

تعامل بین درون داده‌های بینایی و حسی - عمقی برای کنترل دینامیکی پوسچر در افراد سالم

چکیده

یاسین حسینی^۱،
نادر فرهپور^{*۱}

۱. گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

دریافت: ۱۳۹۵/۷/۱ پذیرش: ۱۳۹۶/۲/۶

هدف: ضعف تعادل باعث افزایش خطر سقوط در افراد مختلف می‌شود. تحقیقات متعددی نقش سیستم‌های حسی را در حفظ تعادل مورد بررسی قرار داده‌اند. اما غالب تحقیقات پیشین مبتنی بر شرایط ایستا بوده‌اند. هدف این تحقیق بررسی کنترل پوسچر افراد سالم هنگام ایجاد آشفتگی در سطح اتکاء با چشمان باز و بسته بود.

روش‌ها: تعداد ۱۴ نفر مرد سالم در این مطالعه شرکت نمودند. برای سنجش توانایی کنترل دینامیکی پوسچر، آزمودنی روی یک گاری چهار چرخ می‌ایستادند. نیرویی معادل ۱۰٪ وزن بدن آزمودنی، به‌طور ناگهانی باعث حرکت گاری به سمت جلو می‌شد. با استفاده از یک سیستم تحلیل حرکتی با دوربین‌های پرسرعت (Falcon) میزان دامنه‌ی حرکتی مفاصل بدن اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد دامنه حرکتی مفاصل سر، تنه، ران، زانو و مچ پا به ترتیب برابر با است با $1/8 \pm$ ، $23/17$ ، $21/56 \pm 3/51$ ، $2/16 \pm 2/15$ ، $3/29 \pm 3/29$ ، $2/18 \pm 19/93$ با حذف عامل بینایی هنگام مواجهه با آشفتگی دامنه اکستنشن مفاصل به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد ($P=0/001$).

نتیجه‌گیری: هنگام بروز آشفتگی ناشی از حرکت سطح اتکا به جلو بیشترین حرکت در زانو رخ می‌دهد. از طرفی دیگر هماهنگی بین سیستم بینایی و دهلیزی در شرایط آشفتگی تعادلی بسیار مهم است. به این ترتیب افزایش هماهنگی بین سیستم بینایی و دهلیزی و تقویت عضلات اکستنسور زانو در افرادی که با خطر سقوط و بی‌تعادلی روبرو هستند می‌تواند مشکلات ناشی از افتادن را کاهش دهد.

کلید واژگان: آسیب‌های اسکلتی-عضلانی، آشفتگی تعادلی، افراد سالم، استراتژی حرکتی، رفلکس بینایی - دهلیزی

* نویسنده مسئول: گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

تلفن: ۰۹۱۸۱۱۳۸۱۶

E-mail:

naderfarahpour1@gmail.com

مقدمه

می‌افتد، درد جزء جداناپذیر تمامی این آسیب‌ها است. در نتیجه توانایی کنترل تعادل متعاقب بروز آشفتگی در پیشگیری از سقوط و برای از بین بردن درد ناشی از صدمات سقوط از اهمیت کلینیکی برخوردار است (۱و۲). افراد در طول فعالیت‌های روزمره از قبیل ایستادن‌های طولانی‌مدت، دویدن در بین جمعیت در حال عبور، با انواع مختلفی از آشفتگی‌های تعادلی مواجه می‌شوند، در این شرایط برای حفظ

از دیرباز افزایش عملکرد تعادلی گروه‌های مختلف جامعه مورد توجه محققین بوده است (۱). ضعف تعادل منجر به سقوط افراد می‌شود. به دنبال سقوط آسیب‌های اسکلتی عضلانی شامل کوفتگی عضلانی، آسیب‌های ستون فقرات، شکستگی اندام‌های فوقانی و تحتانی اتفاق

خارجی دارد. در شرایطی که هم سطح حمایت و هم سیستم بینایی دچار اختلال شوند می توان به بررسی نقش سیستم وستیبولار در بازیابی تعادل پرداخت (۱۴). مطالعه بر روی تأثیر هریک از درون داده های حسی بر حفظ تعادل از این جهت حائز اهمیت است که فیزیوتراپ ها و مربیان ورزشی از آن به عنوان یک راهبرد اصلی در طراحی پروتکل درمانی برای افزایش تعادل افراد استفاده می نمایند.

بیشتر سقوطها در شرایط دینامیکی از قبیل سر خوردن بر روی سطح خیس، تغییر جهت ناگهانی هنگام راه رفتن، برخورد با موانع هنگام راه رفتن، متحرک بودن سطح اتکا و... رخ می دهد (۲۰ و ۲۱). هنوز مکانیزم کنترل پوسچر، عملکرد سیستم - عصبی عضلانی بدن و سهم هریک از سیستم های حسی (وستیبولار، بینایی، و حسی عمقی) برای کنترل تعادل در شرایط بروز آشفتگی دقیقاً تعریف نشده است. این تحقیق با هدف بررسی اثر دست کاری سیستم های بینایی و حسی عمقی در کنترل پوسچر اجرا شد.

روش شناسی

در این تحقیق که از نوع نیمه تجربی-آزمایشگاهی است. تعداد ۱۴ فرد غیر ورزشکار (سن: $30/5 \pm 7/6$ سال، قد: $175/5 \pm 5/9$ سانتی متر، وزن: $77/6 \pm 12/31$ کیلوگرم) شرکت کردند. این افراد به طور تصادفی از بین افرادی که سابقه هیچ گونه فعالیت ورزشی نداشتند، انتخاب شدند. آزمودنی ها از بینایی طبیعی برخوردار بودند و همچنین هیچ گونه سابقه ای اختلال در سیستم دهلیزی، شنوایی، عصبی عضلانی، شکستگی و جراحی در اندام تحتانی و ستون مهره ای نداشتند. قبل از اجرای آزمون اهداف تحقیق برای آزمودنی ها توضیح داده شد و سپس آزمودنی ها فرم رضایت نامه را برای شرکت در این آزمون امضاء کردند.

قبل از شروع آزمون مارکرهایی به قطر ۲ سانتی متر بر روی سر (ناحیه پیشانی و پس سری)، هفتمین مهره گردنی، دهمین مهره سینه ای، سومین مهره کمری، اولین مهره خاجی، خار خاصره ای قدامی، برجستگی بزرگ استخوان ران، اپی کندیل خارجی ران، سرفوقانی استخوان نازک نی، قوزک خارجی پا، پاشنه و پنجمین متاتارسال کف پای آزمودنی ها نصب شد. این روش، تغییر یافته مدل Plug in gait می باشد که توسط سیستم نرم افزاری Eva 70 پذیرفته می شود و بر اساس روش زاویه ای Euler دامنه حرکتی مفاصل را اندازه گیری می کند. دو عدد مارکر هم بر روی لبه ی خارجی گاری قرار گرفت. سپس آزمودنی ها دست ها را به صورت

تعادل اطلاعات مربوط به وضعیت بدن در فضا و نیز وضعیت اندام های مختلف بدن نسبت به یکدیگر و محیط توسط سه سیستم بینایی، دهلیزی و حسی - عمقی به سیستم عصبی مرکزی ارسال می گردد. این اطلاعات پس از یکپارچه شدن در مغز مبنای دستورهای حرکتی و واکنش های عصبی عضلانی برای کنترل حرکتی و حفظ تعادل قرار می گیرند (۱-۳). در واقع تعامل بین این سه سیستم نقش بسیار مهمی در حفظ کنترل پوسچر افراد دارد و اختلال در هریک از این سیستم های حسی باعث بروز مشکلاتی در حفظ ثبات پوسچری و در نتیجه افزایش احتمال افتادن افراد می شود (۱-۵).

از سالیان گذشته محققین بسیاری در پی یافتن سهم هریک از سیستم های درگیر در تعادل بوده اند. در افراد بالغ بین عملکرد سیستم حسی عمقی و عملکرد تعادلی ارتباط تنگاتنگی وجود دارد (۶-۸). بعضی از محققین از حس عمقی به عنوان یک نیروی محرکه برای حفظ تعادل بدن یاد می کنند (۹).

در ورزشکاران ممکن است با توجه به نوع ورزش، میزان اتکای ورزشکاران به یک سیستم حسی بیشتر از گیرنده های حسی دیگر باشد به عنوان مثال Danion و همکارانش گزارش کردند ژیمناست ها نسبت به سایر گروه های ورزشی مانند فوتبال و هندبال فقدان بینایی را به صورت بهتری جبران می کنند (۱۰). از طرف دیگر Nagy و همکارانش در سال نشان دادند، ورزشکاران سه گانه برای حفظ تعادل به اندازه ورزشکاران سایر رشته ها به بینایی متکی نیستند (۱۱). نتایج متناقضی که در تحقیقات مختلف برای ورزشکاران رشته های مختلف ممکن است از آنجا ناشی شود که میزان تکیه بر سیستم بینایی تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله ویژگی های فردی، محیط و نوع وظیفه حرکتی و سطح مهارت قرار می گیرد (۱۲).

در شرایط بروز آشفتگی یا اختلال در عملکرد یک سیستم، سیستم عصبی مرکزی ممکن است بر سیستم های دیگر که بدون بروز اختلال اطلاعات مربوط به وضعیت بدن را به مغز ارسال می نمایند تکیه کند. براین اساس ممکن است که ایجاد اختلال در سیستم بینایی و تأثیر درون داده ای سیستم های حسی حرکتی و دهلیزی در تصمیم گیری مغز بیشتر شود (۹ و ۱۳).

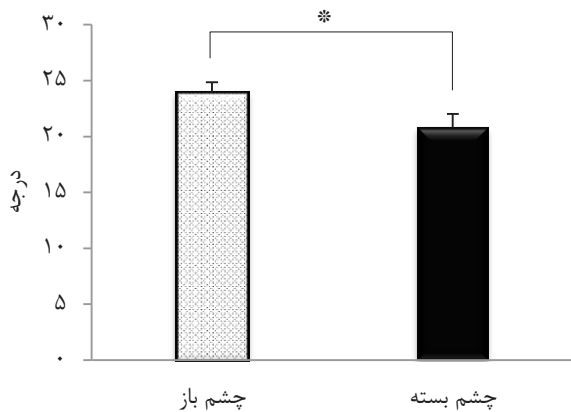
محققین نشان داده اند که برای افراد سالم این ترجیح وجود دارد که برای حفظ ثبات پوسچری از اطلاعات رسیده از حس سوماتوسنسوری استفاده کنند (۳). مطالعات زیادی در رابطه با نقش سیستم وستیبولار در حفظ و بازیابی تعادل صورت نگرفته است. بخصوص که این سیستم نقش بسیار مهمی در بازیابی تعادل هنگام مواجه با یک آشفتگی

به‌طور معنی‌داری فقط از دامنه حرکتی مچ بزرگ‌تر بود ($P=0/001$). در شرایط چشم بسته دامنه حرکتی مفصل زانو از سایر مفاصل بیشتر بود ($P<0/05$).

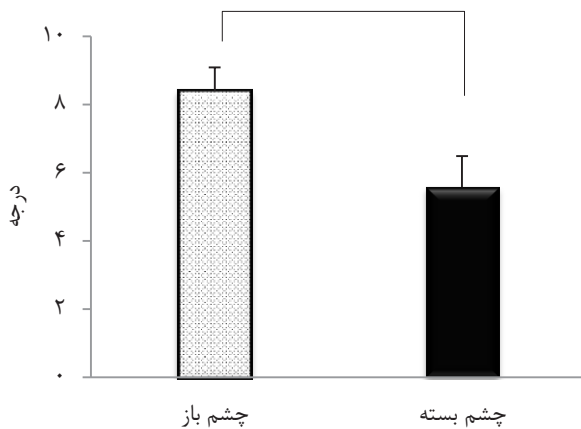
جدول ۱.

دامنه حرکتی کل هر مفصل در شرایط چشم باز و بسته (Mean ±SE)		
مفصل	چشم باز (میانگین)	چشم بسته (میانگین)
مچ پا (درجه)	۱۹/۹۳ ± ۲/۱۸	۱۸/۲۰ ± ۱/۷۴
زانو (درجه)	۳۲/۷۲ ± ۳/۲۹	۳۱/۸۹ ± ۲/۶۲
ران (درجه)	۲۲/۱۵ ± ۲/۱۶	۱۹/۰۹ ± ۱/۹۲
تنه (درجه)	۲۱/۵۶ ± ۳/۵۱	۱۶/۰۴ ± ۱/۶
سر(درجه)	۲۳/۱۷ ± ۱/۸	۱۸/۸۷ ± ۱/۹۲

با حذف عامل بینایی هنگام مواجه با آشفتگی در سطح اتکا دامنه حرکتی مفاصل به‌طور معنی‌داری کاهش یافت ($P=0/001$, $F=۲۶/۹۶$). نمودار ۱ میانگین کل میزان دامنه حرکتی همه مفاصل را نشان می‌دهد.

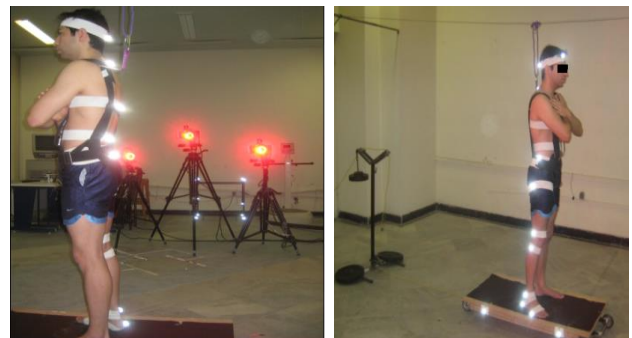


شکل ۱. دامنه حرکتی کل مفاصل (Mean ±SE)



شکل ۲. دامنه حرکتی فلکشن مفاصل (Mean ±SE)

ضربدری روی سینه قرار دادند و روی یک گاری چهار چرخ به ابعاد ۹۵ × ۶۰ سانتیمتر می‌ایستادند. فاصله قوزک داخلی پاها ۱۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. با استفاده از یک مکانیزم الکترومکانیکی و با استفاده از نیروی وزنه‌ای معادل ۱۰ درصد وزن بدن آزمودنی گاری به سمت جلو حرکت داده می‌شد. به‌طور میانگین گاری سرعت گاری $۲/۳ ± ۳۵$ سانتی‌متر بر ثانیه و به اندازه نیم متر جابجا می‌شد. زمان حرکت گاری برای آزمودنی نامعلوم بود. در ضمن همه آزمودنی‌ها راست پا بودند. در حین آزمایش از شرایط ایمنی مناسب و استفاده از یک مکانیزم نگهدارنده در برابر سقوط فرد استفاده شد. آزمایش در دو شرایط چشم باز و چشم بسته انجام گرفت و هر حالت ۵ بار تکرار شد. هنگام اجرای تست، حرکات بدن با سیستم آنالیز حرکتی ضبط و مقادیر دامنه حرکتی مفاصل در سطح ساجیتال اندازه‌گیری شد. این سیستم متشکل از ۳ دوربین پرسرعت فالکان (۲۰۰ هرتز) بود که خطای اندازه‌گیری آن‌ها برای تخمین فاصله دو مارکر کمتر از ۰/۲ میلی‌متر بود. برای رفع نویز و هموارسازی منحنی از فرکانس برشی ۶HZ استفاده شد. برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون Shapiro-Wilk و برای تجزیه و تحلیل آماری از روش آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های تکراری (ANOVA Repeated Measure) استفاده شد. کلیه عملیات آماری با نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ اجرا شد. سطح معنی‌داری در این پژوهش ($P ≤ 0/05$) در نظر گرفته شد.



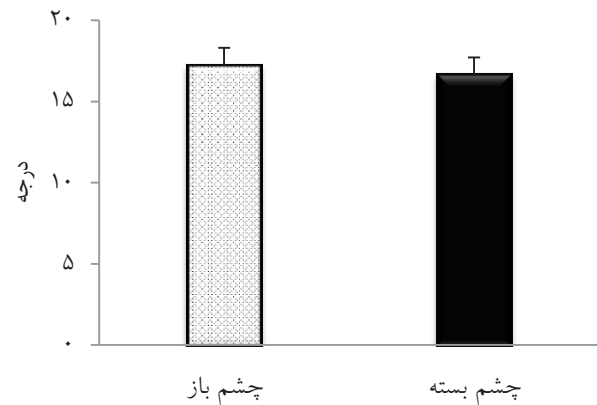
شکل ۱. نحوه قرارگیری مارکرها (الف، ب) و نحوه استقرار دوربین‌ها (ب)

نتایج

جدول ۱ دامنه حرکتی همه مفاصل را در دو حالت چشم باز و چشم بسته نشان می‌دهد. بر این اساس وقتی مفاصل به‌طور جداگانه بررسی شدند مقدار کاهش در دامنه حرکتی با حذف عامل بینایی در هیچ‌کدام از مفاصل معنی‌دار نبود ($P > 0/05$). در شرایط چشم باز دامنه حرکتی مفصل زانو

بینایی مختل و یا حذف شود، ثبات پوسچری نیز به خطر خواهد افتاد و از حس بینایی به عنوان یک منبع حسی غالب در ارائه اطلاعات مربوط به حفظ و بازیابی تعادل به سیستم عصبی مرکزی یاد می‌کنند که با نتایج ما در تحقیق حاضر ناهمسو است. تفاوت اصلی در نتایج به دست آمده توسط محققین مذکور با نتایج حاصل از این تحقیق در روش اجرای آزمایش بود چرا که در تحقیق‌های مذکور اکثراً برای ارزیابی تعادل ایستا از تست لکلک و برای ارزیابی تعادل پویا از تست ستاره و یا تست Y استفاده کرده‌اند. اما در تحقیق حاضر با اعمال آشفتگی در سطح اتکا به مطالعه عملکرد تعادلی افراد پرداختیم. اعمال نیرو در جهت قدامی به سطح اتکا باعث ایجاد گشتاور حرکتی در تمام اندام‌های بدن می‌شود از آنجاکه سر بیشترین فاصله از محل اعمال نیرو را دارد بنابراین بیشترین گشتاور حرکتی در سر ایجاد شده و باعث حرکت ناگهانی سر می‌شود (۱). هنگامی که سر و تنه به طور ناگهانی حرکت می‌کنند اطلاعات رسیده از کانال‌های نیم‌دایره‌ای باعث می‌شود که چشم در خلاف جهت حرکت سر بچرخد این هماهنگی بین درون‌دادهای حسی سیستم وستیبولار و بینایی معروف به رفلکس بینایی-دهلیزی است (۱۹ و ۲۰). اطلاعات مخایره شده از سیستم دهلیزی باعث نگهداری سر و گردن در حالت عمودی می‌شود و با رفلکس دهلیزی-بینایی حرکات چشم را کنترل می‌کند و باعث می‌شود چشم زمان کافی برای دریافت اطلاعات صحیح از محیط را داشته باشد (۲۱) از طرف دیگر محققین گزارش کرده‌اند در شرایطی که چشم به اندازه کافی بر روی یک جسم تمرکز نکند نمی‌تواند تصویری واضح از آن ارائه دهد (۲۲). با افزایش دامنه حرکتی سر و تنه چشم نمی‌تواند به اندازه کافی بر روی محیط اطراف تمرکز کرده در نتیجه تصویری واضح از محیط اطراف توسط سیستم بینایی به سیستم عصبی مرکزی منتقل نمی‌شود، این شرایط باعث افزایش نوسانات پوسچری می‌شود. به نظر می‌رسد عدم هماهنگی بین داده‌های سیستم بینایی و سیستم دهلیزی و عدم ایجاد رفلکس دهلیزی-بینایی مناسب، از جمله عامل‌های نوسانات پوسچری افراد حین اعمال آشفتگی به سطح اتکا در شرایط چشم باز باشد.

در تحقیق حاضر مشخص شد نوسانات پوسچری در شرایط چشم بسته به مراتب کمتر از شرایط چشم باز است. برای توجیه این مطلب می‌توان به تحقیقی که توسط Mohapatra و همکارانش در سال ۲۰۱۲ انجام شد (۹) اشاره نمود. همان‌طور که سامبیت و همکارانش نشان دادند هنگام مواجه شدن با آشفتگی در شرایط چشم بسته میزان انقباضات عضلانی به مراتب بیشتر از شرایط چشم باز است و افراد در چنین شرایطی از



شکل ۴. دامنه حرکتی اکستنشن مفاصل (Mean ±SE)

با حذف عامل بینایی میزان اکستنشن مفاصل به طور معنی‌داری کاهش یافت ($F=21/24, P=0/001$) (نمودار ۲). اما در میزان فلکشن مفاصل تغییری رخ نداد (نمودار ۳) ($F=0/347, P=0/566$).

بحث

هدف از تحقیق حاضر بررسی الگوی کنترل پوسچر افراد سالم حین اعمال آشفتگی به سطح اتکا در دو شرایط چشم باز و چشم بسته بود. با بررسی الگوی حرکت افراد مشخص شد هنگام حرکت سطح اتکا به سمت جلو در هر دو شرایط چشم باز و چشم بسته دو فاز حرکتی وجود دارد. در فاز اول، در میچ پلاتنار فلکشن، در ران، تنه و سر نیز اکستنشن رخ می‌دهد. این حرکات به صورت غیرارادی و در پاسخ به حرکت گاری در افراد ایجاد می‌شود. در فاز دوم که همان فاز مکانیسم‌های جبرانی برای بازیابی تعادل است در میچ دورسی فلکشن، زانو فلکشن، هیپ فلکشن، تنه فلکشن و در سر نیز فلکشن رخ می‌دهد. در زمینه الگوی حرکتی نتایج ما با نتایج Hwang و همکارانش همسو بود (۱۵). در تحقیق هوانگ و کیسیک مشخص شد، با حرکت سطح اتکا به سمت جلو، ابتدا عضله ساقی قدامی به صورت اکستریک متقبض شده و از پلاتنار فلکشن بیشتر میچ جلوگیری می‌کند. نتایج تحقیق حاضر نشان داد دامنه حرکتی مفاصل در شرایط چشم باز بیشتر از شرایط چشم بسته است. بسیاری از محققین به بررسی تأثیر درون‌داد بینایی در تعادل ایستا و پویا پرداخته‌اند از آن جمله می‌توان به تحقیق Danion (۱۰)، Demura (۱۶)، Meshkati (۱۷)، Mohapatra (۹) و Tomomitsu (۱۸) اشاره کرد تمام این محققین بر این باورند که حذف عامل بینایی باعث افزایش نوسانات پوسچری در افراد می‌شود به عبارت دیگر این مطالعات گزارش کردند که چنانچه حس

نتیجه گیری نهایی

از نتایج این تحقیق می‌توان در طراحی برنامه‌های آمادگی جسمانی افرادی که در شرایط ایستا به انجام فعالیت می‌پردازند و همچنین برای افزایش تعادل در افرادی که دچار اختلالات تعادلی هستند استفاده کرد به عبارت دیگر نتایج این تحقیق نشان داد که نقش هماهنگی بین سیستم دهلیزی و سیستم بینایی و همچنین حرکات مفصل زانو برای حفظ تعادل از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به فیزیوتراپ‌ها و مربیان ورزشی توصیه می‌شود در طراحی پروتکل‌های درمانی و برنامه‌های تمرینی به منظور افزایش عملکرد تعادلی افراد توجه به بهبود عملکرد رفلکس دهلیزی-بینایی و تقویت اکستنسورهای (عضلات چهار سر رانی) زانو را در دستور کار خود قرار دهند. تا از عواقب ناشی از افتادن جلوگیری شود.

استراتژی تحت عنوان فریز شدن استفاده می‌کنند. در نتیجه دامنه حرکتی مفاصل مختلف نیز کاهش می‌یابد و احتمالاً با کاهش قدرت انقباضی عضلات در اثر عواملی چون خستگی ناشی از کار روزانه، خستگی ناشی از آشفته‌گی مداوم و... مکانیزم فریز شدن نیز با شکست مواجه می‌شود و ثبات پوسچری فرد نیز دچار اختلال می‌شود. البته با توجه به فقدان دانش علمی در این زمینه نیاز به تحقیقات بیشتری احساس می‌شود.

محققین نقش سیستم وستیبولار را در شرایط آشفته‌گی تعادلی بسیار با اهمیت می‌دانند به عبارت دیگر می‌توان این‌گونه بیان کرد که هماهنگی بین سیستم وستیبولار و سیستم بینایی در راه‌اندازی رفلکس دهلیزی-بینایی هنگام اعمال آشفته‌گی تعادلی برای حفظ ثبات پوسچری بسیار حیاتی است (۲۲ و ۲۰).

نتایج این تحقیق نشان داد مفصل زانو در مواجه با آشفته‌گی بیشترین نوسان را داشته است اما تحقیقی برای مقایسه با این نتیجه یافت نشد. به نظر می‌رسد تقویت اکستنسورهای زانو (عضلات چهارسر رانی) در افزایش عملکرد تعادلی افراد بسیار مؤثر باشد.

References

- Mansfield A, Maki B. Are age-related impairments in change-in-support balance reactions dependent on the method of balance perturbation?. *Journal of biomechanics*. 2009;42(8):1023-1031.
- De Freitas, Paulo B, Christopher A. Knight, José A. Barela. Postural reactions following forward platform perturbation in young, middle-age, and old adults. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2010;20(4):693-700.
- Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Motor control: theory and practical applications*: Williams & Wilkins Baltimore: 1995.
- Hrysomallis C. Balance ability and athletic performance. *Sports medicine*. 2011;41(3):221-232.
- Tomaz A, Ganança M, Garcia A, Kessler N, Caovilla H. Postural control in underachieving students. *Brazilian journal of otorhinolaryngology*. 2014;80(2):105-110.
- Peterka R. Sensorimotor integration in human postural control. *Journal of neurophysiology*. 2002;88(3): 1097-1118.
- Barbieri, G, Gissot A, Fouque F, Casillas J, Pozzo T, Pérennou D. Does proprioception contribute to the sense of verticality?. *Experimental brain research*. 2008;185(4):545-552.
- Hassan B, Doherty S, Mockett S, Doherty M. Effect of pain reduction on postural sway, proprioception, and quadriceps strength in subjects with knee osteoarthritis. *Annals of the rheumatic diseases*. 2002;61(5):422-428.
- Mohapatra S, Vennila K, Alexander S. Aruin. Postural control in response to an external perturbation: effect of altered proprioceptive information. *Experimental brain research*. 2012;217(2):197-208.
- Danion F, Boyadjian A, Marin L. 2000. Control of locomotion in expert gymnast in the absence of vision. *J. sport Sci*. 18:809-814.
- Nagy E, Toth K, Janositz G, Kovacs G, Feher-Kiss A, Angyan L, Horvath G. Postural control in athletes participating in an ironman triathlon. *European journal of applied physiology*. 2004;92(4):407-413.
- Dault M, de Haart M, Geurts A, Arts I, Nienhuis B. Effects of visual center of pressure feedback on postural control in young and elderly healthy adults and in stroke patients. *Human movement science*. 2003;22(3):221-236.
- Suponitsky Y, Verbitsky O, Peled E, Mizrahi J. Effect of selective fatiguing of the shank muscles on single-leg-standing sway. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2008;18(4):682-689.
- Nashner L, Owen B. Wall. Adaptation to altered support and visual conditions during stance: patients with vestibular deficits.

- The Journal of Neuroscience.1982;2(5):536-544.
15. Hwang S, Tae K, Sohn R, Kim J, Son J, Kim Y. The balance recovery mechanisms against unexpected forward perturbation. *Annals of biomedical engineering*.2009;37(8):1629-1637.
16. Demura S, Yamaji S, Kitabayashi T, Yamada T, Uchiyama M. Attention of postural control on foot somatosensor disturbance caused by the compression of blood vessels. *J Hum Ergol (Tokyo)*.2008;37(1):91-102.
17. Meshkati Z, Namazizadeh M, Salavati M, Meshkati L. The comparison of the role of vision on static postural stability in athletes and nonathletes. *Iranian Rehabilitation Journal*.2010;8(11):50-53.
18. Tomomitsu M, Alonso C, Morimoto E, Bobbio T, Greve J. Static and dynamic postural control in low- vision and normal-vision adults. *Clinics*.2013;68(4):517-521.
19. Hall E, Guyton Hall Textbook of Medical Physiology: Enhanced E-book. Elsevier Health Sciences, 2010.
20. King M. Getting ahead of oneself: anticipation and the vestibulo-ocular reflex. *Neuroscience*.2013;236(1):210-219.
- Han B, Hyun S, Ji S. Vestibular rehabilitation therapy: review of indications, mechanisms, and key exercises. *Journal of Clinical Neurology*.2011;7(4): 184-196.
21. Guskiewicz M, David H. Research and clinical applications of assessing balance. *Journal of Sport Rehabilitation*.1996;5(1):45-63

The Interaction between Visual and Proprioception Information for Dynamic Postural Control in Healthy Individuals

Yasin Hoseini¹,
Nader Farahpour^{1*}

1. Department of sport biomechanics, University of Bu Ali Sina, Hamedan, Iran.

Abstract

Received: Sep. 22, 2016 Accepted: Apr. 26, 2017

Objective: Poor dynamic balance may expose an individual to the risk of falling. The role of proprioception systems have been well addressed in the literature; however, majority of previous studies have been conducted in static conditions. The main objective of this study was to evaluate the dynamic postural control of healthy individuals during perturbation on their base of support in eyes opened and closed conditions.

Methods: Forteen healthy men participated in this study. To measure dynamic postural ability, the subjects stood on a four wheel cart. Then using the force of a load equal to 10% of the subject's body mass, the cart was moved forward. A motion analysis system with Falcon cameras (240Hz) was used to quantify the kinematic variables of the head, trunk, hip, knee and ankle joints during the test. Tests were repeated while the eyes were closed. For statistical analysis repeated measure analysis of variance was used with $p < 0.05$.

Results: The range of motion in head, trunk, hip, knee and ankle joints were $23.17^\circ \pm 1.8$, $21.56^\circ \pm 3.51$, $22.15^\circ \pm 2.16$, $32.72^\circ \pm 3.29$ and $19.93^\circ \pm 2.18$ respectively. The results showed that closing eyes would result in the reduction of the range of motion in various joints.

Conclusion: The posture is controlled mostly by the motion in the knee joint rather than the hip or ankle joints. It is recommended to enhance the knee extensors to prevent falling in people with high risk of postural instability.

Keywords: Perturbation, Movement Strategy, Vestibulo-ocular Reflex

* Corresponding author:
Kinesiology Department, Bu-Ali Sina
University, Hamedan, Iran.
Tel: 09181113816
Email: naderfarahpour1@gmail.com

پروفسور نادر فرهپور، در سال ۱۹۹۶ درجه دکتری خود در رشته بیومکانیک را از دانشگاه مونترال دریافت کرد و در سال ۱۹۹۷ نیز در گروه ارتوپدی دانشکده پزشکی همان دانشگاه دوره فوق دکتری را نیز تکمیل نمود. در سال ۲۰۰۵-۲۰۰۶



نیز هیئت علمی نیمه وقت گروه حرکت شناسی دانشگاه اوتاوا در کشور کانادا گردید. در حال حاضر ایشان استاد تمام گروه بیومکانیک ورزشی در دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه بوعلی سینا و عضو هیئت علمی نیمه وقت دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان می باشد. زمینه تحقیقاتی ایشان، تجزیه و تحلیل راه رفتن در جمعیت های کلینیکی، عملکرد عضلات تنه در بیماران اسکولیوز، بیومکانیک مفصل شانه در ورزشکاران و تعادل و کنترل پوسچر می باشد. ایشان دارای بیش از ۶۰ مقاله علمی پژوهشی به زبان فارسی و ۹ مقاله نمایه شده در مجلات انگلیسی زبان می باشد.

دکتر یاسین حسینی، در سال ۱۳۹۵ درجه دکتری خود در رشته بیومکانیک ورزشی را از دانشگاه بوعلی سینا همدان دریافت کرد. زمینه تحقیقاتی ایشان، تجزیه و تحلیل راه رفتن در جمعیت های کلینیکی، کنترل پاسچر و بیومکانیک آسیب رباط



متقاطع قدامی می باشد. ایشان دارای ۶ مقاله علمی پژوهشی به زبان فارسی و بیش از ۱۰ مقاله در همایش های ملی و بین المللی می باشد.