

تأثیر دستکاری سیستم‌های حسی بر کنترل پاسچر پسران ۴ تا ۱۵ سال

نویسندگان: امیر شمس^{۱*}، محمدعلی اصلانخانی^۲، بهروز عبدلی^۳، حسن عشایری^۴ و مهدی نمازی زاده^۵

- ۱- دانشجوی دکتری تخصصی رفتار حرکتی دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران*
- ۲- استاد دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
- ۳- دانشیار دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
- ۴- استاد دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
- ۵- دانشیار دانشگاه تهران، تهران، ایران

E-mail: amirshams85@gmail.com

* نویسنده مسئول: امیر شمس

چکیده

مقدمه و هدف: توانایی کنترل موقعیت‌های مختلف بدن در فضا ناشی از تعامل پیچیده سیستم‌های عصبی، حسی و اسکلتی-عضلانی است که به‌طور کلی به‌عنوان سیستم کنترل پاسچر تعریف می‌شود؛ بنابراین، هدف تحقیق حاضر بررسی تأثیر دستکاری سیستم‌های حسی بر کنترل پاسچر پسران ۴ تا ۱۵ سال بود.

مواد و روش‌ها: نمونه آماری تحقیق شامل ۱۶۰ پسر ۴ تا ۱۵ سال (۴ گروه سنی) و ۴۰ مرد ۲۲ تا ۲۵ سال بود که براساس معیارهای ورود و خروج انتخاب شدند. برای ارزیابی کنترل پاسچر آزمودنی‌ها از آزمون سازماندهی حسی دستگاه پاسچروگرافی پویای رایانه‌ای استفاده شد. این آزمون دارای شش وضعیت است که سیستم‌های حسی درگیر در کنترل پاسچر را مورد ارزیابی قرار می‌دهد؛ همچنین قد، وزن و شاخص توده بدنی آزمودنی‌ها نیز اندازه‌گیری شد.

نتایج: نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه نشان داد که تفاوت معنی‌داری در کنترل پاسچر گروه‌ها وجود دارد. براساس نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی در وضعیت اول، پسران تا سن ۱۵ سالگی به کنترل پاسچری مشابه با افراد بزرگسال دست‌نمی‌یابند. در وضعیت دوم نتایج نشان داد میان گروه سنی ۱۳ تا ۱۵ سال با افراد بزرگسال، تفاوتی معنی‌دار وجود ندارد ($P < 0/05$)، اما تفاوت میان گروه‌های دیگر معنی‌دار بود؛ همچنین در وضعیت سوم نیز نتایجی مشابه با وضعیت اول به دست آمد. در وضعیت چهارم پسران ۱۳ تا ۱۵ سال به کنترل پاسچری مشابه با افراد بزرگسال دست‌یافتند. به طوری که تفاوت معنی‌داری میان این دو گروه مشاهده نشد ($P > 0/05$). در وضعیت‌های پنجم و ششم نیز پسران مورد مطالعه نتوانستند به کنترل پاسچری مشابه با افراد بزرگسال دست‌یابند.

نتیجه‌گیری: براساس نتایج تحقیق حاضر به‌نظر می‌رسد پسران تا سن ۱۵ سالگی قادر به پردازش، یکپارچه‌کردن و سازماندهی اطلاعات سیستم‌های حسی در کنترل پاسچر مشابه افراد بزرگسال نیستند.

واژگان کلیدی: سیستم بینایی، حس عمقی، سیستم دهلیزی، پاسچروگرافی پویای کامپیوتری

دانشور

پژوهشی

دوماهنامه علمی-پژوهشی
دانشگاه شاهد
سال بیست‌ویکم-شماره ۱۱۱
تیر ۱۳۹۳

دریافت: ۱۳۹۳/۰۱/۲۶

آخرین اصلاح‌ها: ۱۳۹۳/۰۳/۱۸

پذیرش: ۱۳۹۳/۰۳/۲۱

مقدمه

توانایی کنترل موقعیت‌های مختلف بدن در فضا ناشی از تعامل پیچیده سیستم‌های عصبی، حسی و اسکلتی-عضلانی است که به‌طور کلی به‌عنوان سیستم کنترل پاسچر^۱ تعریف می‌شود. محققان کنترل پاسچر بدن را شامل کنترل موقعیت بدن در فضا برای دو هدف ثابت^۲ و جهت‌یابی^۳ بدن تعریف کرده‌اند (او۱). مؤلفه جهت‌یابی در کنترل پاسچر به‌عنوان توانایی حفظ ارتباط میان قسمت‌های مختلف بدن با یکدیگر و بدن با محیط برای انجام یک تکلیف ویژه تعریف می‌شود (۱)؛ از سوی دیگر، مؤلفه ثابت در کنترل پاسچر به‌عنوان تعادل تعریف می‌شود که توانایی کنترل توده بدن در ارتباط با سطح اتکاست (۱-۴).

از دیدگاه فیزیولوژیکی، سیستم‌های بینایی، حس عمقی و دهلیزی پیش از اینکه عملکرد کنترل پاسچر کودکان، مشابه با افراد بزرگسال شود، به لحاظ آناتومیکی و عملکردی به‌خوبی بالیده می‌شوند (۵). بر این اساس، سیستم حس پیکری به‌طور کامل در سن ۳ تا ۴ سالگی رشد می‌کند (۶) یا تا سن ۶ سالگی به‌طور کامل بالیده می‌شود (۷). عملکرد مؤلفه‌های سیستم دهلیزی (شامل مجاری نیم‌دایره، اندام‌های اوتولیتی و میزان میلیون‌بارشدن عصب دهلیزی) در زمان تولد مشابه با افراد بزرگسال است (۵)؛ از سوی دیگر، میزان بالیدگی سیستم بینایی بسیار متغیر است به‌طوری‌که دوبینی در ۴ تا ۵ ماهگی بالیده شده، در ۶ تا ۷ ماهگی تیزبینی سه‌بعدی مشابه افراد بزرگسال می‌شود (۸)؛ اما میلیون‌بارشدن مسیرهای بینایی در ۲ سالگی و رتینا در ۴ سالگی، کامل و بالیده می‌شوند (۹)؛ این بالیدگی نسبی سیستم‌های حسی بر این امر دلالت دارند که تفاوت‌های میان کنترل پاسچر کودکان و افراد بزرگسال ممکن است به عواملی دیگر مانند پردازش، یکپارچگی و سازماندهی اطلاعات حسی سیستم‌های بینایی، حس عمقی و دهلیزی نسبت داده شود لذا مطالعات انجام شده در این

زمینه نشان می‌دهند که تغییرهای رشدی در کنترل پاسچر در طول سال‌های اولیه زندگی رخ می‌دهد اما سازوکارهای زیربنایی این تغییرها هنوز هم به‌طور کامل مشخص نشده‌اند (۱۰).

بر این اساس، رینالدی و همکاران^۴ (۲۰۰۹) به بررسی تغییرهای مرتبط با سن در کنترل پاسچر پرداختند. آنها با استفاده از ۲۷ کودک ۴ تا ۸ سال و ۸ تا ۱۲ سال دریافتند که سازماندهی اطلاعات حسی در سن ۱۲ سالگی مشابه با افراد بزرگسال نیست (۱۰)؛ ریوال و همکاران^۵ (۲۰۰۵) نیز مطالعه‌ای را روی ۳۰ کودک ۶ تا ۱۶ سال انجام دادند؛ این محققان دریافتند تا سن ۱۰ سالگی کنترل پاسچر کودکان مشابه با افراد بزرگسال نیست؛ در این مطالعه آزمودنی‌ها با حذف اطلاعات بینایی با استفاده از چشم‌بند آزمون شدند، لذا آنها یکی از علل این نتایج را به حذف اطلاعات بینایی در کنترل پاسچر نسبت دادند (۱۱)؛ همچنین در مطالعه‌ای دیگر، سوبرا و همکاران^۶ (۲۰۱۱) دریافتند کودکان تا سن ۷ سالگی با دردسترس بودن یا حذف اطلاعات آوران سیستم‌های حسی به کنترل پاسچری مشابه با افراد بزرگسال دست‌نمی‌یابند (۱۲). بر اساس نتایج مطالعه کویسینیر و همکاران (۲۰۱۱) که به بررسی کنترل پاسچر در ۳۷ کودک ۷ تا ۱۱ سال پرداختند، کودکان تا سن ۱۱ سالگی نمی‌توانند از اطلاعات سیستم‌های حسی مشابه با افراد بزرگسال استفاده کنند (۱۳)؛ از سوی دیگر، اسپارتو و همکاران (۲۰۰۶) نیز در مطالعه خود دریافتند که کودکان ۷ تا ۱۲ سال و افراد بزرگسال، توانایی مشابهی برای استفاده از نشانه‌های بینایی برای کنترل پاسچر دارند، در حالی که کودکان ۷ تا ۱۲ ساله نمی‌توانند از نشانه‌های حس عمقی برای کنترل پاسچر در دامنه‌ای مشابه با افراد بزرگسال استفاده کنند (۱۴)؛ پترسون و همکاران^۷ (۲۰۰۶) نیز دریافتند که کودکان در سن ۱۲

⁴- Rinaldi et al.

⁵- Rival et al.

⁶- Subera et al.

⁷- Peterson et al.

¹- Postural control System

²- Stability

³- Orientation

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع تحقیق‌های نیمه‌تجربی و با دستکاری اطلاعات آوران سیستم‌های حسی درگیر در کنترل پاسچر است. جامعه آماری تحقیق حاضر را تمامی پسران ۴ تا ۱۵ سال و افراد بزرگسال ۲۲ تا ۲۵ سال منطقه سه شهر تهران تشکیل دادند. نمونه آماری تحقیق حاضر نیز شامل ۱۶۰ پسر ۴ تا ۱۵ سال (کودکان ۴ تا ۶ سال، ۷ تا ۹ سال، ۱۰ تا ۱۲ سال و ۱۳ تا ۱۵ سال) و ۴۰ مرد بزرگسال ۲۲ تا ۲۵ سال بود؛ در هر گروه سنی نیز ۴۰ نفر براساس متغیرهای قد، وزن و شاخص توده بدنی انتخاب شدند؛ معیارهای ورود و خروج آزمودنی‌ها نیز شامل نداشتن هرگونه بیماری نرولوژیکی یا آسیبی که بر عملکرد کنترل پاسچر تأثیرگذار باشد (۱۸)، نداشتن هرگونه بیماری در سیستم‌های دهلیزی، حس عمقی و بینایی، نداشتن تصادف یا سقوط از ارتفاع و شکستگی‌هایی که به آسیب‌های اسکلتی منجر شده باشد (۱۰)، نداشتن انحراف‌های مختلف در ستون فقرات (مانند اسکولیوز، کایفوزیس) و اندام‌های تحتانی (مانند کف پای صاف، کوتاهی یکی از پاها)، داشتن بینایی طبیعی بدون استفاده از عینک (۱۸)، نداشتن سابقه بیماری‌هایی مانند تشنج و نداشتن سابقه ورزش و فعالیت بدنی منظم بوده‌است. تمامی شرایط را یک پزشک متخصص و همچنین پرسش‌نامه اطلاعات جمعیت شناختی کنترل کردند.

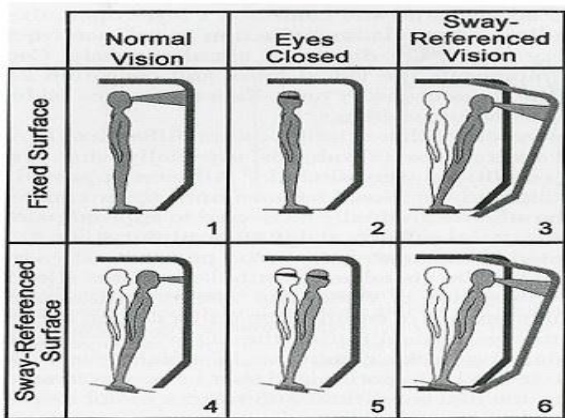
ابزار جمع‌آوری داده‌ها

برای ارزیابی کنترل پاسچر آزمودنی‌ها از دستگاه پاسچروگرافی پویای رایانه‌ای ساخت شرکت Equitest استفاده شد؛ این دستگاه یک روش کمی برای ارزیابی عملکرد کنترل پاسچر و تعادل در حالت ایستاده است و یکی از پیشرفته‌ترین سیستم‌های بررسی کنترل پاسچر و دستکاری سیستم‌های حسی مؤثر بر آن به‌شمار می‌آید (۱۸ و ۱۶)؛ این سیستم دارای دو صفحه نیرو برای بررسی متغیرهای مؤثر بر کنترل پاسچر است؛ همچنین این سیستم دارای سه نوع آزمون سازماندهی حسی (SOT)^۱،

سالگی می‌توانند از اطلاعات حسی مشابه با افراد بزرگسال استفاده کنند (۵). هسو و همکاران (۲۰۰۹) مطالعه‌ای را با هدف ارزیابی رشد عملکرد پاسچر و تعادل در کودکان انجام دادند؛ در این مطالعه از ۲۵۱ کودک ۳ تا ۱۲ استفاده شد؛ این محققان دریافتند که عملکرد پاسچر افراد در سن ۱۲ سالگی، مشابه با افراد بزرگسال است (۱۵). براساس نتایج مطالعات بررسی‌شده، این موضوع مورد توجه قرار می‌گیرد که بیشتر تحقیق‌های انجام‌شده به‌طور صرف، یک دامنه سنی محدود را در کنترل پاسچر بررسی کرده‌اند؛ همچنین مطالعاتی که دامنه سنی بیشتری را مورد بررسی قرار داده‌اند نیز نتایجی متضاد را ارائه کرده‌اند (۱۶ و ۱۷)؛ از سوی دیگر براساس نظریه سیستم‌های پویا باید هر یک از سیستم‌های درگیر در کنترل پاسچر را به‌تنهایی مورد بررسی قرارداد تا مشخص شود کدام یک از آنها در سنین مختلف برای کنترل پاسچر افراد غالب هستند، به‌طوری‌که فرد بتواند با حذف اطلاعات حسی یا اطلاعات حسی نادرست در یک یا دو سیستم حسی همانند افراد بزرگسال، کنترل پاسچر خود را در فضا حفظ کند؛ لذا درک بهتر کنترل پاسچر و نحوه و چگونگی رشد آن، بسیار بااهمیت است، به‌طوری‌که این دانش می‌تواند به شناسایی رشد کنترل پاسچر طبیعی و ناهمگون در کودکان منجر شود و این امر می‌تواند به ارزیابی و درک بهتر تفاوت‌های مشاهده‌شده میان کودکان و همچنین به انجام مداخلات پیشرفته برای کودکان و افراد بزرگسال با اختلال‌های تعادلی پاتولوژیک بینجامد؛ لذا انجام تحقیقی جامع با دامنه سنی ۴ تا ۱۵ سالگی مورد نیاز است تا بتوان به نحوه سازماندهی اطلاعات آوران از سیستم‌های حسی در رشد کنترل پاسچر به‌طور دقیق پاسخ داد؛ براین‌اساس، پژوهش حاضر با هدف مقایسه تأثیر دستکاری سیستم‌های حسی بر کنترل پاسچر پسران ۴ تا ۱۵ سال انجام شد تا بتواند به پرسش‌های مطرح‌شده و خلأ تحقیقاتی یادشده پاسخ دهد.

^۱- Sensory Organization Test (SOT)

ثانیه است و هر وضعیت نیز سه بار تکرار شد (۱۸)؛ همچنین برای مشخص کردن وزن و قد آزمودنی‌های هر گروه از ترازو و قدسنج سکای آلمان مدل ۷۵۵ استفاده شد. شاخص توده بدنی افراد نیز با استفاده از فرمول $BMI = \frac{وزن (Kg)}{قد (m)^2}$ محاسبه شد.



شکل ۱. آزمون سازماندهی حسی (SOT)

روش اجرای تحقیق

ابتدا از تمامی آزمودنی‌های بزرگسال و والدین آزمودنی‌های ۴ تا ۱۵ ساله، رضایت‌نامه کتبی برای شرکت در پروتکل تحقیق کسب شد. با توجه به آنکه قد، وزن و شاخص توده بدنی از مهم‌ترین متغیرهایی هستند که بر کنترل پاسجر تأثیری بسزا دارند (۱ و ۲)، هریک از این متغیرها در هر گروه سنی-جنسی به‌طور دقیق مورد ارزیابی قرار گرفتند به‌طوری‌که برای هر گروه سنی-جنسی، افرادی که براساس متغیرهای قد، وزن و شاخص توده بدنی روی منحنی نرمال گروه سنی و جنسی خود قرار داشتند، انتخاب شدند (۱)؛ پس از این مرحله، پزشکی متخصص، تمامی آزمودنی‌ها را به‌منظور سالم بودن و بررسی شرایط ورود و خروج آنها ارزیابی کرد؛ سپس هریک از آزمودنی‌ها با پای برهنه روی صفحه نیروهای سیستم پاسچروگرافی قرار گرفتند (۱۰). همان‌طورکه پیش‌تر گفته شد آزمون سازماندهی حسی (SOT) این سیستم در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت؛ این آزمون دارای شش وضعیت است که سیستم‌های حسی درگیر در کنترل پاسجر را مورد ارزیابی قرار می‌دهند؛ در هریک از وضعیت‌های این

آزمون کنترل حرکتی (MCT)^۱ و آزمون سازگاری (ADT)^۲ است (۲۵)؛ سیستم پاسچروگرافی پویای رایانه‌ای دارای سیستم هوشمند برای جلوگیری از لغزش و افتادن افراد است؛ براین‌اساس در حین ارزیابی کنترل پاسجر، سن و قد فرد به سیستم داده می‌شود و براساس آن اگر فرد، خود را خم کند یا جابه‌جایی در پاها روی صفحه‌های نیرو مشاهده شود، سیستم به‌طور خودکار متوقف می‌شود؛ همچنین این سیستم دارای بلت‌های مخصوصی است که برای کودکان تا سن ۴ سالگی و افراد سالمند مورد استفاده قرار می‌گیرند؛ این بلت‌ها به سینه و لگن فرد متصل می‌شوند تا از هرگونه آسیب احتمالی جلوگیری شود. در این تحقیق از آزمون سازماندهی حسی (SOT) استفاده شد؛ این آزمون، عملکرد هریک از سیستم‌های حس عمقی، دهلیزی و بینایی را در کنترل پاسجر ارزیابی می‌کند و دارای شش وضعیت است (شکل ۱)؛ در سه وضعیت اول، صفحه‌های نیرو ثابت و در سه وضعیت دیگر در جهت‌های قدامی و خلفی حرکت می‌کنند؛ در وضعیت اول، فرد روی سیستم قرار می‌گیرد به‌طوری‌که تمامی اطلاعات حسی درگیر در کنترل پاسجر در دسترس‌اند؛ در وضعیت دوم، آزمودنی با چشم‌بند مورد آزمون قرار می‌گیرد (حذف اطلاعات سیستم بینایی)؛ در وضعیت سوم، چشم‌های فرد باز است اما محیط بینایی متحرک است به‌طوری‌که به ارائه آرایه‌های نادرست بینایی منجر می‌شود؛ در وضعیت چهارم، صفحه‌های نیرو متحرک‌اند لذا اطلاعات حس عمقی حذف می‌شوند؛ در وضعیت پنجم، چشم‌ها با چشم‌بند بسته می‌شوند و صفحه نیروی متحرک نیز باعث حذف اطلاعات حس عمقی می‌شود؛ در این وضعیت، اطلاعات سیستم دهلیزی در کنترل پاسجر مورد آزمون قرار می‌گیرند و در وضعیت ششم نیز اطلاعات سیستم دهلیزی در کنترل پاسجر مورد ارزیابی قرار می‌گیرند به‌طوری‌که اطلاعات حس عمقی حذف شده‌اند و به فرد، آرایه‌های نامناسب بینایی ارائه می‌شوند. مدت زمان هر وضعیت آزمون ۲۰

^۱ - Motor Control Test (MCT)

^۲ - Adaptation Test (ADT)

یک‌راهه و آزمون تعقیبی بونفرونی برای تحلیل داده‌ها در سطح $P < 0/05$ استفاده شد.

نتایج

میانگین و انحراف استاندارد قد، وزن و شاخص توده بدنی آزمودنی‌های شرکت‌کننده در تحقیق حاضر در جدول ۱ ارائه شده است؛ همچنین در جدول ۲ نیز میانگین و انحراف استاندارد نمرات کنترل پاسچر آزمودنی‌ها در هر شش وضعیت مورد ارزیابی ارائه شده است.

آزمون، نمره ۰ تا ۱۰۰ به‌عنوان شاخص کنترل پاسچر فرد ارائه می‌شود. شایان اشاره است که براساس پروتکل دستگاه پاسچروگرافی پویای رایانه‌ای، تمامی آزمودنی‌ها در هریک از وضعیت‌ها سه‌بار آزمون شدند و میانگین شاخص کنترل پاسچر در سه‌بار آزمون مورد استفاده قرار گرفت (۱۸).

روش‌های تحلیل داده‌ها

از شاخص‌های آمار توصیفی (میانگین و انحراف استاندارد) برای توصیف داده‌ها و همچنین از شاخص‌های آمار استنباطی نظیر آزمون تحلیل واریانس

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد قد، وزن و شاخص توده بدنی آزمودنی‌های تحقیق

بزرگسالان سال ۲۵ تا ۲۲	پسران سال ۱۵ تا ۱۳	پسران سال ۱۲ تا ۱۰	پسران سال ۹ تا ۷	پسران سال ۴ تا ۶	گروه‌های سنی متغیرهای مورد اندازه‌گیری
۷۲.۴۶±۴.۲۵	۵۸.۴۱±۳.۷۰	۳۵.۲۰±۳.۵۱	۲۴.۷۷±۲.۳۲	۱۹.۵۲±۲.۷۸	وزن (کیلوگرم)
۱.۸۰±۰.۱۰۰	۱.۶۵±۰.۰۵۳	۱.۳۸±۰.۰۷۳	۱.۲۸±۰.۰۴۶	۱.۱۵±۰.۰۴۴	قد (متر)
۲۲.۲۱±۱.۵۴	۲۱.۴۷±۲.۲۴	۱۸.۵۱±۲.۵۵	۱۵.۱۶±۱.۷۷	۱۴.۷۷±۲.۶۲	شاخص توده بدنی (BMI)

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد شاخص کنترل پاسچر آزمودنی‌های تحقیق در شش وضعیت مورد ارزیابی

بزرگسالان سال ۲۵ تا ۲۲	پسران سال ۱۵ تا ۱۳	پسران سال ۱۲ تا ۱۰	پسران سال ۹ تا ۷	پسران سال ۴ تا ۶	گروه‌های سنی وضعیت‌های مورد اندازه‌گیری
۹۳.۵۲±۱.۸۶	۹۰.۰۸±۱.۰۵	۸۷.۷۲±۳.۲۱	۸۴.۷۷±۵.۶۱	۷۹.۵۱±۵.۸۱	وضعیت اول (C1)
۸۸.۹۸±۱.۱۳	۸۷.۹۸±۱.۴۴	۸۴.۷۳±۳.۷۹	۷۷.۳۶±۱.۲۴	۷۳.۵۳±۳.۳۰	وضعیت دوم (C2)
۸۷.۶۵±۱.۳۸	۸۴.۵۵±۱.۳۵	۸۰.۴۶±۲.۵۶	۷۵.۸۵±۲.۴۷	۷۰.۰۱±۲.۲۴	وضعیت سوم (C3)
۸۶.۴۵±۱.۵۹	۸۵.۵۲±۱.۴۷	۸۱.۴۷±۲.۹۲	۵۶.۳۷±۱.۲۳	۵۰.۶۷±۲.۱۸	وضعیت چهارم (C4)
۶۱.۱۲±۲.۱۷	۴۴.۹۷±۱.۳۵	۴۱.۰۹±۱.۱۶	۳۵.۸۰±۲.۲۰	۲۹.۴۰±۲.۶۷	وضعیت پنجم (C5)
۵۷.۲۷±۱.۵۱	۴۱.۶۵±۲.۷۷	۳۵.۲۵±۱.۶۶	۲۹.۲۱±۱.۹۵	۲۳.۵۱±۱.۶۳	وضعیت ششم (C6)

این آزمون نشان‌دادند که میانگین نمرات کنترل پاسچر گروه‌های مورد مطالعه در تمامی وضعیت‌های حسی ارزیابی شده در سطح $P < 0/05$ معنی‌دار است (جدول ۳).

برای تعیین تفاوت معنی‌دار در گروه‌های سنی مورد مطالعه در هریک از شش وضعیت حسی مورد ارزیابی از آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه به‌کارگرفته شد. نتایج

جدول ۳. نتایج تحلیل واریانس یک‌راهه برای مقایسه کنترل پاسچر آزمودنی‌های تحقیق در هر شش وضعیت مورد ارزیابی

P	F	df	مجذور میانگین	مجموع مربعات	منابع تغییر	وضعیت‌های مورد ارزیابی
*۰/۰۰۱	۳۹۳.۱۸۷	۴	۱۱۹۵.۱۱۱	۴۷۸۰.۴۴۴	بین گروهی	وضعیت اول (C1)
		۱۹۵	۳.۰۴۰	۵۹۲.۷۱۲	درون گروهی	
		۱۹۹	-----	۵۳۷۳.۱۵۵	مجموع	
*۰/۰۰۲	۴۴۳.۸۶۷	۴	۱۸۳۹.۵۷۳	۷۳۵۸.۲۹۲	بین گروهی	وضعیت دوم (C2)
		۱۹۵	۴.۱۴۴	۸۰۸.۱۶۳	درون گروهی	
		۱۹۹	-----	۸۱۶۶.۴۵۵	مجموع	
*۰/۰۰۱	۷۳۰.۱۷۰	۴	۱۹۶۲.۳۸۰	۷۸۴۹.۵۲۰	بین گروهی	وضعیت سوم (C3)
		۱۹۵	۲.۶۸۸	۵۲۴.۰۷۵	درون گروهی	
		۱۹۹	-----	۸۳۷۳.۵۹۵	مجموع	
*۰/۰۰۱	۳۴۹۹.۳۷۲	۴	۱۱۶۶۷.۸۳۰	۴۶۶۷۱.۳۲۰	بین گروهی	وضعیت چهارم (C4)
		۱۹۵	۳.۳۳۴	۵۶۰.۲۰۱	درون گروهی	
		۱۹۹	-----	۴۷۶۲۱.۵۲۱	مجموع	
*۰/۰۰۱	۱۸۴۵.۱۵۳	۴	۵۷۱۸.۳۱۸	۲۲۸۷۳.۲۷۰	بین گروهی	وضعیت پنجم (C5)
		۱۹۵	۳.۰۹۹	۶۰۴.۳۲۵	درون گروهی	
		۱۹۹	-----	۲۳۴۷۷.۵۹۵	مجموع	
*۰/۰۰۱	۱۷۶۰.۸۵۴	۴	۶۷۸۱.۴۷۵	۲۷۱۲۵.۹۰۰	بین گروهی	وضعیت ششم (C6)
		۱۹۵	۳.۸۵۱	۷۵۰.۹۷۵	درون گروهی	
		۱۹۹	-----	۲۷۸۷۶.۸۷۵	مجموع	

*معنی‌داری در سطح $P < 0.05$

کنترل پاسچر نسبت به گروه‌های دیگر کسب کردند؛ در وضعیت چهارم (حرکت صفحه نیرو و حذف اطلاعات حس عمقی)، پسران ۱۳ تا ۱۵ سال به کنترل پاسچری مشابه با افراد بزرگسال دست یافتند به طوری که تفاوتی معنی‌دار میان این دو گروه مشاهده نشد ($P > 0.05$)، اما تفاوت میان گروه‌های دیگر معنی‌دار بود ($P < 0.05$)؛ در وضعیت‌های پنجم (حذف اطلاعات حس عمقی و بینایی) و ششم (حذف اطلاعات حس عمقی و ایجاد آرایه‌های نامناسب بینایی) نیز که صفحه نیرو متحرک بود، پسران مورد مطالعه در گروه‌های سنی مختلف نتوانستند به نمرات کنترل پاسچری مشابه با افراد بزرگسال دست یابند و نمرات به دست آمده در مقایسه با افراد بزرگسال در سطح $P < 0.05$ معنی‌دار بود (جدول ۴).

برای تعیین محل معنی‌داری نمرات کنترل پاسچر در گروه‌های مورد مطالعه از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد؛ نتایج این آزمون در جدول ۴ ارائه شده‌اند. براین اساس، نتایج آزمون بونفرونی نشان دادند در وضعیت اول که هر سه سیستم‌های حسی فرد (سیستم بینایی، دهلیزی و حس عمقی) در دسترس قرار دارند، تا سن ۱۵ سالگی پسران به کنترل پاسچری مشابه با افراد بزرگسال دست نمی‌یابند؛ همچنین، نتایج این آزمون در وضعیت دوم (استفاده از چشم‌بند) نشان دادند میان گروه سنی ۱۳ تا ۱۵ سال با افراد بزرگسال، تفاوتی معنی‌دار وجود ندارد ($P > 0.05$)، اما تفاوت میان گروه‌های دیگر معنی‌دار بود؛ همچنین در وضعیت سوم (ایجاد آرایه‌های نامناسب بینایی) نیز نتایجی مشابه همانند وضعیت اول به دست آمد. به طور کلی، در وضعیت‌های دوم و سوم پسران ۴ تا ۶ سال و ۷ تا ۹ سال نمراتی کمتر را در

جدول ۴. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی برای تعیین معنی‌داری در گروه‌های مختلف و شرایط مورد ارزیابی

۲۲ تا ۲۵ سال	۱۳ تا ۱۵ سال	۱۰ تا ۱۲ سال	۷ تا ۹ سال	۴ تا ۶ سال	
*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۳	-----	۴ تا ۶ سال
*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	-----	*۰/۰۰۳	۷ تا ۹ سال
*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۴	-----	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	۱۰ تا ۱۲ سال
*۰/۰۳۱	-----	*۰/۰۰۴	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	۱۳ تا ۱۵ سال
-----	*۰/۰۳۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	۲۲ تا ۲۵ سال
*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۲	-----	۴ تا ۶ سال
*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	-----	*۰/۰۰۲	۷ تا ۹ سال
*۰/۰۰۱	*۰/۰۱۱	-----	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	۱۰ تا ۱۲ سال
+۰/۲۷۳	-----	*۰/۰۱۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	۱۳ تا ۱۵ سال
-----	+۰/۲۷۳	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	۲۲ تا ۲۵ سال
*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۲	-----	۴ تا ۶ سال
*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	-----	*۰/۰۰۲	۷ تا ۹ سال
*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۲	-----	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	۱۰ تا ۱۲ سال
*۰/۰۲۵	-----	*۰/۰۰۲	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	۱۳ تا ۱۵ سال
-----	*۰/۰۲۵	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	۲۲ تا ۲۵ سال
*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۴	-----	۴ تا ۶ سال
*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	-----	*۰/۰۰۴	۷ تا ۹ سال
*۰/۰۰۱	*۰/۰۲۳	-----	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	۱۰ تا ۱۲ سال
+۰/۰۹۱	-----	*۰/۰۲۳	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	۱۳ تا ۱۵ سال
-----	+۰/۰۹۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	۲۲ تا ۲۵ سال
*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۲	-----	۴ تا ۶ سال
*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	-----	*۰/۰۰۲	۷ تا ۹ سال
*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	-----	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	۱۰ تا ۱۲ سال
*۰/۰۱۲	-----	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	۱۳ تا ۱۵ سال
-----	*۰/۰۱۲	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	۲۲ تا ۲۵ سال
*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	-----	۴ تا ۶ سال
*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	-----	*۰/۰۰۱	۷ تا ۹ سال
*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۳	-----	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	۱۰ تا ۱۲ سال
*۰/۰۱۵	-----	*۰/۰۰۳	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	۱۳ تا ۱۵ سال
-----	*۰/۰۱۵	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	۲۲ تا ۲۵ سال

*معنی‌داری در سطح $P < 0.05$

بحث و نتیجه‌گیری

جدیدترین نظریه‌های مرتبط با کنترل پاسچر مانند نظریه نظام‌های پویا پیشنهاد می‌کنند که کنترل قامت، نتیجه تعاملی پیچیده و پویا از عوامل مختلف به‌ویژه سیستم‌های عضلانی، اسکلتی و عصبی است که به‌صورت کلی به‌عنوان سیستم کنترل پاسچر نام‌گذاری شده‌است (۲۰۱۹). روسکر و همکاران^۱ (۲۰۱۱) و گارسیا و همکاران^۲ (۲۰۱۱) معتقدند ایستادن در حالت قائم^۳ به‌عنوان یکی از مهم‌ترین حرکات بنیادی در انسان محسوب می‌شود و به‌طور ذاتی بی‌ثبات است؛

بنابراین، سیستم کنترل پاسچر باید به‌طور مداوم برای حفظ ثبات بدن فعال باشد (۲۱ و ۲۲)؛ لذا اطلاعات سیستم‌های حسی در ساقه مغز و مخچه و سپس توسط کرتکس مغز برای تصحیح و حفظ ثبات پاسچر، جمع‌آوری و پردازش می‌شوند (۲۲ و ۲۳)؛ به‌طوری‌که هماهنگی و همکاری این سیستم‌ها به کنترل پاسچر مطلوب منجر می‌شود (۳ و ۱۰)؛ براین‌اساس، هدف از تحقیق حاضر، تأثیر دستکاری سیستم‌های حسی (بینایی، حس عمقی و دهلیزی) بر کنترل پاسچر پسران ۴ تا ۱۵ سال بود. نتایج تحقیق حاضر نشان دادند در وضعیت اول که هر سه سیستم بینایی، حس عمقی و دهلیزی در

¹ - Rosker et al.

² - Garcia et al.

³ - Upright Standing

هسو و همکاران (۲۰۰۹)، پترسون و همکاران (۲۰۰۶) و هیرابایاشی و ایواساکی (۱۹۹۵) همسو است (۵، ۱۵ و ۱۷)؛ براین اساس، هیرابایاشی و ایواساکی (۱۹۹۵) با استفاده از دستگاه پاسچروگرافی دریافتند سازماندهی سیستم بینایی در ثبات کنترل پاسچر در ۱۵ سالگی مشابه افراد بزرگسال است در حالی که سازماندهی سیستم دهلیزی هنوز هم در این سن در حال رشد و بالیدگی است و مشابه افراد بزرگسال نیست؛ این محققان بیان کرده‌اند افراد در سن ۱۵ سالگی، کمتر به اطلاعات سیستم بینایی برای کنترل پاسچر خود وابسته‌اند، لذا در غیاب این اطلاعات می‌توانند از اطلاعات حس عمقی به‌طور مناسبی از کنترل پاسچری مشابه با افراد بزرگسال استفاده کنند (۱۷)؛ همچنین، آگوستینی و همکاران^۴ (۲۰۱۳) و اسمیت و همکاران^۵ (۲۰۱۲) معتقدند در کنترل پاسچر، حس عمقی، نقشی بسیار مهم در تأمین ثبات عملکردی ایفا کرده، پس از بینایی به‌عنوان مهم‌ترین حس آوران محسوب می‌شود؛ لذا این محققان بیان کرده‌اند در غیاب دروندادهای سیستم بینایی، اطلاعات حس عمقی، نقشی بسیار مهم را در کنترل پاسچر ایفای می‌کنند (۲۴ و ۲۵).

از سوی دیگر در وضعیت سوم نیز نتایج مشابه همانند وضعیت اول به‌دست‌آمد. به‌طور کلی، در وضعیت‌های دوم و سوم، پسران ۴ تا ۶ سال و ۷ تا ۹ سال نمراتی کمتر را در کنترل پاسچر نسبت به گروه‌های دیگر کسب کردند؛ این موضوع را می‌توان این‌گونه تبیین کرد که پسران تا سن ۹ سالگی به‌شدت به اطلاعات بینایی برای کنترل پاسچر خود وابسته‌اند. نتایج به‌دست‌آمده در این قسمت با نتایج تحقیق‌های کوسینیر و همکاران (۲۰۱۱)، کامبرورس و همکاران (۲۰۰۷)، فربر و همکاران (۲۰۰۷) همسو است (۱۳، ۱۶ و ۱۸)؛ در این خصوص، فربر و همکاران (۲۰۰۷) بیان کردند که حتی با دستکاری اطلاعات بینایی، افراد بزرگسال می‌توانند کنترل پاسچر خود را در حدی بهینه حفظ کنند؛

دسترس فرد قرار دارند، پسران تا سن ۱۵ سالگی نیز نتوانستند به کنترل پاسچری مشابه با افراد بزرگسال دست‌یابند؛ نتایج به‌دست‌آمده در این قسمت با نتایج مطالعات رینالدی و همکاران (۲۰۰۹)، فربر و همکاران^۱ (۲۰۰۷)، کامبرورس و همکاران^۲ (۲۰۰۷) و هیرابایاشی و ایواساکی^۳ (۱۹۹۵) همسو است (۱۰، ۱۶، ۱۷ و ۱۸)؛ در این خصوص، کامبرورس و همکاران (۲۰۰۷) مطالعه‌ای را روی کودکان ۵ تا ۱۷ سال با استفاده از سیستم پاسچروگرافی پویای رایانه‌ای انجام دادند؛ نتایج این مطالعه نشان دادند تا سن ۱۶ تا ۱۷ سالگی افراد نمی‌توانند به‌طور مناسبی از اطلاعات حسی به‌ویژه اطلاعات سیستم دهلیزی مشابه با افراد بزرگسال استفاده کنند؛ آنها در تبیین نتایج خود بیان کردند بالیدگی و یکپارچگی نهایی عملکرد مخچه و فعالیت‌های منظم و سازماندهی‌شده ساختارهای مشبک در ساقه مغزی و همچنین ساختارهای دهلیزی برای کنترل پاسچری مشابه با افراد بزرگسال مورد نیاز است به‌طوری‌که تا سن ۱۶ تا ۱۷ سالگی نیز افراد به چنین عملکردی دست‌نمی‌یابند (۱۶)؛ همچنین هیرابایاشی و ایواساکی (۱۹۹۵) نیز مطرح کردند با توجه به آنکه سیستم کنترل پاسچر از شبکه‌ها و سیستم‌های چندگانه عصبی، حسی و حسی-حرکتی (مانند سیستم عصبی مرکزی، مخچه، حس پیکری و عمقی، سیستم بینایی و دهلیزی) تشکیل شده است؛ بنابراین این سیستم‌ها تا سن ۱۵ سالگی برای حفظ کنترل پاسچری همانند افراد بزرگسال به‌طور کامل سازماندهی نشده‌اند (۱۷).

نتایج تحقیق حاضر در وضعیت دوم نشان دادند میان گروه سنی ۱۳ تا ۱۵ سال با افراد بزرگسال، تفاوتی معنی‌دار وجود ندارد، اما تفاوت میان گروه‌های دیگر معنی‌دار بود؛ لذا براساس، نتایج به‌دست‌آمده در این وضعیت که شامل حذف اطلاعات بینایی است، پسران تا سن ۱۵ سالگی به کنترل پاسچری مشابه با افراد بزرگسال دست‌نمی‌یابند؛ این یافته با نتایج تحقیق‌های

¹ - Ferber et al.

² - Cumberworth et al.

³ - Harabayashi and Iwasaki

⁴ - Agostini et al.

⁵ - Smith et al.

بنابراین، می‌توان گفت که کودکان تا سن ۱۴ سالگی هنوز هم توانایی انتخاب و پردازش اطلاعات بینایی منحرف‌شده را همانند افراد بزرگسال ندارند (۱۸)؛ چرنگ و همکاران^۱ (۲۰۰۳) نیز معتقدند در این سنین درونداهای بینایی بر اطلاعات سیستم‌های حسی دیگر غالب است، به طوری که در غیاب این درونداها ثبات کنترل پاسچر، دچار افتی قابل ملاحظه می‌شود. آنها معتقدند کودکان تا سن ۱۳ تا ۱۴ سالگی در غیاب اطلاعات بینایی، توانایی انتخاب راهکارهای مناسب برای کنترل پاسچری مشابه با افراد بزرگسال را ندارند (۲۶).

در وضعیت چهارم نتایج نشان‌دادند که پسران ۱۳ تا ۱۵ سال به کنترل پاسچری مشابه همانند افراد بزرگسال دست‌یافتند به طوری که تفاوتی معنی‌دار میان این دو گروه مشاهده نشد؛ اما تفاوت میان گروه‌های دیگر معنی‌دار بود. نتایج به‌دست‌آمده بیانگر این امرند که پسران تا سن ۱۵ سالگی می‌توانند در غیاب اطلاعات حس عمقی به کنترل پاسچری مشابه با افراد بزرگسال دست‌یابند. نتایج به‌دست‌آمده با نتایج تحقیق‌های مسو و همکاران (۲۰۰۹)، پترسون و همکاران (۲۰۰۶) و میرابایاشی و ایواساکی (۱۹۹۵) همسو است (۵، ۱۵ و ۱۷)؛ در مقابل، اسپارتو و همکاران (۲۰۰۶) در مطالعه خود دریافتند کودکان ۷ تا ۱۲ سال و افراد بزرگسال، توانایی مشابهی برای استفاده از نشانه‌های بینایی برای کنترل پاسچر دارند، در حالی که کودکان در این سن نمی‌توانند از اطلاعات حس عمقی برای کنترل پاسچری مشابه با افراد بزرگسال استفاده کنند. آنها بیان کردند با توجه به آنکه تا سن ۱۲ سالگی، کودکان به شدت به اطلاعات سیستم بینایی برای کنترل پاسچر خود وابسته‌اند، تا این سن آنها توانایی یکپارچه‌کردن اطلاعات حاصل از حس عمقی را ندارند (۱۴).

گروه‌های سنی مختلف نتوانستند به نمرات کنترل پاسچری مشابه با افراد بزرگسال دست‌یابند و نمرات به‌دست‌آمده در مقایسه با افراد بزرگسال، معنی‌دار بود. با توجه به آنکه در وضعیت‌های پنجم و ششم، سیستم دهلیزی برای کنترل پاسچر در دسترس قراردارد، لذا نتایج به‌دست‌آمده بیانگر این امرند که تا سن ۱۵ سالگی، این سیستم هنوز هم به لحاظ سازماندهی و یکپارچگی با سیستم‌های حسی درگیر در کنترل پاسچر در حال رشد و بالیدگی است؛ نتایج به‌دست‌آمده در این قسمت نیز با نتایج مطالعات کورسینیر و همکاران (۲۰۱۱)، کامبرورس و همکاران (۲۰۰۷) و میرابایاشی و ایواساکی (۱۹۹۵) همسو است. کامبرورس و همکاران (۲۰۰۷) و فریر و همکاران (۲۰۰۷) بیان کردند که افراد تا سن ۱۴ سالگی، هنوز هم توانایی انتخاب و پردازش اطلاعات بینایی منحرف‌شده (وضعیت‌های سه و شش) و استفاده از اطلاعات سیستم دهلیزی را همانند افراد بزرگسال ندارند، لذا آنها معتقدند کنترل پاسچر هنوز هم در این سنین بالیده نشده است (۱۶ و ۱۸)؛ بنابراین، رشد و بالیده‌شدن کنترل پاسچر در طول سال‌های بعد ممکن است با این موضوع مرتبط باشد که چگونه افراد به‌طور مؤثر و پویا منابع چندگانه حسی در دسترس را برای کنترل پاسچر بهینه و مطلوب تطبیق می‌دهند (۵ و ۱۴).

به‌طورکلی، نتایج تحقیق حاضر نشان‌دادند پسران مورد مطالعه تا سن ۱۵ سالگی، قادر به پردازش، سازماندهی و یکپارچگی اطلاعات حسی مؤثر بر کنترل پاسچر مشابه با افراد بزرگسال نیستند؛ لذا پیشنهاد می‌شود در تحقیق‌های آینده، محققان گروه سنی ۱۶ تا ۱۸ سال را نیز مورد بررسی قرار دهند تا بتوان به سن دقیق این یکپارچگی دست‌یافت؛ ازسوی دیگر با توجه به آنکه جامعه آماری، تحقیق حاضر را پسران ۴ تا ۱۵ سال تشکیل دادند، پیشنهاد می‌شود تحقیقی مشابه روی دختران با دامنه سنی مشابه انجام گیرد و نتایج آن با نتایج [این] تحقیق، مورد بررسی دقیق قرار گیرند؛ همچنین، علاوه بر سیستم‌های حسی بینایی، حس عمقی و دهلیزی، سیستم اسکلتی-عضلانی نیز نقشی مهم در

در وضعیت چهارم نتایج نشان‌دادند که پسران ۱۳ تا ۱۵ سال به کنترل پاسچری مشابه همانند افراد بزرگسال دست‌یافتند به طوری که تفاوتی معنی‌دار میان این دو گروه مشاهده نشد؛ اما تفاوت میان گروه‌های دیگر معنی‌دار بود. نتایج به‌دست‌آمده بیانگر این امرند که پسران تا سن ۱۵ سالگی می‌توانند در غیاب اطلاعات حس عمقی به کنترل پاسچری مشابه با افراد بزرگسال دست‌یابند. نتایج به‌دست‌آمده با نتایج تحقیق‌های مسو و همکاران (۲۰۰۹)، پترسون و همکاران (۲۰۰۶) و میرابایاشی و ایواساکی (۱۹۹۵) همسو است (۵، ۱۵ و ۱۷)؛ در مقابل، اسپارتو و همکاران (۲۰۰۶) در مطالعه خود دریافتند کودکان ۷ تا ۱۲ سال و افراد بزرگسال، توانایی مشابهی برای استفاده از نشانه‌های بینایی برای کنترل پاسچر دارند، در حالی که کودکان در این سن نمی‌توانند از اطلاعات حس عمقی برای کنترل پاسچری مشابه با افراد بزرگسال استفاده کنند. آنها بیان کردند با توجه به آنکه تا سن ۱۲ سالگی، کودکان به شدت به اطلاعات سیستم بینایی برای کنترل پاسچر خود وابسته‌اند، تا این سن آنها توانایی یکپارچه‌کردن اطلاعات حاصل از حس عمقی را ندارند (۱۴).

در وضعیت‌های پنجم (حذف اطلاعات حس عمقی و بینایی) و ششم (حذف اطلاعات حس عمقی و ایجاد آرایه‌های نامناسب بینایی)، پسران مورد مطالعه در

^۱- Cherg et al.

کنترل پاسچر ایفامی‌کنند، لذا پیشنهاد می‌شود در تحقیق‌های آینده، محققان به ارزیابی عضلات اسکلتی درگیر در کنترل پاسچر بپردازند.

منابع

1. Shumway-Cook A, Woollacott H. Motor control: Translating research into clinical practice. 2012, 4^{ed}, Chapter 7.
2. Woollacott H, Shumway-Cook A. changes in postural control across the life span: A systems approach. *Journal of Physical Therapy*, 1990; 70(12): 799-807.
3. Winter DA, Patla AE, Prince F, Ishac M, Gielo-Perczak K. Stiffness Control of Balance in Quiet Standing. *Journal of Neurophysiology*, 1998; 80(3): 1211-1221.
4. Winter DA, Prince F, Frank JS, Powell C, Zabjick KF. A unified theory regarding A/P and M/L balance in quiet stance. *Journal of Neurophysiology*, 1996; 75(6): 2334-2343.
5. Peterson L, Christou E, Rosengren S. Children achieve adult-like sensory integration during stance at 12-years-old. *Journal of Gait and Posture*, 2006; 23(4): 455-463.
6. Steindl R, Kunz K, Schrott-Fischer A, Scholtz W. Effect of age and sex on maturation of sensory systems and balance control. *Journal of Developmental Medicine & Child Neurology*, 2006; 48(6): 477-482.
7. Fitzpatrick R, McCloskey DI. Proprioceptive, visual and vestibular thresholds for the perception of sway during standing in humans. *Journal of Physiology*, 1994; 478(1): 173-186.
8. Neuringer M, Jeffrey BG. Visual development: neural basis and new assessment methods. *Journal of Pediatric*, 2003; 143(4): 87-95.
9. Breceelj J. From immature to mature pattern ERG and VEP. *Document Ophthalmology*, 2003; 107(3): 215-24.
10. Rinaldi M, Polastri F, Barela A. Age related changes in postural control in sensory reweighting. *Journal of Neuroscience letter*, 2009; 467(3): 225-229.
11. Rival C, Ceyte H, Olivier I. Developmental changes of static standing balance in children. *Journal of Neuroscience Letters*, 2005; 376(2): 133-136
12. Sobera M, Siedlecka B, syczewska M. Posture control development in children in children aged 2-7 years old based on the changes of repeatability of the stability indices. *Journal of Neuroscience letters*, 2011; 491(1): 13-17.
13. Cuisinier R, Olivier I, vaugoyeau M, nougier V, Assaiante CH. Reweighting of sensory inputs to control quiet standing in children from 7 to 11 and in adults. *Journal of PLOS One*, 2011; 6(5): 1-4.
14. Sparto P, Redfern S, Jasko J, Casselbrant M, Mandel M, Furman M. The influence of dynamic visual cues for postural control in children aged 7-12 years. *Journal of Experimental Brain Research*, 2006; 168(4): 505-516.
15. Hsu Y, Chen C, Yi-Ho Y. Assessing the development of balance function in children using stabilometry. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 2009; 73(5): 737-740
16. Comberworh L, Patel N, Kenyon S. The maturation of balance in children. *Journal of Laryngology and Otolaryngology*, 2007; 121(5): 449-454.
17. Hirabayashi S, Iwasaki Y. Developmental perspective of sensory organization on postural control. *Brain Development Journal*, 1995; 17(2): 111-113.
18. Ferber C, Ionescu E, Morlet T, Froehlich P, Dubreuil C. Balance in healthy individuals assessed with Equitest: Maturation and normative data for children and young adults. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 2007; 71(7): 1041-1046.
19. Ebrahimi Takamojani E, Nirbakhsh R, Basiri SH. The investigation of sensory information effect on upright balance control in different ages. *Iran Medical science University Journal*. 2000; 21(2): 171-176. (In Persian)
20. Alizadeh H, Raeesi J, Shirzad E, Bagheri L. The investigation of sensory information effect on upright balance control in athletes and non-athletes. *Journal of Sport and Movement Science*, 2009; 13(3): 21-30. (In Persian)
21. Rosker J, Markovic G, Sarabon N. Effects of vertical center of mass redistribution on body sway parameters during quiet standing. *Journal of Gait and Posture*, 2011; 33(3): 452-456.
22. Garcia C, Barela A, Viana R, Barela A. Influence of gymnastics training on the development of postural control. *Journal of Gait and Posture*, 2011; 492(1): 29-32.
23. Deliagina G, Beloozerova N, Zelenin V, Orlovsky N. Spinal and supra-spinal postural networks. *Journal of Brain Research Review*, 2008; 57(1): 212-221.
24. Agostini V, Chiaramello E, Canavese L, Bredariol C, Knaflitz M. Postural sway in volleyball players. *Human Movement Science*, 2013; 32(3): 445-456.
25. Smith WA, Ulmer F, Wong P. Gender differences in postural stability among children. *Journal of Human Kinetics*, 2012; 33(1): 25-32.
26. Cherng R, Lee H, Su C. Frequency spectral characteristics of standing balance in children and young adults. *Journal of Medical Engineering Physics*, 2003; 25(6): 509-513.

Daneshvar

Medicine

*Scientific-Research
Journal of Shahed
University
21st Year, No.111
June- July, 2014*

Received: 15/04/2014

Last revised: 08/06/2014

Accepted: 11/06/2014

The effect of sensory system manipulation on postural control in 4-15 year old boys

Amir Shams^{1*}, Mohammad Ali Aslankhani¹, Behrouz Abdoli¹, Hasan Ashayeri², Mehdi NamaziZadeh³

1. School of Physical Education and Sports Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
2. Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
3. School of Physical Education and Sports Sciences, Tehran University, Tehran, Iran

E-mail: amirshams85@gmail.com

Abstract

Background and Objective: The ability to control various body positions in space caused by a complex interaction of sensory, musculoskeletal and neural systems is generally defined as a postural control system. Thus, the purpose of the present study was to examine the effect of sensory systems manipulation on postural control in 4-15 year old boys.

Materials and Methods: The statistical sample included 160 boys with an age range of 4-14 years (in 4 age groups) and 40 males with an age range of 22-25 years that were selected based on inclusion and exclusion criteria. To evaluate postural control, the sensory organization test of computerized dynamic posturography system was used. This test is composed of 6 conditions and can assess the sensory systems that are involved in postural control. Also, weight, height and BMI of subjects were measured.

Results: The one-way ANOVA test results showed that there are significant differences in postural control among all groups. Based on the results of Bonferroni *post-hoc* test in condition 1, boys up to 15 years can not achieve to postural control similar to adults. Also, in condition 2, results showed that the differences between 13-15 year group and adults were not significant, but the differences between other age groups were significant ($p < 0.05$). Furthermore, in condition 3, the results were similar to condition 1. The 13-15 year group (condition 4) achieved to postural control similar to adults, so that there was no significant difference between these groups ($p > 0.05$). In conditions 5 and 6, subjects in all age groups were not able to achieve postural control similar to adults ($p < 0.05$).

Conclusion: According to the results of the present research, it seems that boys up to 15 years could not process, integrate and organize sensory systems information similar to adults.

Keywords: Visual system, Proprioception, Vestibular system, Computerized dynamic posturography