

مقایسه تغییرات وابسته به سن بر عملکرد تعادلی در جوانان و سالمندان (مقاله پژوهشی)

منیره نوبهار^{۱*}، وحید نجانی^۲، سیدعلی حسینی^۳

چکیده:

مقدمه: هدف از مطالعه حاضر، بررسی تأثیرات سالمندی بر عملکرد تعادلی (ایستادن روی یک پا) تحت شرایط حسی مختلف می باشد.

روش بررسی: مطالعه مقطعی - مقایسه‌ای حاضر، در ۲۰ فرد جوان با دامنه سنی $(22/29 \pm 22/75)$ سال، و ۲۰ فرد سالمند با دامنه سنی $(4/16 \pm 65/1)$ سال، انجام شد. مدت زمان ایستادن افراد در تکلیف تعادلی (ایستادن روی یک پا) در سه وضعیت حسی در حضور و در غیاب بینایی روی سطح سخت و در غیاب بینایی روی سطح فوم توسط کرنومتر ثبت گردید. آزمون تی مستقل، جهت مقایسه هر یک از وضعیت‌های حسی در دو گروه، آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه برای بررسی هر سه وضعیت حسی در هر گروه و آزمون تحلیل واریانس دو طرفه جهت تعیین کارایی تکلیف تعادلی در دو گروه، مورد استفاده قرار گرفت.

یافته‌ها: تفاوت معناداری میان جوانان و سالمندان در تکلیف تعادلی تحت هر یک از سه وضعیت حسی مشاهده شد ($P < 0/05$).

نتیجه‌گیری: نتایج بیانگر اهمیت درون داده‌های حسی دخیل در کنترل وضعیتی با افزایش سن است. به‌علاوه، می‌توان از تست ایستادن بر روی یک پا، به عنوان یک ابزار بالینی در محیط‌های کلینیکی و نیز در مطالعات برای بررسی تأثیرات سالمندی استفاده نمود.

کلید واژه‌ها: تکلیف تعادلی، ایستادن روی یک پا، تأثیرات سالمندی

۱- کارشناس ارشد کاردرمانی، گروه آموزشی کاردرمانی دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی
* پست الکترونیک نویسنده مسئول: nobahar@uswr.ac.ir
۲- فوق دکترای علوم اعصاب شناختی، استادیار دانشگاه شهید بهشتی
۳- دکترای تخصصی کاردرمانی، استادیار دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی

مقدمه

افتادن، کاهش در تحرک در غیاب آموزش و فعالیت فیزیکی ایجاد می‌شود (۲،۳) و داده‌های آماری در زمینه ضایعات و حوادث در سالمندان، بیانگر این امر است که افتادن هفتمین علت مرگ در افراد بالای ۷۵ سال می‌باشد (۳).

مطالعات بسیاری به منظور تعیین اثرات سالمندی بر مکانیسم‌های کنترل وضعیتی صورت گرفته است، اما نتایج حاصل، با یکدیگر همسو نبوده و تناقض در یافته‌ها مشاهده می‌شود.

به‌عنوان مثال، افزایش نوسان بدن در سالمندان، بیشتر از جوانان گزارش شده (۴،۵)، در حالی که در برخی مطالعات تفاوتی میان سالمندان و جوانان مشاهده نشده است (۶،۷). بارلا (۲۰۰۶) دلیل این نتایج ناهمسو را ناشی از گوناگونی الگوهای آزمایشی، دامنه سنی افراد، روش‌های آنالیز مورد استفاده برای یافته‌های حاصل از صفحه نیرو و نوع تکالیف

کنترل وضعیتی که برای اکتساب و کنترل عملکردهای حرکتی از اهمیت بسیاری برخوردار است (۱)، برپایه یکپارچگی اطلاعات وستیبولار، بینایی، حس عمقی و لمسی و باز نمود درونی موقعیت بدن در فضا صورت می‌گیرد (۲)؛ در حالی که میزان مشارکت این سیستم‌ها در کنترل وضعیتی، تابع افت وابسته به سن می‌باشد. به‌عبارت دیگر، تأثیرات سالمندی بر سیستم‌های حسی - حرکتی دخیل در کنترل وضعیتی، به کاهش توانایی تعادلی افراد در دوران کهنسالی منجر می‌شود که مشکلاتی مانند زمین خوردن‌های مکرر را به دنبال دارد.

از سوی دیگر، پیامدهای ناگوار پس از زمین خوردن نیز (شکستگی گردن استخوان فمور) مشکل جدی برای سلامت عمومی افراد به شمار می‌رود. به‌علاوه، سندرم پس از افتادن در نتیجه عواملی از قبیل اضطراب، ترس از

گروه سالمند، راست دست بودن و نیز توانایی ایستادن بر روی یک پا حداقل به مدت ۱۵ ثانیه، معیارهای ورود به مطالعه بودند و معیارهای خروج عبارت بودند از داشتن اختلال افسردگی شدید، داشتن بیماری‌های نورولوژیک، داشتن مشکل شدید بینایی و شنوایی به طوری که فرد در تعادل دچار اختلال شود، وجود پاتولوژی حرکتی در اندام تحتانی به ویژه دفورمیتی و محدودیت حرکتی مفاصل اندام به گونه‌ای که انجام تکلیف تعادلی مورد نظر را با دشواری همراه سازد، وجود درد جسمی، افسردگی یا اختلال عملکرد اجتماعی بر اساس پرسشنامه سلامت عمومی (نمره زیر ۷/۵ از مطالعه حذف گردید). لازم به ذکر است جهت رعایت ملاحظات اخلاقی، از تمام شرکت‌کنندگان در پژوهش رضایت آگاهانه اخذ گردید. همچنین اطلاعات شخصی افراد، به صورت محرمانه حفظ و به آزمودنی‌ها اعلام گردید که آزمون‌های این تحقیق هیچ ضرری برای آن‌ها ندارد و می‌توانند در هر زمان که مایل باشند از شرکت در تحقیق انصراف دهند.

تکلیف تعادلی در مطالعه حاضر، ایستادن بر روی یک پا (ایستادن بر روی پای راست، بلند کردن پای چپ از روی زمین و قرار گرفتن دست‌ها بر روی ستیغ ایلیاک لگن)، تحت سه وضعیت حسی متفاوت، شامل ۱) در حضور بینایی و بر روی سطح سخت (ایستادن بر روی زمین) ۲) در غیاب بینایی و بر روی سطح فوم (استفاده از فوم برای کاهش درون‌دادهای حسی پیکری مورد نیاز برای کنترل وضعیتی مورد استفاده قرار می‌گیرد)^۳، اجرا شد. مدت زمانی که فرد می‌توانست در این وضعیت بایستد، توسط کرنومتر ثبت و به عنوان شاخصی برای کارایی فرد در آزمون تعادلی در نظر گرفته شد. خطاهایی که باعث متوقف ساختن زمان آزمون شدند، عبارت بودند از: بلند کردن دست‌ها از روی ستیغ ایلیاک لگن، باز کردن چشم‌ها در آزمون‌های چشم بسته، قدم برداشتن، حرکت دادن پای که بر روی زمین قرار داشت، تماس با زمین با پای دیگر که بالا نگه داشته

وضعیتی مورد استفاده در مطالعات مختلف می‌داند. تفاوت‌ها در کنترل وضعیتی، تنها در شرایطی که عملکرد سیستم کنترل وضعیتی به مخاطره می‌افتد، قابل مشاهده است، بنابراین نیازهای تکلیف بایستی به دقت کنترل گردد، به عبارت دیگر، توانایی سالمندان در تکالیف تعادلی ساده همانند جوانان است.

افزایش سطح دشواری عملکردهای تعادلی یا از طریق کاهش سطح اتکاء یا دستکاری و تغییر درون‌دادهای حسی مورد نیاز برای کنترل وضعیتی صورت می‌گیرد (۸). توانایی ایستادن روی یک پا، به عنوان یک ابزار بالینی برای بررسی عملکردهای تعادلی در اختلالات مربوط به تعادل و نیز افراد سالمند، مورد استفاده قرار می‌گیرد و مدت زمانی که فرد می‌تواند در این وضعیت بایستد، به عنوان شاخصی از توانایی تعادلی او در نظر گرفته می‌شود. تکالیفی از قبیل ایستادن با پاهای کنار هم و یا ایستادن تاندم که در مطالعات مختلف برای بررسی کارایی جوانان و سالمندان مورد استفاده قرار گرفته‌اند (۵،۶) به دلیل اثر کفی ناشی از سهولت تکلیف در هر دو گروه قادر به نشان دادن اثرات سنی نمی‌باشد، بنابراین، به نظر می‌رسد تکلیف ایستادن بر روی یک پا، به عنوان تکلیفی که نیازهای پردازشی بیشتری دارد، و از سوی دیگر همانند تکلیف ایستادن بر روی پنجه یک پا^۲ فاقد سطح دشواری بسیار بالایی است که باعث ایجاد اثر سقفی می‌شود و برای بررسی تغییرات وابسته به سن در عملکردهای تعادلی تکلیف مناسبی است. لذا، هدف از مطالعه حاضر، بررسی تأثیرات سالمندی بر عملکرد تعادلی تحت شرایط حسی مختلف می‌باشد.

روش بررسی

مطالعه حاضر از نوع مطالعات مقطعی - مقایسه‌ای و روش نمونه‌گیری از نوع در دسترس بود. نمونه شامل ۲۰ فرد جوان، (دانشجویان دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی)، و ۲۰ فرد سالمند (عضو کانون بازنشستگان آموزش و پرورش شهر تهران) بود. داشتن دامنه سنی بین ۲۰ الی ۳۰ سال برای گروه جوان و ۶۰ الی ۷۵ سال برای

3- 45 cm2 X 13 cm thick, density 5 60 kg/m3, load deflection 5 80 to 90

1- parallel standing

2- stork standing

مقایسه هر یک از حالات حسی دو گروه و آزمون تحلیل واریانس دوطرفه برای تعیین کارایی تکلیف تعادلی دو گروه استفاده شد.

یافته‌ها

مطالعه حاضر در ۲۰ فرد جوان با میانگین سنی ۲۲/۷۵ (۱۰ مرد و ۱۰ زن) و با میانگین سالهای تحصیلی ۱۵/۱۵ سال، و ۲۰ فرد سالمند با میانگین سنی ۶۵/۱ (۸ زن و ۱۲ مرد) و با میانگین سالهای تحصیلی ۱۴/۷ سال انجام شد. جدول ۱ مشخصات دموگرافیک هر یک از گروه‌های مورد بررسی را نشان می‌دهد.

شده بود و بلند کردن پاشنه پای راست از روی زمین. لازم به ذکر است که حداکثر مدت زمان برای آزمون‌های تعادلی صد ثانیه در نظر گرفته شده بود و در صورت مشاهده یکی از خطاهای مذکور، زمان تست متوقف می‌شد (تمام آزمون‌های تعادلی بدون کفش و با پای برهنه انجام شد). ترتیب اجرای هر یک از تکالیف به صورت تصادفی انتخاب می‌شد. روایی و پایایی آزمون مذکور برای این که سطح قابل قبولی را به عنوان ابزار ارزیابی در مطالعات دارا باشد، در حد قابل قبول، ۰/۶۶ گزارش شده است. تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۱،۵ انجام شد. از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه، برای مقایسه داده‌های سه وضعیت تعادلی، آزمون تی مستقل برای

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار مشخصات دموگرافیک گروه‌های مورد مطالعه

| مشخصات دموگرافیک | جوانان | | سالمندان | |
|------------------|------------------------|--|------------------------|--|
| | میانگین ± انحراف معیار | | میانگین ± انحراف معیار | |
| سن (سال) | ۲۲/۷۵ ± ۲/۲۹ | | ۶۵/۱ ± ۴/۱۶ | |
| قد (سانتیمتر) | ۱۷۰/۴۰ ± ۸/۵۸ | | ۱۶۸/۹۵ ± ۱۱/۳۵ | |
| وزن (کیلوگرم) | ۶۲/۴۰ ± ۱۰/۹۴ | | ۷۲/۹۵ ± ۹/۲۲ | |
| تحصیلات (سال) | ۱۵/۱۵ ± ۱/۵۶ | | ۱۴/۷ ± ۲/۰۸ | |

۴/۲۸۱ در تکلیف ایستادن روی یک پا با چشم بسته / روی سطح سخت، مقدار آماره تی ۳/۵۵۷ و در تکلیف ایستادن روی یک پا با چشم بسته / روی سطح فوم مقدار تی ۳/۳۹ بود که حاکی از وجود اختلاف معناداری بین دو گروه بود ($P < ۰/۰۵$).

آزمون تی مستقل، برای مقایسه میانگین‌های سه وضعیت حسی تعادل، در دو گروه جوانان و سالمندان، استفاده شد. همان‌طور که در جدول ۲ آمده است، در هر سه وضعیت حسی، اختلاف معناداری به لحاظ آماری در دو گروه وجود داشت؛ (نمودار ۱) بدین ترتیب که در شرایط ایستادن روی یک پا با چشم باز/ روی سطح سخت، آماره تی

جدول ۲. آزمون t، مقایسه میانگین وضعیت تعادلی در گروه جوانان و سالمندان

| متغیر وابسته | جوانان | | سالمندان | | سطح معنی داری |
|--------------------------|------------------------|--|------------------------|--|---------------|
| | میانگین ± انحراف معیار | | میانگین ± انحراف معیار | | |
| با چشم باز/ روی سطح سخت | ۱۵/۴۰ ± ۸۸/۶۶۰ | | ۳۱/۸۷ ± ۵۴/۷۷ | | ۰/۰۰۰ |
| با چشم بسته/ روی سطح سخت | ۲۴/۵۷ ± ۲۹/۳۶ | | ۸/۵۱ ± ۸/۶۷ | | ۰/۰۰۲ |
| با چشم بسته/ روی سطح فوم | ۱/۹۵ ± ۱۳/۴۹ | | ۳/۰۳ ± ۴/۱۴ | | ۰/۰۰۳ |

بین میانگین مدت زمان ایستادن روی یک پا در حالت چشم باز/ روی سطح سخت و حالت چشم بسته/ روی سطح سخت و نیز در زمان ایستادن با چشم بسته/ روی سطح فوم بود. به علاوه تفاوت معناداری نیز در میانگین مدت زمان ایستادن روی یک پا با چشم بسته/ روی سطح سخت و با چشم بسته/ روی سطح فوم مشاهده گردید.

مقایسه داده‌های سه وضعیت تعادلی در هر گروه با استفاده از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه، تفاوت معناداری را بین میانگین مدت زمان ایستادن روی یک پا، تحت شرایط حسی مختلف نشان داد. مقدار $F=95/679$ به دست آمد که اختلاف معناداری را بین کارایی جوانان در آزمون‌های تعادلی نشان داد ($P < 0/05$) (جدول ۳). و نتایج آزمون تعقیبی توکی در گروه جوانان، حاکی از اختلاف معناداری

جدول ۳. آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه جهت مقایسه میانگین مدت زمان ایستادن در سه وضعیت تعادلی

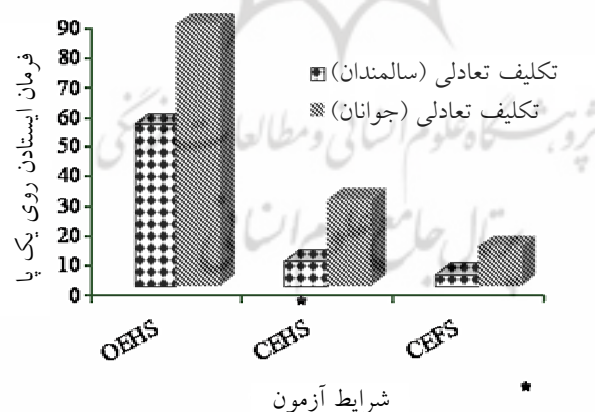
| متغیر وابسته | مجموع مجذورات | آماره F | سطح معنی داری |
|--------------|---------------|---------|---------------|
| تکلیف تعادلی | ۶۲۷۹۲/۷۹۵ | ۹۵/۶۷۹ | ۰/۰۰۱ |

بسته/ روی سطح سخت و نیز با چشم بسته/ روی سطح فوم نشان داده شد؛ اما تفاوت معناداری بین میانگین مدت زمان ایستادن روی یک پا با چشم بسته/ روی سطح سخت و با چشم بسته/ روی سطح فوم مشاهده نشد.

آزمون تحلیل واریانس یک طرفه با $F=42/884$ در گروه سالمندان حاکی از تفاوت معنی دار بین سه وضعیت حسی متفاوت می‌باشد (جدول ۴). بنابراین، با استفاده از آزمون تعقیبی توکی این اختلاف میان میانگین مدت زمان ایستادن روی یک پا با چشم باز/ روی سطح سخت و با چشم

جدول ۴. آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه برای مقایسه میانگین داده‌های سه وضعیت تعادلی در سالمندان

| متغیر وابسته | مجموع مجذورات | آماره F | سطح معنی داری |
|--------------|---------------|---------|---------------|
| تکلیف تعادلی | ۳۱۳۹۰/۲۲ | ۴۲/۸۸۴ | ۰/۰۰۱ |



نمودار ۱. تفاوت کارایی جوانان و سالمندان در تکلیف تعادلی^۱

1- OEHS: Open Eye/ Hard Surface (با چشم‌های باز روی سطح سخت)

CEHS: Closed Eye Hard Surface (با چشم‌های بسته روی سطح سخت)

CEFS: Closed Eye/ Foam Surface (با چشم‌های بسته روی سطح فوم)

گروه با استفاده از آزمون تحلیل واریانس دو طرفه، تفاوت معناداری را در مدت زمان ایستادن افراد تحت سه وضعیت حسی مختلف نشان داد (جدول ۵).

آزمون تحلیل واریانس دوطرفه، با مقدار $F=(۱۲/۰۲۳)$ ، حاکی از تفاوت معنادار میان جوانان و سالمندان در مدت زمان ایستادن بر روی یک پا بود. به علاوه، بررسی تأثیر شرایط حسی مختلف بر مدت زمان ایستادن افراد در دو

جدول ۵. آزمون تحلیل واریانس دو طرفه برای بررسی تأثیر سن بر مدت زمان ایستادن روی یک پا

| متغیر | مجموع مجذورات | آماره اف | سطح معنی داری |
|------------------------------|---------------|----------|---------------|
| سن - مدت زمان ایستادن | ۱۳۶۲۸/۱۷ | ۱۲/۰۲۳ | ۰/۰۰۱ |
| حالات حسی - مدت زمان ایستادن | ۹۱۱۶۵/۶۵ | ۹۴/۸۷۸ | ۰/۰۰۱ |

سالمندان بسیار بیشتر از جوانان بود که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد.

اهمیت و ضرورت یکپارچگی درون‌داده‌های حسی برای ایجاد پاسخ‌های حرکتی مناسب و هماهنگ جهت کنترل وضعیت بدن در فضا امری مسلم است. مطالعات، نشان داده‌اند که افراد جوان سالم، قادر هستند با استفاده از بازیابی اطلاعات حسی و بیش‌بار نمودن اطلاعات مرکزی موجود، عملکرد تعادلی خود را بازیابند، ولیکن سالمندان قادر نیستند به سهولت سرخ‌های حسی گمراه‌کننده را تفسیر کنند و بنابراین عدم ثبات وضعیتی را تجربه می‌کنند (۱۱). لذا نقش درون‌داده‌های حسی در کنترل وضعیتی، با افزایش سن بیشتر می‌گردد. چنانکه در این مطالعه نیز هنگام بررسی عملکرد جوانان تحت شرایط حسی مختلف سلسله‌مراتبی در افت عملکردی آنها دیده شد و این تفاوت، هنگام کاهش درون‌داده‌های حس عمقی علاوه بر حذف بینایی نیز بیشتر بود^۳. به علاوه، مدت زمان ایستادن آنها روی یک پا، با چشم بسته/ روی سطح سخت در مقایسه با ایستادن روی یک پا با چشم بسته/ روی سطح فوم، به میزان قابل ملاحظه‌ای بیشتر بود؛ ولیکن در سالمندان، تفاوت معناداری بین ایستادن روی یک پا با چشم بسته/ روی سطح سخت و روی سطح فوم وجود ندارد^۵. بنابراین، نتایج حاکی از افت در سیستم‌های حسی برای ارسال درون‌داده‌های مورد نیاز به سیستم عصبی

بحث

یافته‌های حاصل از پژوهش حاضر، افت عملکردی وابسته به سن، در توانایی ایستادن بر روی یک پا را نشان داد. بدین معنی که تفاوت معناداری میان جوانان و سالمندان در تکلیف یادشده، وجود دارد و با این‌که در حضور بینایی مدت زمان ایستادن افراد در هر دو گروه نسبت به دو وضعیت حسی دیگر (در غیاب بینایی/ روی سطح سخت، و در غیاب بینایی/ روی سطح فوم) بیشتر بود، اما تفاوت معنادار در هر سه وضعیت حسی مشاهده شد. ارتباط بین سن و عملکرد تعادلی که با استفاده از ایستادن بر روی یک پا از مطالعه اسپرینگر^۱ و همکاران (۲۰۰۷)، حاصل شد (۹)، تاییدی بر یافته‌های حاضر می‌باشد.

از سوی دیگر، مطالعه حاضر با یافته‌های بوهانون^۲ (۱۹۸۴) همسو است (۱۰)؛ بوهانون تأثیر افزایش سن بر توانایی ایستادن بر روی یک پا را مورد بررسی قرار داد و دریافت، با افزایش سن، از دهه ۴۰ تا ۶۰، مدت زمان ایستادن در غیاب بینایی نسبت به وجود بینایی کاهش می‌یابد و از دهه ۶۰ به بعد، افت نسبتاً قابل ملاحظه‌ای در توانایی ایستادن بر روی یک پا در غیاب بینایی به وجود می‌آید.

بارلا و همکاران (۲۰۰۶) نیز در شرایط کاهش سطح اتکاء، نوسان بدنی بیشتری را در هر دو گروه جوانان و سالمندان مشاهده نمودند که میزان این نوسان در

نتیجه گیری

در مجموع، از آنجا که ارزیابی توانایی تعادلی سالمندان برای جلوگیری از افتادن و حفظ حرکت و استقلال آنها در زندگی روزمره ضروری است، استفاده از تکلیف ایستادن روی یک پا به عنوان یک تست بالینی و بدون نیاز به ابزارهایی نظیر صفحه نیرو برای سنجش نوسانات، توصیه می‌گردد. چرا که در اکثر فعالیت‌های روزمره، مانند راه رفتن، بالارفتن از پله‌ها، چرخیدن، لباس پوشیدن و... نیاز به تحمل وزن بر روی یک پا و حفظ تعادل برای عملکرد مؤثر و کارا وجود دارد. به علاوه پیشنهاد می‌گردد مطالعات دیگری در خصوص انجام مداخلات تعادلی در این وضعیت و سپس بررسی عملکردهای تعادلی در جوانان و سالمندان صورت گیرد تا بتوان در نهایت، تمرینات جامع و مدونی را در خصوص ارتقاء عملکردهای تعادلی و بنابراین پیشگیری از زمین خوردن در سالمندان تدوین نمود.

تشکر و قدردانی

از جناب آقای یداله پویان مدیر عامل کانون بازنشستگان آموزش و پرورش و کلیه همکاران و فرهنگیان محترم که در امر اجرای این پژوهش، نهایت همکاری را داشته‌اند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

مرکزی، به دنبال افزایش سن می‌باشد. همان‌گونه که در مطالعات پیشین نیز افت سیستم‌های حسی گزارش شده بود (۱۲). افزون بر این، در مطالعات مختلف، عملکرد سیستم حسی - پیکری به عنوان مهمترین منبع حسی برای کنترل وضعیتی در سالمندان مطرح گردیده است، به این ترتیب که ۶۰ تا ۷۵ درصد اطلاعات هنگام ایستادن بر روی یک سطح باثبات، توسط این سیستم به مراکز عصبی ارسال می‌گردد و با افزایش سن افت عملکردی آن اجتناب‌ناپذیر است (۱۳). از سوی دیگر، اهمیت نقش سیستم وستیبولار در زمانی که تناقض میان اطلاعات بینایی و حسی - پیکری وجود دارد و یا زمانی که این دو درون‌داد دستخوش تغییراتی می‌گردند، آشکار می‌شود و بنابراین افت در عملکرد سیستم وستیبولار در نتیجه سالمندی باعث می‌شود که این سیستم، مرجع قابل اتکایی برای حفظ تعادل افراد نباشد (۱۲،۳). درحالی‌که در جوانان در غیاب بینایی، سیستم وستیبولار و حسی - پیکری، قادر به جبران فقدان حسی موجود بوده، به حفظ تعادل آنها کمک می‌کند و هنگام دستکاری هر دو درون‌داد حسی نیز، سیستم وستیبولار قادر است مرجع مطمئنی را برای کنترل تعادل جوانان فراهم سازد.

REFERENCES

منابع

1. Vuillerme N, Nougier V, Teasdale N. Effects of a reaction time task on postural control in humans. *Neuroscience Letters* 2000; 291: 77-80.
2. Lacour M, Bernard-Demanze L, Dumitrescu M. Posture control, aging, and attention resources: Models and posture-analysis methods, *Clinical Neuropsychology* 2008; 38: 411- 21.
3. Shumway-Cook A, Woollacott M. *Motor Control: Theory and Practical Applications* 2nd ed. Lippincott: Willimas & Wilkins; 2007.
4. Swanenburg J, Bruin ED, Hegemann S, Uebelhart D, Mulder T. Dual tasking under compromised visual and somatosensory input in the elderly. *BMC; Geriatrics* 2009.
5. Melzer I, Benjuya N, Kaplanski J. Postural stability in the elderly: a comparison between fallers and non-fallers. *Age and Aging* 2004; 33: 602-07.
6. Collins JJ, De Luca CJ, Burrows A, Lipsitz LA. Age-related changes in open- loop and closed- loop postural control mechanisms. *Exp Brain Res* 1995; 104: 480-92.
7. Shumway-Cook A, Woollacott M, Kerns KA, Baldwin M. The effects of two types of cognitive tasks on postural stability in older adults with and without a history of falls. *J Gerontol(A)* 1997; 52: M232-40.
8. Prioli AC, Cardozo AS, Junior PBF, Barela JA. Task demand effects on postural control in older adults, *Human Movement Science* 2006; 25: 435- 46
9. Springer A, Marin R, Cyhan T, Roberts H, Norman WG. Normative Values for the Unipedal Stance Test with Eyes Open and Closed. *Physical Therapy* 2007; 30: 1-07.
10. Bohannon RW, Laskin PA, Cook AC, Gear J, Singer J. Decrease in timed balance test scores with aging. *Physical Therapy* 1984; 64: 1067-70.
11. Westlake KP, Culham EG. Sensory-specific balance training in older adults: effect on proprioceptive reintegration and cognitive demands. *Physical Therapy* 2007; 87:1274-83.
12. Wollacott MH. Age- related changes in posture and movement, *The Journal of Gerontology* 1993; 48: 56- 60
13. Dumas M, Smolders C, Krampe R. Task prioritization in aging: effects of sensory information on concurrent posture and memory performance, *Experimental Brain Research* 2008; 187: 275- 81