسایی و پردازش صحیح محرک‌های نوری است که به‌وسیله چشم و در ارتباط با کورتکس اکسی پیتال صورت می‌گیرد، در حالی که بازخورد بینایی با استفاده از آینه نوعی اطلاعات درون‌داد بینایی است که در اختیار آزمودنی قرار می‌گیرد و منجر به فعال‌سازی سیستم نورون‌های آینه‌ای شده و در ارتباط با کورتکس فرونتال و پریتال می‌باشد.[۷] سیستم نورون‌های آینه‌ای، سیستمی است که در برگیرنده‌ی نورون‌هایی با قابلیت فعال شدن در هنگام انجام حرکات توسط فرد و یا مشاهده انجام حرکات توسط دیگری است. این سیستم الزاما دربرگیرنده تعاملات متعدد بینایی، دستور حرکتی و حس عمقی است[۷] که همه از ساب سیستم‌های مهم در تعادل ایستای یک موجود زنده، در کنار ساب سیستم‌های عضلانی–اسکلتی (بیومکانیکی) و هماهنگ کننده است.[۶، ۲۶] درون‌داد بینایی و درون‌داد لامسه از ابتدایی‌ترین و مهمترین منابع حسی به کار گرفته شده در ایجاد تعادل ایستای فرد است.[۲۷] اطلاعات ناشی از ورودی بینایی در اختیار سیستم عصبی مرکزی فرد قرار گرفته و این سیستم به کمک بینایی و سایر ورودی‌ها از منابع حسی از جمله لامسه، به فرد امکان درک حرکت و موقعیت را می‌دهد، سیستم عصبی مرکزی از درون‌دادهای مذکور جهت ارسال برون‌دادهای حرکتی به عضلات محوری استفاده می‌کند که در صورت حذف این درون‌داده‌ها امکان از دست رفتن تعادل موجود زنده وجود دارد.[۲۶، ۲۸، ۲۹]

نتایج حاصل از بررسی متون بیانگر وجود یافته‌های غیرهمسان در رابطه با تاثیر درون‌داد بینایی در تعادل ایستای کودکان با فلج مغزی است. هر چند برخی پژوهشگران معتقد به عدم تاثیرگذاری درون‌داد بینایی در تعادل ایستای کودکان با فلج مغزی هستند[۲۷، ۳۰، ۳۱]، اما نوبره[۱] [۳۲] و رز[۲] [۳۳] بیان می‌دارند که بینایی به‌طور معناداری در تعادل ایستای کودکان مبتلا به فلج مغزی دای پلژی تاثیرگذار است. در بررسی ساکسنا[۳] [۳۴] نیز بینایی تنها در تعادل ایستای افراد مبتلا به فلج مغزی دای پلژیک و نه همی پلژیک، تاثیرگذار بوده است. همچنین در مطالعات اخیر استفاده از تکالیف ترکیبی که به‌طور همزمان نیازمند تعادل و استفاده از اطلاعات بینایی است مانند بازخورد بینایی از آینه به عنوان یک پیشنهاد درمانی در

1. Nobre
2. Rose
3. Saxena

بهبود کنترل پوسچرال به حساب می‌آید.[۳۵] از طرفی دیگر با توجه به فعال شدن سیستم نورون‌های آینه‌ای در هنگام به کار بردن بازخورد بینایی از آینه شواهدی دال بر تاثیرگذاری منفی این حالت بر تعادل ایستا در صورت مشاهده بی‌ثباتی توسط فرد وجود دارد[۳۶] که استفاده‌ی بالینی از این روش را مورد تردید قرار می‌دهد و این موضوع لزوم بررسی اثر همزمان استفاده از بازخورد بینایی از آینه و چگونگی تاثیر همزمان آن بر پارامترهای تعادل ایستا در کودکان فلج مغزی را بیش از پیش لازم می‌سازد.

بنابراین با توجه به شیوع بیشتر ناامنی ثقلی در کودکان با فلج مغزی دای پلژی اسپاستیک[۳۷] و ارتباط آن با تعادل ایستا، هدف از مطالعه حاضر، بررسی تاثیر بازخورد بینایی در حفظ تعادل ایستای کودکان با فلج مغزی دای پلژی اسپاستیک و مقایسه آن در کودکان با رشد طبیعی است.

مواد و روش‌ها

۳۰ شرکت‌کننده شامل ۱۵ کودک مبتلا به فلج مغزی دای پلژیک اسپاستیک (با تایید تشخیص توسط نورولوژیست) و ۱۵ کودک با رشد طبیعی پس از بررسی دارا بودن معیارهای ورود به‌صورت در دسترس برای مطالعه حاضر انتخاب شدند. معیارهای ورود شامل: الف) محدوده سنی بین ۵ تا ۸ سال ب) عدم استفاده از ارتوز برای راه رفتن ج) عدم ابتلا به بیماری‌های قلبی–عروقی د) عدم انجام جراحی تا ۶ ماه قبل از انجام مداخله ه) عدم نقص در سیستم شنوایی، بینایی و وستیبولار (از طریق بررسی پرونده پزشکی) و) عدم ابتلا به صرع ز) عدم مصرف داروهای تاثیرگذار بر تعادل ایستا ی) توانایی ایستادن مستقل به مدت ۶۰ ثانیه ح) دارا بودن سطح ۲ تا ۳ از نظر مقیاس GMFCS ط) توانایی درک دستورات کلامی می‌باشد. عدم تمایل به ادامه آزمایش نیز به عنوان یک معیار خروج در نظر گرفته شد. لازم به ذکر است که گروه کودکان مبتلا به فلج مغزی دای پلژیک اسپاستیک و گروه کودکان با رشد طبیعی از لحاظ سن و شاخص توده بدنی همسان سازی شدند. مطالعه حاضر به‌وسیله کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی تهران مورد تایید قرار گرفته است. لازم به ذکر است که پیش از شرکت در مطالعه حاضر از والدین کودکان یک رضایت‌نامه آگاهانه به‌صورت کتبی اخذ گردید، علاوه بر آن کودکان نیز به‌طور شفاهی تمایل خود را جهت شرکت در مطالعه ابراز داشتند. محل انجام آزمایش دانشگاه علوم پزشکی اصفهان بود.

به افراد در مورد روش تست و وسایل مورد استفاده توضیح داده شد. تعادل ایستا در ۳ وضعیت مورد بررسی قرار گرفت: چشم باز، چشم بسته و بازخورد بینایی از آینه.

از افراد خواسته شد تا با پای برهنه به مدت ۶۰ ثانیه در حالت‌های ذکر شده بر روی فورس پلیت بایستند. در استفاده از بازخورد بینایی، از آینه قدی استفاده شد و در فاصله یک متری از افراد قرار گرفت.[۲۵] در وضعیت تست، افراد دست‌ها را به حالت آزاد در کنار بدن قرار می‌دادند و در زمان ایستادن با چشم باز و بدون آینه به یک نقطه ثابت در فاصله یک متری به رو به رو نگاه می‌کردند. آزمون فوق در هر حالت سه مرتبه تکرار شد و میانگین آن به عنوان داده خروجی جهت انجام آنالیز آماری مورد استفاده قرار گرفت. سیگنال‌های آنالوگ در فرکانس ۱۲۰ هرتز با یک مبدل آنالوگ به دیجیتال نمونه‌برداری شدند و سپس در کامپیوتر ذخیره شدند. سیگنال فورس پلیت به‌وسیله یک فیلتر woltring که فرکانس‌های ۱۰ هرتز را cut می‌کند، فیلتر شد.[۳۸، ۳۹]

از یک فورس پلیت کیسلر[۱][Kistler Model 9285 Quartz Force, USA] با مبدل‌های پیزوالکتریک نیرو برای اندازه‌گیری مرکز فشار که به عنوان تقریب خوبی از نوسان مدنظر است، استفاده شد. نوسان در حین ایستادن به‌وسیله حرکت مرکز ثقل در صفحه هوریزنتال تعریف می‌شود. ثبات افراد در حین ایستادن آرام[۲] به‌وسیله اندازه‌گیری دامنه تغیرات مرکز فشار در صفحه داخلی–خارجی و قدامی–خلفی محاسبه شد. این پارامترها یک قابلیت اطمینان قابل قبول را در این رابطه ارائه می‌دهد.

پارامترهای زیر برای آنالیز نهایی ثبات در حین ایستادن آرام استفاده شد:

دامنه تغییرات مرکز فشار در صفحه قدامی–خلفی، دامنه تغییرات مرکز فشار در صفحه داخلی–خارجی، طول مسیر مرکز فشار در صفحه قدامی–خلفی، طول مسیر مرکز فشار در صفحه داخلی–خارجی، سرعت مرکز فشار در صفحه قدامی–خلفی، سرعت مرکز فشار در صفحه داخلی–خارجی.

میانگین پارامترهای ذکر شده برای هر فرد طی ۳ بار تست اندازه‌گیری شد. توزیع نرمال پارامترها با آزمون آماری کولموگروف–اسمیرنف بررسی شد. برای توصیف پارامترهای اندازه‌گیری شده از شاخص‌های آماری میانگین و انحراف معیار استفاده شد. از آزمون t مستقل به منظور مقایسه

4. Kistler
5. Quiet Standing

میانگین‌های پارامترهای تعادل ایستا در دو گروه کودکان با فلج مغزی دای پلژی و کودکان سالم استفاده شد. از آزمون t زوجی به منظور مقایسه دو به دوی وضعیت‌های حسی مورد آزمایش شامل (چشم بسته و بازخورد بینایی از آینه، چشم باز و چشم بسته، چشم باز و بازخورد بینایی از آینه) در هر گروه کودکان با فلج مغزی دای پلژی و کودکان سالم استفاده شد. تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام پذیرفت.

یافته‌ها

افراد شرکت‌کننده در مطالعه حاضر شامل ۱۵ کودک مبتلا به فلج مغزی دای پلژیک اسپاستیک و ۱۵ کودک با رشد طبیعی بودند که از لحاظ سن و شاخص توده بدنی همسان سازی شدند. در هر گروه ۴۰ درصد افراد شرکت‌کننده دختر و ۶۰ درصد افراد پسر بودند(۹ نفر). میانگین سن در گروه کودکان با فلج مغزی ۷ سال (انحراف معیار ۱ سال و ۳ ماه) و در گروه کودکان با رشد طبیعی ۷ سال و ۲ ماه (انحراف معیار ۱ ماه) بود. از نظر شاخص توده بدنی میانگین و انحراف معیار این شاخص در گروه کودکان با فلج مغزی ۱/۷۳±۱۴/۷۰ کیلوگرم بر مترمربع و در گروه کودکان با رشد طبیعی ۱/۵۷±۱۴/۸۳ کیلوگرم بر مترمربع بود. لازم به ذکر است که تفاوت موجود در بین میانگین‌های دو گروه در رابطه با سن و شاخص توده بدنی از نظر آماری معنادار نبود($P>۰/۰۵$).

همان‌طور که در جدول ۱ ملاحظه می‌گردد، در حالت‌های چشم باز و چشم بسته، در گروه کودکان سالم در مقایسه با کودکان فلج مغزی تنها در پارامترهای نوسان مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی–خارجی و صفحه‌ی قدامی–خلفی تفاوت مشاهده شده در فاصله‌ی اطمینان ۹۵ درصد از نظر آماری معنادار بود($P\leq۰/۰۵$). در حالت بازخورد بینایی از آینه، در گروه کودکان سالم در مقایسه با کودکان فلج مغزی در پارامترهای نوسان مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی–خارجی و صفحه‌ی قدامی–خلفی و طول مسیر مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی–خارجی تفاوت مشاهده شده در فاصله‌ی اطمینان ۹۵ درصد از نظر آماری معنادار بود ($P\leq۰/۰۵$).

جدول ۱: مقایسه میانگین‌های پارامترهای تعادل ایستا (نوسان مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی-خلفی، نوسان مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی، طول مسیر مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی، طول مسیر مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی-خلفی، سرعت مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی و سرعت مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی-خلفی) در دو گروه کودکان سالم و کودکان با فلج مغزی دای پلژی در حالت‌های چشم بسته، چشم باز و بازخورد بینایی از آینه

حالت ها	پارامترهای تعادل ایستا	کودکان سالم (انحراف معیار±میانگین)	کودکان فلج مغزی (انحراف معیار±میانگین)	t مستقل	سطح معناداری
چشم بسته	طول مسیر مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی+	۳۷۱۸,۲۰±۱۲۷۴,۵۶	۴۱۳۲,۴۰±۲۱۷۳,۵۶	۶۴.	۵۳۱.
	طول مسیر مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی-خلفی+	۵۲۰۴,۵۰±۳۳۰۷,۱۷	۵۶۱۷,۸۳±۳۱۸۸,۴۶	۳۵.	۷۳۰.
	نوسان مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی+	۴۴,۷۰±۱۴,۸۱	۵۷,۱۶±۱۳,۸۷	۲,۳۸	*۰۲۴.
	نوسان مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی-خلفی+	۴۶,۹۱±۲۲,۲۲	۷۰,۰۳±۲۷,۹۶	۲,۵۰	*۰۱۸.
	سرعت مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی++	۷۴۳۶,۳۸±۲۵۴۹,۱۰	۸۲۳۷,۷۸±۴۳۱۴,۵۳	۶۲.	۵۴۲.
	سرعت مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی-خلفی++	۱۰۴۰۹,۰۳±۶۶۱۴,۳۲	۱۱۱۱۳,۸۷±۶۵۰۰,۸۱	۲۹.	۷۷۱.
چشم باز	طول مسیر مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی+	۴۱۷۹,۷۰±۱۲۸۵,۰۳	۵۲۴۷,۲۲±۳۰۰۶,۸۲	۱,۲۷	۲۲۱.
	طول مسیر مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی-خلفی+	۵۴۸۵,۶۶±۲۱۳۰,۵۸	۶۰۱۳,۹۰±۳۳۴۸,۸۶	۵۱.	۶۱۱.
	نوسان مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی+	۴۳,۲۶±۱۷,۳۱	۶۹,۹۷±۲۱,۵۴	۳,۷۴	***۰۰۱.
	نوسان مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی-خلفی+	۴۱,۱۷±۱۹,۶۶	۶۸,۹۵±۲۶,۶۷	۳,۲۵	**۰۰۳.
	سرعت مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی++	۵۸۲۶,۰۸±۱۷۵۰,۳۱	۷۳۴۷,۷۱±۳۳۰۳,۴۲	۱,۵۸	۱۳۰.
	سرعت مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی-خلفی++	۷۴۳۷,۹۸±۲۱۳۱,۹۹	۸۹۴۳,۴۸±۳۶۵۷,۲۱	۱,۳۸	۱۸۲.
بازخورد بینایی از آینه آینه	طول مسیر مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی+	۴۰۹۴,۰۶±۱۷۴۶,۴۰	۶۹۲۷,۳۰±۴۸۱۸,۲۸	۲,۱۴	* ۰۴۷.
	طول مسیر مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی-خلفی+	۵۵۶۴,۰۲±۳۴۳۱,۶۸	۷۰۴۷,۸۶±۳۱۹۷,۱۶	۱,۲۲	۲۳۱.
	نوسان مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی+	۴۰,۸۲±۱۲,۲۹	۷۲,۸۵±۲۵,۹۰	۴,۳۳	***۰۰۱.
	نوسان مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی-خلفی+	۳۹,۷۲±۱۲,۳۳	۸۳,۰۸±۳۴,۵۱	۴,۵۸	***۰۰۱.
	سرعت مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی++	۸۰۵۴,۸۰±۳۲۰۰,۷۸	۹۸۵۲,۲۸±۴۵۵۹,۳۲	۱,۲۵	۲۲۲.
	سرعت مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی-خلفی++	۹۷۹۴,۷۱±۲۷۶۲,۶۶	۱۱۷۶۷,۴۱±۳۵۰۹,۶۸	۱,۷۱	۰۹۸.

مواردی که در کنار آنها علامت * وجود دارد در فاصله اطمینان ۹۵ درصد تفاوت مشاهده شده بین دو گروه از نظر آماری معنادار است($P\leq ۰,۰۵$). مواردی که در کنار آنها ** وجود دارد در فاصله اطمینان ۹۹ درصد تفاوت مشاهده شده بین دو گروه از نظر آماری معنادار است($P\leq ۰,۰۱$). مواردی که در کنار آنها *** وجود دارد در فاصله اطمینان ۹۹/۹ درصد تفاوت مشاهده شده بین دو گروه از نظر آماری معنادار است($P\leq ۰,۰۰۱$).

+واحد اندازه‌گیری طول مسیر مرکز فشار و نوسان مرکز فشار در صفحات داخلی-خارجی و قدامی-خلفی میلی‌متر می‌باشد.

++واحد اندازه‌گیری سرعت مرکز فشار در صفحات داخلی-خارجی و قدامی-خلفی میلی‌متر بر دقیقه می‌باشد.

در جدول ۲ در مقایسه دو حالت چشم بسته و بازخورد بینایی از آینه، در گروه کودکان فلج مغزی تنها در پارامترهای نوسان مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی-خلفی (P= ۰۸.) و سرعت مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی-خلفی (P= ۵۸.) تفاوت مشاهده شده در فاصله‌ی اطمینان ۹۵ درصد از نظر آماری معنادار نبود($P>۰,۰۵$). در مقایسه دو حالت چشم بسته و بازخورد بینایی از آینه، در گروه کودکان سالم در هیچ‌کدام از پارامترهای اندازه‌گیری شده، تفاوت مشاهده شده در فاصله‌ی اطمینان ۹۵ درصد از نظر آماری معنادار نبود($P>۰,۰۵$).

Published Online: 2016.June.24

Research Article

جدول ۲: مقایسه میانگین‌های پارامترهای تعادل ایستا (نوسان مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی-خلفی، نوسان مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی، طول مسیر مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی، طول مسیر مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی-خلفی، سرعت مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی و سرعت مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی-خلفی) در دو حالت چشم بسته و بازخورد بینایی از آینه در گروه کودکان با فلج مغزی دای پلژی و گروه کودکان سالم به تفکیک

گروه ها	پارامترهای تعادل ایستا	چشم بسته (انحراف معیار±میانگین)	بازخورد بینایی از آینه (انحراف معیار±میانگین)	t زوجی	سطح معناداری
کودکان فلج مغزی	طول مسیر مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی+	۴۱۳۲,۴۰±۲۱۷۳,۵۵	۶۹۲۷,۳۰±۴۸۱۸,۲۸	-۳,۴۴	**.۰۰۴
	طول مسیر مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی-خلفی+	۵۶۱۷,۸۲±۳۱۸۸,۴۶	۷۰۴۷,۸۶±۳۱۹۷,۱۵	-۳,۵۵	**.۰۰۳
	نوسان مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی+	۵۷,۱۶±۱۳,۸۷	۷۲,۸۵±۲۵,۹۰	-۲,۷۰	*.۰۱۷
	نوسان مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی-خلفی+	۷۰,۰۴±۲۷,۹۶	۸۳,۰۸±۳۴,۵۱	-۱,۸۴	.۰۸۶
	سرعت مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی++	۸۲۹۳,۷۸±۴۳۱۴,۵۳	۹۸۵۲,۲۸±۴۵۵۹,۳۱	-۲,۲۸	*.۰۳۹
	سرعت مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی-خلفی++	۱۱۱۱۳,۸۷±۶۵۰۰,۸۲	۱۱۷۶۷,۴۱±۳۵۰۹,۶۸	-.۵۷	.۵۸
کودکان سالم	طول مسیر مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی+	۳۷۱۸,۱۹±۱۲۷۴,۵۵	۴۰۹۴,۰۶±۱۷۴۶,۴۰	-۱,۰۷	.۳۰۳
	طول مسیر مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی-خلفی+	۵۲۰۴,۵۱±۳۳۰۷,۱۶	۵۵۶۴,۰۱±۳۴۳۱,۶۸	-.۹۸	.۳۴۲
	نوسان مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی+	۴۴,۷۰±۱۴,۸۱	۴۰,۸۲±۱۲,۳۰	۱,۰۲	.۳۲۷
	نوسان مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی-خلفی+	۴۶,۹۱±۲۲,۲۲	۳۹,۷۲±۱۲,۳۳	۱,۵۲	.۱۵۱
	سرعت مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی++	۷۴۳۶,۳۹±۲۵۴۹,۱۰	۸۰۵۴,۸۰±۳۲۰۰,۷۸	-۱,۰۵	.۳۰۹
	سرعت مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی-خلفی++	۱۰۴۰۹,۰۴±۶۶۱۴,۳۲	۹۷۹۴,۷۰±۲۷۶۲,۶۶	.۴۰	.۶۹۳

مواردی که در کنار آنها علامت * وجود دارد در فاصله اطمینان ۹۵ درصد تفاوت مشاهده شده بین دو گروه از نظر آماری معنادار است($P\leq$۰,۰۵). مواردی که در کنار آنها ** وجود دارد در فاصله اطمینان ۹۹ درصد تفاوت مشاهده شده بین دو گروه از نظر آماری معنادار است($P\leq$۰,۰۱).

+واحد اندازه‌گیری طول مسیر مرکز فشار و نوسان مرکز فشار در صفحات داخلی-خارجی و قدامی-خلفی میلی‌متر می‌باشد.

++ واحد اندازه‌گیری سرعت مرکز فشار در صفحات داخلی-خارجی و قدامی-خلفی میلی‌متر بر دقیقه می‌باشد.

در جدول ۳ در مقایسه دو حالت چشم بسته و چشم باز، در گروه کودکان فلج مغزی تنها در پارامترهای نوسان مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی (P= .۰۳) و طول مسیر مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی (P= .۰۱) تفاوت مشاهده شده در فاصله‌ی اطمینان ۹۵ درصد از نظر آماری معنادار بود ($P\leq$۰,۰۵). در مقایسه دو حالت چشم بسته و چشم باز، در گروه کودکان سالم تنها در پارامتر سرعت مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی تفاوت مشاهده شده در فاصله‌ی اطمینان ۹۵ درصد از نظر آماری معنادار بود ($P\leq$۰,۰۵).

جدول ۳: مقایسه میانگین‌های پارامترهای تعادل ایستا (نوسان مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی-خلفی، نوسان مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی، طول مسیر مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی، طول مسیر مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی-خلفی، سرعت مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی و سرعت مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی-خلفی) در دو حالت چشم بسته و چشم باز در گروه کودکان با فلج مغزی دای پلژی و گروه کودکان سالم به تفکیک

گروه ها	پارامترهای تعادل ایستا	چشم بسته (انحراف معیار±میانگین)	چشم باز (انحراف معیار±میانگین)	t زوجی	سطح معناداری
کودکان فلج مغزی	طول مسیر مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی+	۴۱۳۲,۴۰±۲۱۷۳,۵۵	۵۲۴۷,۲۲±۳۰۶,۸۲	-۲,۹۷	**.۰۱۰
	طول مسیر مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی-خلفی+	۵۶۱۷,۸۲±۳۱۸۸,۴۶	۶۰۱۳,۹۰±۳۳۴۸,۸۶	-.۹۳	.۳۶۷
	نوسان مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی+	۵۷,۱۶±۱۳,۸۷	۶۹,۹۷±۲۱,۵۴	-۲,۳۰	*.۰۳۷
	نوسان مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی-خلفی+	۷۰,۰۴±۲۷,۹۶	۶۸,۹۵±۲۶,۶۷	.۱۷	.۸۶۹
	سرعت مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی++	۸۲۹۳,۷۸±۴۳۱۴,۵۳	۷۳۴۷,۷۱±۳۳۰۳,۴۲	۱,۳۳	.۲۰۵
	سرعت مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی-خلفی++	۱۱۱۱۳,۸۷±۶۵۰۰,۸۲	۸۹۴۳,۴۸±۳۶۵۷,۲۱	۲,۰۶	.۰۵۸
کودکان سالم	طول مسیر مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی+	۳۷۱۸,۱۹±۱۲۷۴,۵۵	۴۱۷۹,۷۰±۱۲۸۵,۰۳	-۱,۹۱	.۰۷۷
	طول مسیر مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی-خلفی+	۵۲۰۴,۵۱±۳۳۰۷,۱۶	۵۴۸۵,۶۶±۲۱۳۰,۵۸	-.۵۵	.۵۸۷
	نوسان مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی+	۴۴,۷۰±۱۴,۸۱	۴۳,۲۶±۱۷,۳۱	.۳۰	.۷۶۵
	نوسان مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی-خلفی+	۴۶,۹۱±۲۲,۲۲	۴۱,۱۷±۱۹,۶۶	۱,۳۱	.۲۰۹
	سرعت مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی++	۷۴۳۶,۳۹±۲۵۴۹,۱۰	۵۸۲۶,۰۸±۱۷۵۰,۳۱	۲,۸۹	*.۰۱۲
	سرعت مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی-خلفی++	۱۰۴۰۹,۰۴±۶۶۱۴,۳۲	۷۴۳۷,۹۸±۲۱۳۱,۹۹	۱,۸۲	.۰۹۰

مواردی که در کنار آنها علامت * وجود دارد در فاصله اطمینان ۹۵ درصد تفاوت مشاهده شده بین دو گروه از نظر آماری معنادار است($P\leq ۰,۰۵$). مواردی که در کنار آنها ** وجود دارد در فاصله اطمینان ۹۹ درصد تفاوت مشاهده شده بین دو گروه از نظر آماری معنادار است($P\leq ۰,۰۱$).

+واحد اندازه‌گیری طول مسیر مرکز فشار و نوسان مرکز فشار در صفحات داخلی-خارجی و قدامی-خلفی میلی‌متر می‌باشد.

++واحد اندازه‌گیری سرعت مرکز فشار در صفحات داخلی-خارجی و قدامی-خلفی میلی‌متر بر دقیقه می‌باشد

همان‌طور که در جدول ۴ ملاحظه می‌شود، در مقایسه دو حالت چشم باز و بازخورد بینایی از آینه، در گروه کودکان فلج مغزی تنها در پارامتر نوسان مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی تفاوت مشاهده شده در فاصله‌ی اطمینان ۹۵ درصد از نظر آماری معنادار نبود($P>۰,۰۵$). در مقایسه دو حالت چشم باز و بازخورد بینایی از آینه، در گروه کودکان سالم تنها در پارامترهای سرعت مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی و صفحه‌ی قدامی-خلفی تفاوت مشاهده شده در فاصله‌ی اطمینان ۹۵ درصد از نظر آماری معنادار بود($P\leq ۰,۰۵$).

جدول ٤: مقایسه میانگین‌های پارامترهای تعادل ایستا (نوسان مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی-خلفی، نوسان مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی، طول مسیر مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی، طول مسیر مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی-خلفی، سرعت مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی و سرعت مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی-خلفی) در دو حالت چشم باز و بازخورد بینایی از آینه در گروه کودکان با فلج مغزی دای پلژی و گروه کودکان سالم به تفکیک

گروه ها	پارامترهای تعادل ایستا	چشم باز (انحراف معیار±میانگین)	بازخورد بینایی از آینه (انحراف معیار±میانگین)	t زوجی	سطح معناداری
کودکان فلج مغزی	طول مسیر مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی+	۵۲۴۷,۲۲±۳۰۰۶,۸۲	۶۹۲۷,۳۰±۴۸۱۸,۲۸	۲,۷۷	*.۰۱۵
	طول مسیر مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی-خلفی+	۶۰۱۳,۹۰±۳۳۴۸,۸۶	۷۰۴۷,۸۶±۳۱۹۷,۱۵	۳,۳۱	**.۰۰۵
	نوسان مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی+	۶۹,۹۷±۲۱,۵۴	۷۲,۸۵±۲۵,۹۰	.۴۹	۶۲۹.
	نوسان مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی-خلفی+	۶۸,۹۵±۲۶,۶۷	۸۳,۰۸±۳۴,۵۱	۲,۷۶	*.۰۱۵
	سرعت مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی++	۷۳۴۷,۷۱±۳۳۰۳,۴۲	۹۸۵۲,۲۸±۴۵۵۹,۳۱	۳,۲۲	**.۰۰۱
	سرعت مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی-خلفی++	۸۹۴۳,۴۸±۳۶۵۷,۲۱	۱۱۷۶۷,۴۱±۳۵۰۹,۶۸	۴,۳۱	***.۰۰۱
کودکان سالم	طول مسیر مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی+	۴۱۷۹,۷۰±۱۲۸۵,۰۳	۴۰۹۴,۰۶±۱۷۴۶,۴۰	-.۲۳	.۸۲۲
	طول مسیر مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی-خلفی+	۵۴۸۵,۶۶±۲۱۳۰,۵۸	۵۵۶۴,۰۱±۳۴۳۱,۶۸	.۱۶	.۸۶۷
	نوسان مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی+	۴۳,۲۶±۱۷,۳۱	۴۰,۸۲±۱۲,۳۰	-.۴۷	.۶۴۷
	نوسان مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی-خلفی+	۴۱,۱۷±۱۹,۶۶	۳۹,۷۲±۱۲,۳۳	-.۲۸	.۷۷۹
	سرعت مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی-خارجی++	۵۸۲۶,۰۸±۱۷۵۰,۳۱	۸۰۵۴,۸۰±۳۲۰۰,۷۸	۳,۳۶	**.۰۰۵
	سرعت مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی-خلفی++	۷۴۳۷,۹۸±۲۱۳۱,۹۹	۹۷۹۴,۷۰±۲۷۶۲,۶۶	۳,۶۵	**.۰۰۳

مواردی که در کنار آنها علامت * وجود دارد در فاصله اطمینان ۹۵ درصد تفاوت مشاهده شده بین دو گروه از نظر آماری معنادار است($P\leq$۰,۰۵). مواردی که در کنار آنها ** وجود دارد در فاصله اطمینان ۹۹ درصد تفاوت مشاهده شده بین دو گروه از نظر آماری معنادار است($P\leq$۰,۰۱). مواردی که در کنار آنها *** وجود دارد در فاصله اطمینان ۹۹/۹ درصد تفاوت مشاهده شده بین دو گروه از نظر آماری معنادار است($P\leq$۰,۰۰۱).

+واحد اندازه‌گیری طول مسیر مرکز فشار و نوسان مرکز فشار در صفحات داخلی-خارجی و قدامی-خلفی میلی‌متر می‌باشد.

++ واحد اندازه‌گیری سرعت مرکز فشار در صفحات داخلی-خارجی و قدامی-خلفی میلی‌متر بر دقیقه می‌باشد.

بحث

تعادل ایستا در حقیقت توانایی حفظ و یا کنترل مرکز ثقل بدن در محدوده سطح حمایتی ایجاد شده به‌وسیله دو پا در وضعیت ایستاده می‌باشد[۵، ۶] که ضعف در آن باعث ایجاد محدودیت در توانایی‌های حرکتی فرد شده و کاهش کیفیت زندگی[۷] در این افراد را در پی دارد. در مطالعات اخیر استفاده از بازخورد بینایی از آینه به عنوان یک پیشنهاد درمانی در بهبود کنترل پوسچرال به حساب می‌آید.[۳۵] از طرفی دیگر با توجه به فعال شدن سیستم نورون‌های آینه‌ای در این حالت، شواهدی دال بر تاثیرگذاری منفی آن بر تعادل ایستا وجود دارد و این موضوع لزوم بررسی اثر همزمان استفاده از بازخورد بینایی از آینه و چگونگی تاثیر همزمان آن بر پارامترهای تعادل ایستا در کودکان فلج مغزی را بیش از پیش لازم می‌سازد.

همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، تمامی میانگین‌های پارامترهای تعادل ایستا در هر سه حالت چشم بسته، چشم باز و بازخورد بینایی از آینه در کودکان با فلج مغزی دای پلژی بیشتر از کودکان با رشد طبیعی است که این موضوع بیانگر تجربه تعادل ایستای ضعیف‌تر توسط کودکان با فلج مغزی دای پلژی است و این یافته هم‌راستا با نتایج به‌دست آمده از تحقیقات مشابه است[۲۷، ۳۰، ۳۱، ۳۳، ۳۴] از طرفی دیگر باید توجه

داشت که در مقایسه پارامترهای تعادل ایستا در کودکان با فلج مغزی دای پلژی و کودکان با رشد طبیعی در سه حالت چشم بسته، چشم باز و بازخورد بینایی از آینه تنها نوسان مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی–خارجی و صفحه‌ی قدامی–خلفی از لحاظ آماری دارای تفاوت معنادار می‌باشد. علاوه بر آن در هنگام استفاده از آینه، طول مسیر مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی–خارجی نیز نشان‌دهنده یک تفاوت آماری معنادار در مقایسه میانگین پارامترهای دو گروه است.

جدول ۲ به‌طور جداگانه به مقایسه میانگین‌های پارامترهای تعادل ایستا در دو حالت چشم بسته و بازخورد بینایی از آینه در گروه کودکان با فلج مغزی دای پلژی و گروه کودکان با رشد طبیعی می‌پردازد. همان‌طور که ملاحظه می‌گردد در گروه کودکان با فلج مغزی تمامی میانگین‌های پارامترهای تعادل ایستا در حالت چشم بسته کمتر از وضعیت بازخورد بینایی از آینه می‌باشد که این موضوع بیانگر تجربه تعادل ایستای بهتر در وضعیت چشم بسته در مقایسه با بازخورد بینایی از آینه در گروه کودکان با فلج مغزی دای پلژی است. هر چند که پارامترهای معنادار از لحاظ آماری تنها شامل طول مسیر مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی–خارجی و صفحه‌ی قدامی–خلفی، نوسان مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی–خارجی و سرعت مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی–خارجی است. در گروه کودکان با رشد طبیعی در مقایسه میانگین‌های پارامترهای تعادل ایستا در حالت-های چشم بسته و بازخورد بینایی از آینه هیچ‌گونه تفاوت معناداری در هیچ‌یک از پارامترها گزارش نشد.

جدول ۳ به‌طور جداگانه به مقایسه میانگین‌های پارامترهای تعادل ایستا در دو حالت چشم بسته و چشم باز در گروه کودکان با فلج مغزی دای پلژی و گروه کودکان با رشد طبیعی می‌پردازد. هر چند که در پارامترهای طول مسیر مرکز فشار در صفحات داخلی–خارجی و قدامی–خلفی و نوسان مرکز فشار در صفحات داخلی–خارجی و قدامی–خلفی میانگین پارامترهای تعادل ایستا در حالت چشم بسته کمتر از چشم باز است و این تفاوت در رابطه با طول مسیر مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی–خارجی و نوسان مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی–خارجی معنادار می‌باشد، اما با استناد به متون موجود در رابطه با میزان اهمیت هر پارامتر در پیش‌بینی تعادل ایستای یک فرد و اختلاف میانگین ۸۹۰,۰۷ میلی‌متر بر دقیقه در رابطه با سرعت مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی–خارجی و اختلاف میانگین ۲۱۷۰,۴۰ میلی‌متر بر دقیقه در رابطه با سرعت مرکز فشار در صفحه-ی قدامی–خلفی که دارای بیشترین اهمیت در پیش‌بینی وضعیت تعادل ایستای یک فرد است[۴۰]، می‌توان بیان داشت که تعادل در وضعیت چشم باز بهتر از تعادل در وضعیت چشم بسته است. بدین معنا که افراد در وضعیت چشم بسته در مقایسه با چشم باز در محدوده و دامنه کمتری دارای حرکات نوسانی مرکز فشار هستند، اما سرعت این حرکات نوسانی، به‌ویژه به سمت جلو–عقب، در حالت چشم بسته به‌طور قابل ملاحظه-ای از لحاظ کلینیکی بیشتر از افراد در وضعیت چشم باز است که مهمترین عامل در پیش‌بینی عدم تعادل توسط یک فرد است. با توجه به نتایج تحقیقات انجام شده توسط دویل[۱] و همکارانش سرعت نوسان مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی–خلفی بهترین متغیری است که می‌تواند برای ارزیابی میزان تعادل ایستا استفاده شود.[۴۰] در مطالعات دیگر ضریب همبستگی اندازه‌گیری شده برای سرعت نوسان مرکز فشار در پیش‌بینی تعادل یک فرد در صفحه‌ی قدامی–خلفی ۰,۷۷ درصد و در صفحه‌ی داخلی–خارجی ۰,۷۲ بوده است.[۴۱] لافوند[۲] و همکارانش نیز قابلیت اطمینان نوسان مرکز فشار در صفحات داخلی–خارجی و قدامی–خلفی را مورد بررسی قرار دادند که ضریب همبستگی اندازه‌گیری شده برای این دو پارامتر در پیش‌بینی تعادل یک فرد بین ۰,۵۲ و ۰,۶۲ متغیر بود.[۴۲] به‌طور مشابه در گروه کودکان با رشد طبیعی در مقایسه میانگین‌های پارامترهای تعادل ایستا در حالت‌های چشم بسته و چشم باز با وجود کمتر بودن برخی پارامترها در حالت چشم بسته، ولی به علت اختلاف میانگین آماری معنادار ۱۶۱۰,۳۰ میلی‌متر بر دقیقه در رابطه با سرعت مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی–خارجی و اختلاف میانگین کلینیکی معنادار ۲۹۷۱,۰۴ میلی‌متر بر دقیقه در رابطه با سرعت مرکز فشار در صفحه‌ی قدامی–خلفی، تعادل در حالت چشم باز بهتر از تعادل در حالت چشم بسته است.

جدول ۴ به‌طور جداگانه به مقایسه میانگین‌های پارامترهای تعادل ایستا در دو حالت چشم باز و بازخورد بینایی از آینه در گروه کودکان با فلج مغزی دای پلژی و گروه کودکان با رشد طبیعی می‌پردازد. همان‌طور که ملاحظه می‌گردد در گروه کودکان با فلج مغزی، تمامی میانگین‌های پارامترهای تعادل ایستا در حالت چشم باز کمتر از وضعیت بازخورد بینایی از آینه می‌باشد که این موضوع بیانگر تجربه تعادل ایستای بهتر در وضعیت چشم باز در مقایسه با بازخورد بینایی از آینه در گروه کودکان با فلج مغزی دای پلژی است. لازم به ذکر است که تنها پارامتر تعادل ایستا که با وجود مقدار کمتر در حالت چشم باز نشان‌دهنده یک تفاوت معنادار از لحاظ آماری نیست، نوسان مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی–خارجی می‌باشد. در گروه کودکان با رشد طبیعی در مقایسه میانگین‌های پارامترهای تعادل ایستا در حالت‌های چشم باز و بازخورد بینایی از آینه

6. Doyle
7. Lafound

در رابطه با سرعت مرکز فشار در صفحه‌ی داخلی–خارجی و صفحه‌ی قدامی–خلفی تفاوت مشاهده شده در فاصله اطمینان ۹۹ درصد بیانگر تجربه تعادل ایستای ضعیف‌تر در وضعیت بازخورد بینایی از آینه در مقایسه با وضعیت چشم باز است.

در مقایسه دو به دوی وضعیت‌های حسی مورد آزمایش (چشم بسته و بازخورد بینایی از آینه، چشم باز و چشم بسته، چشم باز و بازخورد بینایی از آینه) نتایج جداول ۲ تا ۴ بیانگر تجربه تعادل ایستای ضعیف‌تر توسط کودکان با فلج مغزی دای پلژی در وضعیت بازخورد بینایی از آینه است که این موضوع در رابطه با کودکان با رشد طبیعی نیز به همین ترتیب است. به عبارتی در یک توالی تقریبا مشابه بین کودکان با فلج مغزی دای پلژی و کودکان با رشد طبیعی بهترین تجربه تعادل ایستا در وضعیت چشم باز و بدترین تجربه تعادل ایستا در وضعیت بازخورد بینایی از آینه می‌باشد و مهمترین میانگین‌های پارامترهای تعادل ایستا در پیش‌بینی تعادل یک فرد در وضعیت چشم بسته در میانه این توالی قرار می‌گیرد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که کودکان با فلج مغزی دای پلژی و کودکان با رشد طبیعی جهت حفظ تعادل ایستا به میزان مشابه وابسته به اطلاعات درون‌داد بینایی هستند؛ به‌طوری که با حذف این درون‌داد سرعت نوسانات مرکز فشار آنها در صفحات داخلی–خارجی و قدامی–خلفی افزایش می‌یابد و این یافته به‌وسیله مطالعات مشابه توسط نوبره[۳۲] و رز[۳۳] و ساکسنا[۳۴] قابل تایید است. چنانچه در تمامی مطالعات مذکور سرعت نوسان مرکز فشار هم در صفحه‌ی داخلی–خارجی و هم در صفحه‌ی قدامی–خلفی با حذف درون‌داد بینایی افزایش می‌یابد.

معمولاً کودکان فلج مغزی دای پلژی جهت حفظ تعادل ایستای خود بیشتر از اطلاعات درون‌داد بینایی نیازمند اطلاعات حسی–پیکری هستند، زیرا اطلاعات حسی–پیکری از طریق گیرنده‌های عضلات و مفاصل، گیرنده‌های پوستی و اسپیندل‌های عضلانی دریافت می‌گردد[۴۳] که به سبب مشکلات عضلانی–اسکلتی در کودکان با فلج مغزی به میزان بیشتری تحت تاثیر قرار می‌گیرد و این موضوع خود می‌تواند منجر به توسعه یک الگوی بین حسی تغییر یافته در یکپارچه‌سازی حواس مختلف جهت حفظ تعادل در کودکان با فلج مغزی شود.[۴۴]

در برخی مطالعات نیز پژوهشگران معتقد به عدم تاثیرگذاری درون‌داد بینایی در تعادل ایستای کودکان با فلج مغزی هستند.[۲۷، ۳۰، ۳۱] این پژوهشگران معتقدند کودکان در سنین پایین در زمان استفاده از اطلاعات بینایی در حالت چشم باز از نوسانات ارادی خود القا[۱] جهت حفظ تعادل ایستای خود استفاده می‌کنند، پدیده‌ای که در کودکان با فلج مغزی حالت غالب پیدا می‌کند؛ چرا که توسعه مکانیسم‌های کنترل عصبی مناسب در این کودکان در مقایسه با کودکان سالم به‌طور قابل ملاحظه‌ای دچار تاخیر می‌شود.[۳۱، ۴۴]

همان‌طور که ملاحظه گردید، استفاده از آینه منجر به تجربه بدترین شرایط در رابطه با پارامترهای تعادل ایستا در مقایسه با دو حالت دیگر می‌گردد، بنابراین پیشنهاد مطرح شده در مطالعه ساویدرا[۲] و همکاران که استفاده از تکالیف ترکیبی مانند بازخورد بینایی از آینه را به عنوان یک پیشنهاد درمانی در بهبود کنترل پوسچرال مطرح می‌کند[۳۵] صحیح نبوده و با توجه به فعال شدن سیستم نورون‌های آینه‌ای در هنگام به کار بردن بازخورد بینایی از آینه، نتایج نجاتی و همکاران در رابطه با تاثیرگذاری منفی سیستم نورون‌های آینه‌ای بر تعادل ایستا در صورت مشاهده بی‌ثباتی توسط فرد از اعتبار و هم‌سویی بیشتری با یافته‌های مطالعه حاضر برخوردار است.[۳۶] البته با صحیح در نظر گرفتن این فرض و با توجه به همسانی یافته‌های به‌دست‌آمده بین کودکان با فلج مغزی دای پلژی و کودکان سالم در استفاده از بازخورد بینایی از آینه می‌توان به گمانه‌زنی پرداخت که علت تجربه تعادل ضعیف در استفاده از بازخورد بینایی از آینه، تاثیر منفی مشاهده نوسانات تعادلی توسط فرد در آینه بوده که با تلاش بیشتر فرد جهت جبران این نوسانات منجر به بدتر شدن این وضعیت شده است. از دیدگاهی دیگر کودکان با نقص‌های نورولوژیک به سبب به کارگیری استراتژی‌های جبران‌کننده عدم تعادل نیازمند استفاده بیشتر از توانایی‌های شناختی خود هستند؛ بنابراین عوامل محیطی پرت‌کننده حواس و یا بارهای شناختی خارجی مانند فعالیت شناختی و یا تکالیف ترکیبی باعث کاهش عملکرد تعادلی آنها خواهد شد[۴۵]، چنانچه این موضوع در استفاده از بازخورد بینایی از آینه مورد تایید قرار گرفت. در حال حاضر هیچ ابزار واقعی جهت اندازه‌گیری تعادل ایستا وجود ندارد و تجهیزات موجود به ارائه تفسیر در این باره از روی پارامترهایی مانند سرعت مرکز فشار در صفحات داخلی خارجی و قدامی خلفی و غیره می‌پردازند. همچنین استفاده از وضعیت ایستاده، بدون حرکت با چشمان باز و بسته بهترین سناریوی موجود برای اندازه‌گیری تعادل ایستا و تاثیر بینایی است، ولی خود ایجادکننده محدودیت های فراوان برای شناسایی تفاوت قابل ملاحظه و قابل اطمینان در تعادل ایستا است. بنابراین می‌توان پیشنهاد کرد که وضعیت‌های تستی چالشی ممکن است بهتر بتوانند بین کیفیت تعادل ایستای کودکان با فلج مغزی دای پلژی و کودکان با رشد طبیعی افتراق قائل شوند.

8. Self-Induced
9. Saavedra

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از مطالعه حاضر می‌توان دریافت که کودکان با فلج مغزی دای پلژی اسپاستیک و کودکان با رشد طبیعی جهت حفظ تعادل ایستا به میزان مشابه وابسته به اطلاعات درون‌داد بینایی هستند. همچنین استفاده از آینه منجر به کاهش توانایی تعادل ایستای فرد شده و استفاده از آن به عنوان یک گزینه درمانی در بهبود تعادل ایستای کودکان با فلج مغزی دای پلژی اسپاستیک گزینه مناسبی به نظر نمی-رسد.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر بر اساس پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد کاردرمانی آقای علی طهماسبی، به راهنمایی خانم پروین راجی می‌باشد. بدین‌وسیله از تمام شرکت‌کنندگانی که در انجام تحقیق حاضر ما را یاری نمودند و از دانشگاه علوم پزشکی تهران برای حمایت‌های مالی پایان‌نامه تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

1. Oskoui M, Coutinho F, Dykeman J, Jetté N, Pringsheim T. An update on the prevalence of cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. Developmental Medicine & Child Neurology. 2013;55[6]:509-19.
2. Dalvand H, Dehghan L, Hadian MR, Feizy A, Hosseini SA. Relationship between gross motor and intellectual function in children with cerebral palsy: a cross-sectional study. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2012;93[3]:480-4.
3. Laisram N, Srivastava V, Srivastava R. Cerebral palsy: an etiological study. The Indian Journal of Pediatrics. 1992;59[6]:723-8.
4. Erkin G, Delialioglu SU, Ozel S, Culha C, Sirzai H. Risk factors and clinical profiles in Turkish children with cerebral palsy: analysis of 625 cases. International journal of rehabilitation Research. 2008;31[1]:89-91.
5. Umphred DA, Lazaro RT, Roller M, Burton G. Neurological rehabilitation: Elsevier Health Sciences; 2013.
6. Westcott SL, Lowes LP, Richardson PK. Evaluation of postural stability in children: current theories and assessment tools. Physical therapy. 1997;77[6]:629-45.
7. Ramachandran V, Altschuler EL. The use of visual feedback, in particular mirror visual feedback, in restoring brain function. Brain. 2009:awp135.
8. Liao H-F, Hwang A-W. Relations of balance function and gross motor ability for children with cerebral palsy. Perceptual and motor skills. 2003;96[3c]:1173-84.
9. Campbell SK, Palisano RJ, Vander Linden DW. Physical therapy for children: Saunders; 2006.
10. Lepage C, Noreau L, Bernard P, Fougeyrollas P. Profile of handicap situations in children with cerebral palsy. Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine. 1998;30[4]:263-72.
11. Rha D-w, Kim DJ, Park ES. Effect of hinged ankle-foot orthoses on standing balance control in children with bilateral spastic cerebral palsy. Yonsei medical journal. 2010;51[5]:746-52.
12. Winter DA. Biomechanics and motor control of human movement: John Wiley & Sons; 2009.
13. Winter DA, Patla AE, Frank JS. Assessment of balance control in humans. Medical Progress through Technology. 1990;16[1-2]:31-51.
14. Collins JJ, De Luca CJ. Open-loop and closed-loop control of posture: a random-walk analysis of center-of-pressure trajectories. Experimental brain research. 1993;95[2]:308-18.
15. Doyle RJ, Hsiao-Wecksler ET, Ragan BG ,Rosengren KS. Generalizability of center of pressure measures of quiet standing. Gait & posture. 2007;25[2]:166-71.
16. De Kegel A, Dhooge I, Cambier D, Baetens T, Palmans T, Van Waelvelde H. Test–retest reliability of the assessment of postural stability in typically developing children and in hearing impaired children. Gait & posture. 2011;33[4]:679-85.
17. Lin D, Seol H, Nussbaum MA, Madigan ML. Reliability of COP-based postural sway measures and age-related differences. Gait & posture. 2008;28[2]:33.۴۲-۷
18. Duarte M, Freitas SM. Revision of posturography based on force plate for balance evaluation. Brazilian Journal of physical therapy. 2010;14[3]:183-92.

19. Turbanski S, Schmidtbleicher D. Postural control depends on testing situation. Sportverletzung Sportschaden: Organ der Gesellschaft fur Orthopadisch-Traumatologische Sportmedizin. 2010;24[3]:123-8.
20. Nichols DS. Balance retraining after stroke using force platform biofeedback. Physical therapy. 1997;77[5]:553-8.
21. Sackley CM, Lincoln NB. Single blind randomized controlled trial of visual feedback after stroke: effects on stance symmetry and function. Disability and rehabilitation. 1997;19[12]:536-46.
22. Van Peppen R, Kortsmit M, Lindeman E, Kwakkel G. Effects of visual feedback therapy on postural control in bilateral standing after stroke: a systematic review. 2006.
23. Wu G. Real-time feedback of body center of gravity for postural training of elderly patients with peripheral neuropathy. Rehabilitation Engineering, IEEE Transactions on.۴۰۲–۳۹۹:[۴]۵;۱۹۹۷ .
24. Vaillant J, Vuillerme N, Janvy A, Louis F, Juvin R, Nougier V. Mirror versus stationary cross feedback in controlling the center of foot pressure displacement in quiet standing in elderly subjects. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2004;85[12]:1962-5.
25. Hlavackova P, Fristios J, Cuisinier R, Pinsault N, Janura M, Vuillerme N. Effects of mirror feedback on upright stance control in elderly transfemoral amputees. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2009 Nov 30;90(11):1960-3.
26. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control: theory and practical applications: Williams & Wilkins Baltimore; 1995.
27. Cherng R-J, Su F-C, Chen J-JJ, Kuan T-S. Performance of static standing balance in children with spastic diplegic cerebral palsy under altered sensory environments. American journal of physical medicine & rehabilitation. 1999;78[4]:336-43.
28. Forssberg H, Nashner LM. Ontogenetic development of postural control in man: adaptation to altered support and visual conditions during stance. The journal of Neuroscience. 1982;2[5]:545-52.
29. Shumway-Cook A, Woollacott MH. The growth of stability: postural control from a developmental perspective. Journal of Motor Behavior. 1985;17[2]:131-47.
30. Liao HF, Jeny SF, Lai JS, Cheng CK, Hu MH. The relation between standing balance and walking function in children with spastic diplegic cerebral palsy. Developmental Medicine & Child Neurology. 1997;39[2]:106-12.
31. Donker SF, Ledebt A, Roerdink M, Savelsbergh GJ, Beek PJ. Children with cerebral palsy exhibit greater and more regular postural sway than typically developing children. Experimental Brain Research. 2008;184[3]:363-70.
32. Nobre A, Monteiro F, Golin M, Biasotto-Gonzalez D, Corrêa J, Oliveira C. Analysis of postural oscillation in children with cerebral palsy. Electromyography and clinical neurophysiology. 2009;50[5]:239-44.
33. Rose J, Wolff DR, Jones VK, Bloch DA, Oehlert JW, Gamble JG. Postural balance in children with cerebral palsy. Developmental Medicine & Child Neurology. 2002;44[01]:58-63.
34. Saxena S, Rao BK, Kumaran S. Analysis of postural stability in children with cerebral palsy and children with typical development: An observational study. Pediatric Physical Therapy. 2014;26[3]:325-30.
35. Saavedra S, Bellows D, Da Costa CS. Commentary on "Analysis of Postural Stability in Children With Cerebral Palsy and Children With Typical Development: An Observational Study". Pediatric Physical Therapy. 2014;26[3]:331.
36. Nejati V, Bazrafkan F, Asari Jami S. Social cognition and motor control: Evidence from postural control of balance observer. Journal of Research in Rehabilitation Sciences. 2013;9[1]:59-64.
37. Case-Smith J, O'Brien JC. Occupational therapy for children and adolescents: Elsevier Health Sciences; 201.۴
38. Santos BR, Delisle A, Lariviere C, Plamondon A, Imbeau D. Reliability of centre of pressure summary measures of postural steadiness in healthy young adults. Gait & Posture. 2008;27[3]:408-15.
39. Lafond D, Corriveau H, Hebert R, Prince F. Intrasession reliability of center of pressure measures of postural steadiness in healthy elderly people. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2004;85[6]:896-901.
40. Doyle TL, Newton RU, Burnett AF. Reliability of traditional and fractal dimension measures of quiet stance center of pressure in young, healthy people. Arch Phys Med Rehabil. 2005;86[10]:2034-40.

41. Swanenburg J, de Bruin ED, Favero K, Uebelhart D, Mulder T. The reliability of postural balance measures in single and dual tasking in elderly fallers and non-fallers. BMC Musculoskelet Disord. 2008;9:162.
42. Lafond D, Corriveau H, Hebert R, Prince F. Intrasession reliability of center of pressure measures of postural steadiness in healthy elderly people. Arch Phys Med Rehabil. 2004;85[6]:8.۹۰۱-۹۶
43. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control: translating research into clinical practice: Lippincott Williams & Wilkins; 2007.
44. Bar-Haim S, Al-Jarrah M, Nammourah I, Harries N. Mechanical efficiency and balance in adolescents and young adults with cerebral palsy. Gait & posture. 2013;38[4]:668-73.
45. Reilly DS, Woollacott MH, van Donkelaar P, Saavedra S. The interaction between executive attention and postural control in dual-task conditions: children with cerebral palsy. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2008;89[5]:834-42.