مطالعات طب ورزشی دوره۱۱، شماره ۲۶، پاییز و زمستان ۱۳۹۸. صص ۸۰-۶۷

مقالهٔ پژوهشی

اثر تمرین با زمان‌بندی حسی بیرونی بر میانگین سطح و دامنهٔ مرکز فشار تعادل ایستا و پویای سالمندان

محسن رجب‌تبار درویش[۱]، منصور اسلامی[۲]، مژگان معمارمقدم[۳]

۱. کارشناسی‌ارشد بیومکانیک ورزشی، بابلسر، مازندران، ایران
۲. دانشیار بیومکانیک ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی و رفتار حرکتی، دانشکدهٔ علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران (نویسندهٔ مسئول)
۳. استادیار رفتار حرکتی، گروه بیومکانیک ورزشی و رفتار حرکتی، دانشکدهٔ علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران

تاریخ ارسال ۱۳۹۸/۱۰/۰۹ تاریخ پذیرش۱۳۹۹/۰۶/۰۲

چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر شش هفته تمرین با زمان‌بندی حسی بیرونی بر میانگین سرعت و دامنهٔ مرکز فشار تعادل ایستا و پویای سالمندان انجام شد. در این مطالعه ۳۶ مرد سالمند به‌طور تصادفی به سه گروه کنترل، راه‌رفتن ساده و گروه تمرین با زمان‌بندی حسی بیرونی تقسیم شدند. تمرین‌ها به‌مدت شش هفتهٔ سه‌جلسه‌ای انجام شد. آزمودنی‌ها قبل و بعد از تمرین‌ها در آزمون‌های تعادلی ایستا و پویا شرکت کردند. نتایج تفاوت معناداری را بین گروه‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون متغیرهای سطح و مسافت مرکز فشار نشان نداد؛ بااین‌حال، تمرین با زمان‌بندی حسی بیرونی موجب افزایش معنادار دامنهٔ مرکز فشار در مسیر قدامی-خلفی و داخلی-خارجی در گروه تجربی شد. نتایج نشان داد استفاده از این تمرین‌ها می‌تواند موجب بهبود معنادار تعادل پویای سالمندان شود؛ بنابراین، می‌توان این روش تمرینی را به‌عنوان روشی کم‌هزینه، نوین و ساده در برنامه‌های تمرینی مربوط به بهبود تعادل پویای سالمندان جای داد.

واژگان کلیدی: زمان‌بندی حسی بیرونی، مرکز فشار، تعادل ایستا، تعادل پویا، سالمندی.

1. Email: mohsenrd91@yahoo.com
2. Email: mseslami@gmail.com
3. Email: mmemarmoghaddam@yahoo.com

مقدمه

سالمندی دوره‌ای از زندگی بشر است که با کاهش ظرفیت‌های فیزیولوژیک و عملکرد حرکتی همراه است. در بین عوامل تأثیرگذار بر سلامتی سالمندان، ازدست‌دادن تعادل و خطر سقوط از بزرگ‌ترین عوامل تهدیدکنندهٔ سلامتی این افراد و ششمین علت مرگ‌ومیر در جمعیت سالمندی است که معمولاً با برخی از بیماری‌ها و ناتوانی‌ها همراه است (۱). همچنین تأثیرات منفی روان‌شناختی ناشی از افتادن موجب ترس و کاهش تمایل به انجام‌دادن فعالیت‌های بدنی و اجتماعی می‌شود که درنتیجه وابستگی بیشتر به دیگران و افت کیفیت زندگی سالمندان را درپی دارد (۲).

حفظ تعادل برای انجام‌دادن فعالیت‌های روزمرهٔ زندگی ازجمله راه‌رفتن نیز ضروری است. کاهش توانایی راه‌رفتن درست، به‌ویژه در وضعیت چالش‌برانگیز ممکن است دلیل مهمی برای افزایش سقوط افراد سالمند باشد. درواقع، راه‌رفتن و خطرهای همراه با آن، با افزایش سن نقشی بحرانی در محدودیت عملکردی و خطر سقوط ایفا می‌کنند (۴، ۳). پژوهشگران اظهار داشتند چندین عامل باعث کاهش تعادل در دوران سالمندی می‌شود که از این بین می‌توان به افول سیستم‌های حسی شنوایی، بینایی، عمقی و انحطاط سیستم پردازش مرکزی اشاره کرد (۵).

راه‌رفتن یک نوع تعادل پویاست که در سالمندی به‌صورت پیش‌رونده‌ای به چالش کشیده می‌شود و الگوهای راه‌رفتن برای حفظ پایداری و تعادل بهتر تغییر می‌کند. این تغییرات در یک چرخهٔ راه‌رفتن به‌صورت زمان اتکای طولانی‌تر و افزایش در زمان فاز اتکای دوگانه مشاهده می‌شود که خود با خطر افتادن و سقوط ارتباط دارد (۳). کاهش سرعت راه‌رفتن، کاهش طول و افزایش عرض قدم‌ها نیز الگوی راه‌رفتن سالمندان را تغییر می‌دهد و موجب کاهش تعادل می‌شود و خطر سقوط و افتادن را افزایش می‌دهد (۱). برخی از پژوهشگران با استفاده از تمرین‌های گوناگون قدرتی، استقامت عضلانی و تمرین‌های در آب، برخی از تغییرات مثبت را بر تعادل سالمندان گزارش کرده‌اند (۷، ۶، ۳)؛ بااین‌حال، هزینه‌های زیاد، سختی اجرا و رغبت کافی نداشتن همهٔ سالمندان برای انجام‌دادن این نوع تمرین‌ها به‌عنوان محدودیت‌های این برنامه‌های تمرینی یاد شده است (۱-۳).

به‌تازگی، راهبردهای[1] جدید توان‌بخشی نظیر زمان‌بندی حسی بیرونی به‌منظور بهبود راه‌رفتن توسعه یافته‌اند. این زمان‌بندی‌های حسی بخش مهمی از راهبردهای توان‌بخشی هستند و به‌معنای استفاده از زمان یا مکان برای تنظیم محرک حسی‌اند. تحریک حسی شنیداری[2] یکی از انواع تحریکات حسی است که در آن با ضرب‌آهنگ (ریتم) و علائم زمان‌بندی‌شده، به شکل‌های متفاوت مانند بوق‌های موزون (با فاصلهٔ زمانی مشخص)، مترونوم، دست‌زدن و موسیقی موزون به افراد نشانه و بازخورد داده

1. Strategy
2. Auditory Sensory Stimulation

می‌شود (۸). مکانیسم اصلی تمرین راه‌رفتن با تحریک موزون شنیداری، هم‌زمان‌شدن شنیداری-حرکتی در سیستم عصبی مرکزی است که ریتم شنیداری را در برونداد حرکتی عملکردی مانند راه‌رفتن، منعکس می‌کند (۹). ریتم شنیداری نواحی حرکتی مغز شامل منطقهٔ حرکتی مکمل[1] پیش‌مکمل[2]، قشر پیش‌حرکتی[3]، عقده‌های قاعده‌ای[4] و مخچه[5] را فعال می‌کند (۱۰). فعال‌سازی نواحی حرکتی مغز از طریق ریتم، فعال‌سازی عضلانی را بهبود می‌بخشد و به کنترل حرکتی بهتر منجر می‌شود؛ ازاین‌رو، هم‌زمانی بین محرک شنیداری و پاسخ حرکتی سبب می‌شود الگوی راه‌رفتن تنظیم و تثبیت شود (۱۱).

برخی مطالعات تأثیرات مثبت این نوع مداخلات را بر برخی از پارامترهای کینماتیکی راه‌رفتن مانند آهنگ و سرعت راه‌رفتن و نیز طول گام سالمندان گزارش کرده‌اند (۱۲-۱۴)؛ باوجوداین، براساس دانش ما تنها در سه مطالعه تأثیر زمان‌بندی حسی شنیداری بر تعادل سالمندان بررسی شده است. ترومبتی[6] و همکاران (۱۵) به بررسی اثر یک برنامهٔ تمرینی ترکیبی شامل تکالیف چندگانه و موسیقی بر راه‌رفتن و تعادل سالمندان پرداختند. در پژوهش آن‌ها، گروه تجربی تمرین‌های تکالیف چندگانه با ترکیب موسیقی را به‌مدت شش ماه دنبال کردند. پس از انجام‌دادن تمرین‌ها، گروه تجربی افزایش معناداری را در عملکرد تعادل پویا در مقایسه با گروه کنترل نشان دادند؛ درحالی‌که بهبود معناداری در تعادل ایستای گروه تجربی مشاهده نشد. هامبورگ و کلیر[7] (۱۶) اثر مثبت و معنادار تمرین حرکت با موسیقی را بر تعادل افراد سالمند تا پایان هفتهٔ پنجم تمرین‌ها گزارش کردند، اما از هفتهٔ پنجم تا هفتهٔ چهاردهم تمرین‌ها، تعادل افراد با وجود بهبود، از نظر آماری معنادار نبود؛ بااین‌حال استفاده از یک آزمون میدانی مانند آزمون لک‌لک برای ثبت نتایج و احتمال خطای انسانی، تعمیم این یافته‌ها را با احتیاط همراه می‌کند. دویترون[8] و همکاران (۱۷) نیز اثر دو نوع بازخورد حسی بیرونی شنیداری را بر کنترل تعادل سالمندان بررسی کردند. تحریک شنیداری اول شامل یک پیام معنی‌دار و دارای بار توجهی و تحریک صوتی دیگر شامل یک پیام بی‌معنی (یک موسیقی به بلندی ۴۴۰ هرتز) بود. نتایج این پژوهش نشان داد که تحریکات شنیداری در هر دو گروه باعث بهبود تعادل شد، اما گروهی که از پیام‌های معنی‌دار صوتی استفاده کردند، ثبات بیشتری را در تعادل نشان دادند. با این حال،

1. Supplementary Motor Area
2. Pre-SMA
3. Premotor Cortex
4. Basal Ganglia
5. Basal Ganglia
6. Trombetti
7. Hamburg & Clair
8. Deviterne

استفاده از نتایج مقاله دویترون و همکاران، به‌دلیل استفاده نشدن از گروه کنترل راه‌رفتن بدون دریافت بازخورد حسی بیرونی؛ باید با احتیاط مورد استفاده قرار گیرد.

به‌نظر می‌رسد طراحی برنامهٔ تحریکات حسی بیرونی می‌تواند راهبردی اجراشدنی برای پیشرفت و بهبود تعادل سالمندان باشد. از دیدگاه علمی، هنوز پتانسیل کامل این دسته از مداخلات به‌عنوان یک برنامهٔ کاربردی به‌خوبی درک نشده است. برخی عوامل اطمینان کامل برای استفاده از این نوع مداخلات جدید را فراهم نمی‌کنند: تعداد کم مطالعات انجام‌شده در این زمینه، وجود برخی نتایج متناقض و همچنین وجود برخی از محدودیت‌ها در روش‌شناسی مطالعات پیشین ازجمله استفاده‌نشدن از ابزارهای دقیق در سنجش تعادل (مانند استفاده از آزمون‌های میدانی و درنتیجه افزایش خطای انسانی در سنجش تعادل) و به‌کاربرده‌نشدن گروه کنترل راه‌رفتن بدون دریافت محرک شنیداری برای جداکردن اثرهای راه‌رفتن از اثرهای بازخورد حسی بیرونی (چون ممکن است اثرهای مثبت دیده‌شده در پژوهش‌های گذشته ناشی از پیاده‌روی منظم در طی جلسات تمرین باشد، نه حاصل مداخلات حسی بیرونی)؛ بنابراین، به انجام‌دادن مطالعات بیشتر و کنترل‌شدهٔ بهتری به‌همراه سنجش‌های دقیق نیاز است تا با اطمینان بیشتری بتوان دربارهٔ تأثیر این مداخلات بر توان‌بخشی سالمندان صحبت کرد. از طرفی، با توجه به اینکه استفاده از این گونه ابزار در توان‌بخشی راه‌رفتن بسیار ساده، ارزان‌قیمت و بدون نیاز به درمانگر است، شاید بتوان به‌عنوان یک روش در توان‌بخشی سالمندان از آن استفاده کرد؛ بنابراین، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر تمرین با زمان‌بندی حسی بیرونی بر میانگین سطح و دامنهٔ مرکز فشار تعادل ایستا و پویای سالمندان انجام شد.

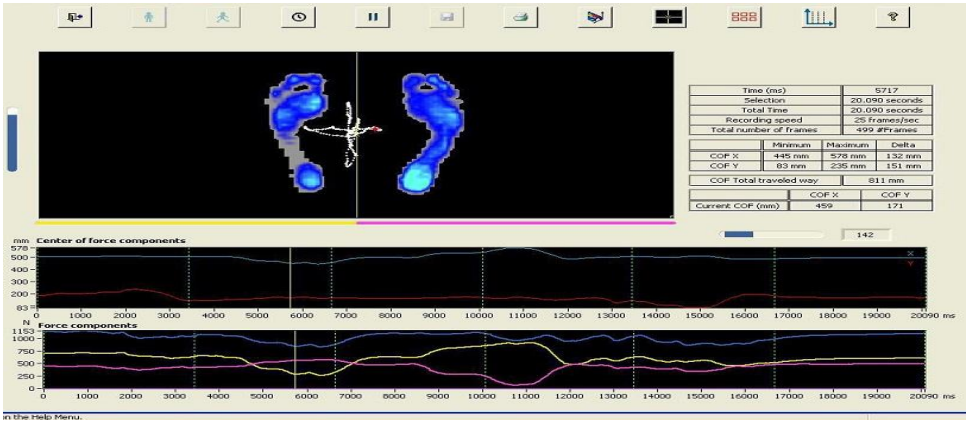
روش پژوهش

مطالعهٔ حاضر از نوع نیمه‌تجربی و به لحاظ هدف، کاربردی است. ۳۶ مرد سالمند دارای شرایط شرکت در پژوهش، در دامنهٔ سنی ۶۰ تا ۷۵ سال داوطلبانه از سرای مهر سالمندان شهرستان بابلسر انتخاب شدند و پس از امضای رضایت‌نامهٔ کتبی وارد پژوهش شدند. آن‌ها به‌طور تصادفی به سه گروه ۱۲ نفره (دو گروه کنترل و یک گروه تجربی) تقسیم شدند (۱۶-۱۸). معیارهای ورود سالمندان به مطالعه عبارت بودند از: توانایی در ایستادن و راه‌رفتن بدون کمک، نداشتن سابقهٔ شکستگی در اندام تحتانی در یک سال گذشته، نداشتن آسیب‌های عصبی-عضلانی، فقدان مشکلات ارتوپدی در شش ماه گذشته، نداشتن سابقهٔ جراحی در ناحیهٔ ران و زانو، مصرف‌نکردن داروهای اعصاب، فقدان اختلال شنوایی. معیارهای خروج سالمندان از مطالعه بروز مشکلات قلبی یا تنفسی در حین تمرین، غیبت بیش از سه جلسه از کل تمرین‌ها و انصراف آزمودنی از ادامهٔ تمرین بود (۱۹). برای همگن‌کردن

شرکت‌کننده‌ها در گروه‌های پژوهش، از آزمون برخاستن و راه‌رفتن زمان‌دار[1] استفاده شد. آزمون شامل سه مرحلهٔ برخاستن از صندلی، سه متر راه‌رفتن، چرخیدن و برگشتن است و زمان اجرای آزمون با زمان‌سنج اندازه‌گیری شد (۲۰). روایی آزمون برابر با ۰/۸۵ است و آلفای کرونباخ به‌منظور بررسی پایایی هماهنگی درون ابزار ۰/۸۶-۰/۹۶ گزارش شده است (۲۱).

به‌منظور ثبت داده‌های مربوط به مرکز فشار از دستگاه فوت‌اسکن[2] آر-اسکن ساخت کشور بلژیک استفاده شد. ابعاد این دستگاه ۱۰۰×۴۰ سانتی‌متر است و دارای ۸۱۹۲ حسگر است و قادر به نمایش سطح کف پا و ثبت داده‌های مربوط به فشارهای کف پایی و حرکت مرکز فشار است. فرکانس نمونه‌برداری آن حداکثر تا ۲۵۳ هرتز تنظیم می‌شود که با توجه به زمان انجام‌شدن آزمون، با نسبتی مشخص کاهش می‌یابد. پایایی آزمون‌های همتای دستگاه فوت‌اسکن ۰/۸۶-۰/۹۲ گزارش شده است (۲۲). برای سنجش تعادل ایستا از آزمودنی‌ها خواسته شد با پای برهنه روی دستگاه فوت‌اسکن بایستند؛ به‌طوری‌که پاها موازی و با فاصلهٔ ۱۵ سانتی‌متر از هم قرار بگیرند و به‌مدت ۲۰ ثانیه به یک دایرهٔ مشکی با قطر پنج سانتی‌متر که روی کاغذ کشیده شده بود و در فاصلهٔ دومتری و هم‌ارتفاع چشمانشان روی دیوار قرار داده شده بود، خیره شوند (۲۳). برای سنجش تعادل پویا از آزمون محدودهٔ پایداری[3] استفاده شد. در این آزمون از شرکت‌کنندگان خواسته شد با پاهای برهنه و به‌صورت موازی و با فاصلهٔ ۱۵ سانتی‌متر از هم روی دستگاه بایستند. سپس به‌مدت ۲۰ ثانیه تا سر حد توان خود در چهار جهت جلو، عقب، چپ و راست، حول مفصل مچ پا، تمام بدن خود را متمایل کنند؛ به‌طوری‌که پاهایشان از روی صفحهٔ دستگاه جدا نشود، زانوها یا کمر خم نشود و از حرکت دست‌ها برای حفظ تعادل استفاده نکنند (۲۳). برای هر دو آزمون تعادلی داده‌های مربوط به جابه‌جایی و سطح مرکز فشار به‌طور خودکار توسط دستگاه فوت‌اسکن ثبت شد.

1. Timed to Get Up and Go test (T.G.U.G)
2. Foot-Scan
3. Limits of Stability



شکل ۱- فضای نرم‌افزار بالانس در آزمون تعادلی

پس از اجرای مرحلهٔ پیش‌آزمون، براساس نمرات آزمون برخاستن و راه‌رفتن زمان‌دار، شرکت‌کنندگان به‌طور تصادفی به دو گروه کنترل (گروه بدون تمرین، گروه راه‌رفتن ساده بدون دریافت تحریک حسی شنیداری) و یک گروه تجربی (گروه راه‌رفتن همراه با تحریک حسی شنیداری) تقسیم شدند و تمرین‌های خود را آغاز کردند. تمرین‌ها به‌مدت شش هفته، سه جلسه در هفته و هر جلسه ۲۰ دقیقه برای هر آزمودنی انجام شد (۱۶). در ابتدا از هر شرکت‌کننده خواسته شد که در یک مسیر ۱۰ متری سه بار با سرعت ترجیحی خود راه برود. بار اول برای آشنایی و سپس میانگین دو بار بعدی به‌عنوان آهنگ ترجیحی انتخاب شد. تعداد قدم‌ها و زمان پیمودن مسافت ذکرشده ثبت شد و تعداد قدم‌ها در مدت زمان یک دقیقه به‌عنوان آهنگ ترجیحی هر آزمودنی محاسبه شد (۲۴).

به‌منظور ایجاد زمان‌بندی حسی بیرونی از تحریک حسی شنیداری استفاده شد. علائم شنیداری توسط یک مترونوم مارک ماسدو (ام-تی ۱۰۰) ایجاد شد و به‌وسیلهٔ یک هدفون پخش شد. از شرکت‌کننده‌ها خواسته شد با ضرب‌آهنگ‌هایی که ۱۰ درصد بیشتر از آهنگ راه‌رفتن ترجیحی هر شخص بود (نحوهٔ محاسبهٔ آهنگ ترجیحی در بالا توضیح داده شد)، در مسافت ۱۰ متر راه بروند و گام خود را با آن منطبق کنند. به‌منظور ایجاد اضافه‌بار، در پایان هر هفته دوباره آهنگ ترجیحی شرکت‌کنندگان گرفته می‌شد و ۱۰ درصد به آن اضافه می‌شد (۲۴). به‌منظور اطمینان از صحت اجرای تمرین و نیز مراقبت از آزمودنی‌ها، تمرین‌ها به‌صورت فردی و به‌همراه مربی انجام می‌شد. آزمودنی‌های گروه کنترل راه‌رفتن نیز تمرین‌های مشابه گروه تجربی را بدون تحریک انجام دادند و گروه کنترل بدون تمرین در این مدت تمرین‌های خاصی را دنبال نکردند (۲۵).

درنهایت، دوباره در جلسهٔ پس‌آزمون متغیرهای پژوهش از هر سه گروه اندازه‌گیری شد. تمامی اندازه‌گیری‌ها در مرکز تندرستی دانشگاه مازندران انجام شد. داده‌های مربوط به مرکز فشار از نرم‌افزار بالانس که مخصوص دستگاه فوت‌اسکن است، استخراج شد و محاسبات مربوط به آن در فضای نرم‌افزار اکسل انجام شد. به‌منظور کمّی‌کردن تعادل ایستای افراد، از متغیرهای سطح و مسافت مرکز فشار استفاده شد. همچنین برای کمّی‌کردن تعادل پویای افراد از متغیر دامنهٔ مرکز فشار در دو مسیر قدامی-خلفی و داخلی-خارجی استفاده شد. در پایان مراحل پژوهش به‌دلیل تمرین‌های نامنظم و انصراف از ادامهٔ همکاری، در گروه تجربی ۱۰ نفر (با میانگین سنی ۲/۶۴±۶۸/۸۷ سال) و ۱۰ نفر در گروه کنترل راه‌رفتن (با میانگین سنی ۲/۲۳±۶۸ سال) و ۹ نفر در گروه کنترل بدون فعالیت (با میانگین سنی ۳/۰۸±۶۹ سال) باقی ماندند. به‌منظور تحلیل داده‌های پژوهش از شاخص‌های آمار توصیفی و برای تحلیل اثربخشی برنامهٔ تمرینی بر متغیرهای پژوهش از آزمون پارامتریک آنکوا و آزمون ناپارامتریک بوت‌استرپ استفاده شد. تمام تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار اس.پی.اس.اس.[1] نسخهٔ ۲۲ و در سطح معناداری ۰/۰۵ انجام شد.

نتایج

جدول شمارهٔ یک اطلاعات توصیفی مربوط به متغیرهای پژوهش را در پیش‌آزمون و پس‌آزمون نشان می‌دهد. نتایج این جدول نشان می‌دهد که متغیرهای سطح مرکز فشار و مسافت مرکز فشار که شاخص‌های تعادل ایستا هستنددر گروه تجربی، در مقایسه با دو گروه کنترل کاهش بیشتری یافته‌اند و درنتیجه عملکرد بهتری را نشان می‌دهند. همچنین متغیرهای دامنهٔ مرکز فشار در مسیر قدامی-خلفی و دامنهٔ مرکز فشار در مسیر داخلی-خارجی که شاخص‌های تعادل پویا هستند، در گروه زمان‌بندی حسی بیرونی (گروه تجربی) در مقایسه با سایر گروه‌های کنترل، افزایش بیشتری داشته‌اند که حاکی از بهبود تعادل پویا در این گروه است.

1. SPSS

جدول ۱- ویژگی‌های توصیفی متغیرهای پژوهش در گروه‌های شرکت‌کننده

متغیر		میانگین± انحراف استاندارد		
		کنترل (بدون راه‌رفتن)	کنترل (راه‌رفتن)	گروه تجربی
سطح مرکز فشار (سانتی‌متر مربع)	پیش‌آزمون	۰/۱۲±۰/۱۲	۰/۸±۰/۱	۰/۱۳±۰/۱۲
	پس‌آزمون	۰/۰۸±۰/۰۷	۰/۰۵±۰/۰۳	۰/۰۴±۰/۰۳
مسافت مرکز فشار (میلی‌متر)	پیش‌آزمون	۶۹/۷۳±۲۷/۶۱	۶۰/۱۱±۲۲/۶۵	۶۹/۹۰±۲۳/۶۲
	پس‌آزمون	۶۴/۷۷±۲۵/۱۷	۵۴/۸۵±۱۰/۹۲	۵۷/۸۲±۱۹/۷۴
دامنهٔ مرکز فشار (AP)	پیش‌آزمون	۲۳/۸۹±۱۰/۷۲	۲۷/۶۹±۱۰/۲۵	۲۲/۹±۱۲/۲۹
	پس‌آزمون	۲۳/۴±۱۱/۱۹	۲۸/۰۷±۹/۷۲	۳۷/۴±۱۳/۰۷
دامنهٔ مرکز فشار (ML)	پیش‌آزمون	۳۴/۲۴±۱۷/۱۹	۳۸/۵±۱۵/۷۲	۳۲/۳۸±۱۵/۳
	پس‌آزمون	۳۳/۸۸±۱۶/۵	۳۹/۶۲±۱۴/۷۵	۵۱/۶۱±۱۳/۲۳

برای استفاده از آزمون پارامتریک آنکوا پیش‌فرض‌های این آزمون بررسی شد. ابتدا طبیعی‌بودن داده‌ها با آزمون شاپیرو-ویلک[1]بررسی شد و سپس برای بررسی همگنی واریانس‌ها از آزمون لون استفاده شد. در ادامه پیش‌فرض همگنی شیب رگرسیون نیز بررسی شد. نتایج نشان داد که در متغیرهای سطح مرکز فشار و مسافت مرکز فشار در گروه تجربی و گروه کنترل بدون تمرین، توزیع داده‌ها طبیعی نیست ($P < ۰/۰۵$). همچنین در متغیر دامنهٔ مرکز فشار در مسیر داخلی–خارجی در گروه تجربی و گروه‌های کنترل بدون تمرین و کنترل با راه‌رفتن نیز شرط همگنی واریانس‌ها برقرار نیست ($P < ۰/۰۵$)؛ بنابراین، برای این متغیرها از معادل ناپارامتریک آزمون آنکوا یعنی آزمون بوت‌استرپ استفاده شد (جدول شمارهٔ سه) و برای سایر متغیرها آزمون پارامتریک آنکوا به‌کار رفت (جدول شمارهٔ دو).

1. Shapiro Wilk

جدول ۲- نتایج تحلیل آنکوا در متغیرهای سطح، مسافت و دامنهٔ مرکز فشار در مقایسهٔ گروه تجربی با گروه کنترل راه‌رفتن و دامنهٔ مرکز فشار در مقایسهٔ گروه تجربی با گروه کنترل بدون تمرین

متغیر	گروه	مجموع مجذورات	میانگین مجذورات	F	معناداری	مجذور اتا
سطح مرکز فشار	تجربی با کنترل راه‌رفتن	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۷۰۷	۰/۴۱۵	۰/۰۴۸
مسافت مرکز فشار	تجربی با کنترل راه‌رفتن	۱۶/۹۶۲	۱۶/۹۶۲	۰/۱۲۹	۰/۷۲۵	۰/۰۰۹
دامنه‌ی مرکز فشار	تجربی با کنترل راه رفتن	۵۱۳/۴۰۰	۵۱۳/۴۰۰	۲۸/۷۶۰	۰/۰۰۱	۰/۸۹۷
دامنه‌ی مرکز فشار	تجربی با کنترل بدون تمرین	۸۲۰/۸۷۸	۸۲۰/۸۷۸	۵۲/۴۴۲	۰/۰۰۱	۰/۷۸۹

جدول شمارهٔ دو، نتایج تحلیل آزمون پارامتریک آنکوا را در متغیرهای سطح مرکز فشار، مسافت مرکز فشار و دامنه مرکز فشار در بین گروه تجربی با گروه کنترل راه رفتن و همچنین دامنه ی مرکز فشار در بین گروه تجربی با گروه کنترل بدون تمرین را نشان می‌دهد. این نتایج نشان می‌دهد که در مقایسهٔ گروه تجربی با گروه کنترل راه‌رفتن در متغیرهای سطح و مسافت مرکز فشار که شاخص‌های تعادل ایستا هستند، تفاوت معنادار وجود ندارد، اما مقایسهٔ گروه تجربی با گروه‌های کنترل بدون تمرین و کنترل راه‌رفتن در دامنهٔ مرکز فشار در مسیر قدامی- خلفی که یکی از شاخص‌های تعادل پویاست، افزایش معناداری را نشان می‌دهد (P = ۰/۰۰۱). مقدار مجذور اتا نیز نشان می‌دهد که ۰/۸۹ تغییرات در دامنهٔ مرکز فشار در مسیر قدامی –خلفی بین گروه تجربی با گروه کنترل راه‌رفتن و ۰/۷۸ تغییرات بین گروه تجربی با گروه کنترل بدون تمرین، ناشی از اعمال متغیر مستقل (تحریک حسی شنیداری) است.

جدول ۳- نتایج آزمون بوت‌استرپ در متغیرهای سطح، مسافت و دامنهٔ مرکز فشار در مقایسهٔ گروه تجربی با گروه کنترل بدون تمرین و دامنهٔ مرکز فشار در مقایسهٔ گروه تجربی با گروه کنترل راه‌رفتن

متغیر	گروه	مجموع مجذورات	میانگین مجذورات	F	معناداری
سطح مرکز فشار	تجربی با کنترل بدون تمرین	۳/۵۰۸	۳/۵۰۸	۰/۰۲۱	۰/۹۰۳
مسافت مرکز فشار	تجربی با کنترل بدون تمرین	۱۵۰/۵۵۲	۱۵۰/۵۵۲	۰/۹۲۷	۰/۲۸۳
دامنهٔ مرکز فشار	تجربی با کنترل بدون تمرین	۱۵۳۰/۸۷۳	۱۵۳۰/۸۷۳	۲۲/۴۹	۰/۰۰۱
دامنهٔ مرکز فشار	تجربی با کنترل راه رفتن	۱۳۹۱/۹۵۴	۱۳۹۱/۹۵۴	۲۳/۷۵۶	۰/۰۰۱

همان‌طورکه در جدول شمارهٔ سه مشاهده می‌کنید، مقایسهٔ گروه تجربی با گروه کنترل بدون تمرین، با استفاده از آزمون ناپارامتریک بوت‌استرپ در متغیرهای سطح و مسافت مرکز فشار، تفاوت معناداری را نشان نمی‌دهد ($P > ۰/۰۵$)، اما نتایج این آزمون در مقایسهٔ گروه تجربی با گروه‌های کنترل بدون تمرین و کنترل راه‌رفتن در متغیر دامنهٔ مرکز فشار در مسیر داخلی-خارجی افزایش معناداری را نشان می‌دهد ($P = ۰/۰۰۱$).

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر تمرین با زمان‌بندی حسی بیرونی بر میانگین سطح و دامنهٔ مرکز فشار تعادل ایستا و پویای سالمندان انجام شد. یافته‌ها نشان داد تمرین راه‌رفتن با این نوع زمان‌بندی حسی بیرونی (تحریک شنیداری) بر دامنهٔ مرکز فشار در دو مسیر قدامی-خلفی و داخلی-خارجی که برای سنجش تعادل پویا اندازه‌گیری شد، تأثیر معنادار داشت، اما بر سطح و مسافت مرکز فشار تعادل ایستا تأثیر معنادار نداشت. نتایج پژوهش حاضر دربارهٔ تعادل پویا با نتایج پژوهش ترومبتی و همکاران (۱۵)، هامبورگ و کلیر (۱۶) و دویترن و همکاران (۱۷) همخوانی دارد. تمرین راه‌رفتن با زمان‌بندی حسی شنیداری با هم‌زمان‌کردن پالس شنیداری با حرکت در مسیر شبکه‌ای-نخاعی، ریتم شنیداری را در برونداد حرکتی منعکس می‌کند. درواقع این نوع تحریکات که با فواصل زمانی ثابت و مشخصی اعمال می‌شوند، موجب هم‌زمانی پاسخ‌های حرکتی با خود می‌شوند؛ به‌عبارت‌دیگر، ریتم به‌عنوان یک مرجع زمانی پیوسته و پیش‌بینی‌شدنی عمل می‌کند که براساس آن حرکات در یک الگوی زمانی ثابت

طرح‌ریزی می‌شوند (۲۳). پیشنهاد شده است که وقتی بدن در یک محیط پیش‌بینی‌شدنی قرار بگیرد، هم‌کوشی دقیقی با جزئیات زیادی بین عضلات مختلف در سطوح پایین نخاع (که مسئول حرکات خودکار است) شکل می‌گیرد (۲۶). همچنین پژوهش‌ها نشان داده‌اند زمان‌بندی حسی شنیداری، نواحی متفاوت سیستم عصبی مرکزی مانند قشر پیش‌حرکتی، قشر مکمل حرکتی، عقده‌های قاعده‌ای و مخچه را فعال می‌کند. فعال‌سازی بخش‌های مختلف حرکتی در سیستم عصبی مرکزی می‌تواند موجب بهبود فعالیت عضلانی شود و درنتیجه موجب بهبود کنترل حرکت و وضعیت بدنی شود (۲۷). علاوه‌براین، پژوهش‌ها نشان می‌دهند که هستهٔ زانویی داخلی مربوط به سیستم دهلیزی در گوش‌ها عمدتاً بر تعادل افراد اثرگذار است. هنگامی که تحریک شنیداری به اندام کورتی می‌رسد، سیگنال به هستهٔ زانویی میانی-میانی انتقال می‌یابد و سپس به قشر شنوایی در لوب گیجگاهی می‌رسد. این امر می‌تواند موجب درگیری و تقویت سیستم دهلیزی شود که درنتیجه بهبود تعادل را به‌همراه دارد (۲۸).

از دیگر یافته‌های این پژوهش، تأثیر معنادارنداشتن تمرین راه‌رفتن با زمان‌بندی حسی شنیداری بر سطح و مسافت مرکز فشار بود که برای کمی‌سازی تعادل ایستا استفاده شد. از منظر بیومکانیکی، حفظ تعادل ایستا و پویا به‌طور درخور توجهی متفاوت هستند. در شرایط ایستا، حفظ تعادل به یک آونگ وارونه تشبیه می‌شود؛ یعنی مرکز ثقل که تحت‌تأثیر نیروی گرانش است، با مقادیر نسبتاً ثابت و کنترل‌شده‌ای از نیروهای اعمال‌شده از بدن بر زمین، صرفاً در یک نقطه حفظ می‌شود. این مطلب بدین معناست که حفظ تعادل در شرایط ایستا تکلیف چندان چالش‌برانگیزی نیست و احتمالاً به میزان زیادی به قدرت عضلات وابسته است که توانایی تولید نیروی کافی برای حفظ قامت را داشته باشند (۲۶). ازآنجاکه افزایش در قدرت عضلات جزو اهداف این برنامهٔ تمرینی نیست، شاید یکی از دلایل نبود تغییرات معنادار در تعادل ایستای شرکت‌کنندگان در این پژوهش، همین امر باشد.

یافتهٔ این پژوهش دربارهٔ تعادل ایستا با نتایج مطالعهٔ ترومبتی و همکاران (۱۵) همسوست. آن‌ها نیز تغییرات معناداری را درنتیجهٔ این‌گونه مداخلات بر تعادل ایستا گزارش نکردند. از طرفی این یافتهٔ پژوهش با نتایج مطالعات هامبورگ و کلیر (۱۶) و دویترن و همکاران (۱۷) که بیان کردند تعادل ایستا تغییرات معناداری را نشان می‌دهد، متناقض است. طراحی‌های متفاوت در پژوهش‌ها مانند روش تمرین، طول مدت مداخله، تکالیف و ابزارهای سنجش می‌توانند توضیح‌دهندهٔ یافته‌های متفاوت باشند. در پژوهش هامبورگ و کلیر (۱۶)، طول مدت تمرین ۱۴ هفته بود؛ درحالی‌که طول دورهٔ تمرین در پژوهش حاضر شش هفته بود. ممکن است تعداد جلسات بیشتر تمرین توجیه‌کنندهٔ این تناقض باشد. از طرفی ابزار سنجش تعادل در این دو پژوهش نیز متفاوت بود. در پژوهش هامبورگ و کلیر، برای ارزیابی تعادل ایستا از آزمون لک‌لک که آزمونی میدانی است و احتمال خطای انسانی در

آن بسیار است، استفاده کردند و در مقایسه با دستگاه فوت‌اسکن که یک ابزار دقیق و مناسب برای اندازه‌گیری تعادل است، نتایج می‌تواند بسیار متفاوت باشد. همچنین از دلایل تناقض این یافته‌ها با پژوهش دویترون و همکاران (۱۷) می‌توان به بررسی یک‌جلسه‌ای اثر تحریک شنیداری بر تعادل در پژوهش آن‌ها و نوع تحریک متفاوت شنیداری و ابزار اندازه‌گیری متفاوت برای سنجش تعادل در پژوهش آن‌ها و پژوهش حاضر اشاره کرد.

این پژوهش محدودیت‌هایی نیز داشت؛ ازجمله اینکه تمام شرکت‌کنندگان مرد بودند. همچنین در پژوهش حاضر به‌دلیل نبود دسترسی به همهٔ نمونه‌ها بعد از پایان پژوهش، دورهٔ پیگیری وجود ندارد. به پژوهشگران آینده پیشنهاد می‌شود تأثیر این نوع مداخلات با زمان بندی حسی بیرونی را بر زنان سالمند و دوران سالمندی ثانویه نیز بررسی کنند.

درمجموع پژوهش‌های بسیار کمی در این حوزه انجام گرفته است که نتایج همین مطالعات محدود نیز به‌دلیل مشکلات موجود در روش‌شناسی و تناقض در یافته‌ها، نشان‌دهندهٔ نیاز به انجام‌دادن پژوهش‌های بیشتر و باکیفیت‌تر همراه با کنترل بیشتری است. یافته‌های پژوهش حاضر تأثیر مثبت تحریکات حسی بیرونی بر تعادل پویای سالمندان را نشان داد که می‌توان از آن به‌عنوان مداخله‌ای مناسب در توان‌بخشی و کاهش خطر سقوط و افزایش تعادل پویای سالمندان استفاده کرد؛ بنابراین، به کاردرمان‌ها و سایر افرادی که در حوزهٔ توان‌بخشی سالمندان فعالیت دارند، توصیه می‌شود از این نوع مداخلات حسی بیرونی به‌عنوان یک برنامهٔ تمرینی ساده، نوین، کم‌هزینه و مقرون‌به‌صرفه برای بهبود تعادل پویای سالمندان استفاده کنند.

تشکر و قدردانی

از تمام سالمندان عزیزی که در تمامی مراحل پژوهش با ما همراه شدند، تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

1. Gomes MM, Reis JG, Neves TM, Petrella M, de Abreu DC. Impact of aging on balance and pattern of muscle activation in elderly women from different age groups. Int J Gerontol. 2013 Jun 1;7(2):106-11.
2. Mojabi M. Dizziness in elderly. Journal of Qazvin University of Medical Sciences. 2007:11 (2):71-77. (In Persian).
3. Boyer KA, Johnson RT, Banks JJ, Jewell C, Hafer JF. Systematic review and meta-analysis of gait mechanics in young and older adults. EXP GERONTOL. 2017 Sep 1; 95:63-70.
4. Caetano MJ, Lord SR, Allen NE, Brodie MA, Song J, Paul SS, Canning CG, Menant JC. Stepping reaction time and gait adaptability are significantly impaired in people with Parkinson's disease: implications for fall risk. Parkinsonism & related disorders. 2018 Feb 1; 47:32-8.

5. Whipple R, Wolfson L, Derby C, Singh D, Tobin J. 10 altered sensory function and balance in older persons.J Gerontol. 1993 Sep 1;48(Special_Issue):71-6.
6. Anderson RL, Fishback E. Balance specific training in water and on land in older adults: A pilot study. IJARE. 2010;4(3):8-19.
7. Latham NK, Anderson CS, Bennett DA, Stretton C. Progressive resistance strength training for physical disability in older people. CDSR. 2003(2):58- 30.
8. Wittwer JE, Webestre KE, Hill K. Music and metronome cues produce different effects on gait spatiotemporal measures but not gait variability in healthy older adults. Gait & Posture. 2013;37(2):219-22.
9. Thaut MH. Neural basis of rhythmic timing networks in the human brain. ANN N Y ACAD. 2003;999(1):364-73.
10. Bengtsson SL, Ullen F, Ehrsson HH, Hashimoto T, Kito T, Naito E, Forssberg H, Sadato N. Listening to rhythms activates motor and premotor cortices. cortex. 2009 Jan 1;45(1):62-71.
11. Thaut MH, McIntosh GC, Prassas SG, Rice RR. Effect of rhythmic auditory cuing on temporal stride parameters and EMG. Patterns in hemiparetic gait of stroke patients. J Neurol Rehabil. 1993 Mar;7(1):9-16.
12. Ghai S. Effects of real-time (sonification) and rhythmic auditory stimuli on recovering arm function post stroke: a systematic review and meta-analysis. Front Neurol. 2018; 13(9):48-65.
13. Sejdić E, Fu Y, Pak A, Fairley JA, Chau T. The effects of rhythmic sensory cues on the temporal dynamics of human gait. PloS One. 2012:7(8):e43104.
14. Schreiber C. Influence of a rhythmic auditory stimulation on asymptomatic gait. Gait & Posture. 2016; 50:17-22.
15. Trombetti A, Hars M, Herrmann FR, Kressig RW, Ferrari S, Rizzoli R. Effect of music-based multitask training on gait, balance, and fall risk in elderly people: a randomized controlled trial. Arch Intern Med. 2011 Mar 28;171(6):525-33.
16. Hamburg J, Clair AA The effects of a movement with music program on measures of balance and gait speed in healthy older adults. J Music Ther. 2003;40(3):212-26.
17. Deviterne D, Gauchard GC, Jamet M, Vançon G, Perrin PP. Added cognitive load through rotary auditory stimulation can improve the quality of postural control in the elderly. BRAIN RES BULL. 2005 Jan 30;64(6):487-92.
18. Yang DJ, Park SK, Uhm YH, Park SH, Chun DW, Kim JH. The correlation between muscle activity of the quadriceps and balance and gait in stroke patients. J Phys Ther Sci. 2016;28(8):2289-92.
19. Lo J, Lo OY, Olson EA, Habtemariam D, Iloputaife I, Gagnon MM, Manor B, Lipsitz LA. Functional implications of muscle co-contraction during gait in advanced age. Gait & posture. 2017 Mar 1; 53:110-4.
20. Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": A test of basic functional mobility for frail elderly persons. J Am Geriatr Soc. 1991;39(2):142-8.
21. Pourmahmoudian P, Noraste AA, Daneshmandi H, Atrkar Roshan Z. Functional balance assessment scales in elderly. Iranian Journal of Ageing. 2018;13(2):132-53. (In Persian).

22. Rafa'ti A. Effect of a resistance training program of selected lower limb muscles on stability indicators in the elderly after perturbation. [Masters's thesis]. [Babolsar]: University of Mazandaran; 2017. (In Persian).
23. Degani AM, Leonard CT, Danna-dos-Santos A. The effects of early stages of aging on postural sway: A multiple domain balance assessment using a force platform. J Biomech. 2017; 64:8-15.
24. Conklyn D, Stough D, Novak E, Paczak S, Chemali K, Bethoux F. A home-based walking program using rhythmic auditory stimulation improves gait performance in patients with multiple sclerosis: a pilot study. Neurorehabil Neural Repair. 2010 Nov;24(9):835-42.
25. Memarmoghaddam M, Shahraki M. The effect of rhythmic auditory stimulation during gait training on kinematic parameters of gait in patients with multiple sclerosis. Journal of Motor Behavior. 2018;10(33):149-64. (In Persian).
26. Lajoie Y, Teasdale N, Bard C, Fleury M. Attentional demands for static and dynamic equilibrium. Exp Brain Res. 1993;97(1):139-44.
27. Repp BH, SU Y-H. Sensorimotor synchronization: A review of recent research (2006–2012). Psychon Bull Rev. 2013;20(3):403-52.
28. Horak FB. Clinical measurement of postural control in adults. Phys Ther. 1987;67(12):1881-5.

ارجاع‌دهی

رجب‌تبار درویش محسن، اسلامی منصور، معمارمقدم مژگان. اثر تمرین با زمان‌بندی حسی بیرونی بر میانگین سطح و دامنهٔ مرکز فشار تعادل ایستا و پویای سالمندان. مطالعات طب ورزشی. پاییز و زمستان ۱۳۹۸؛ ۱۱(۲۶)، ۸۰-۶۷.
شناسهٔ دیجیتال: 10.22089/smj.2020.8174.1407

Rajab Tabar Darvish M, Islami M, Memar Moghaddam M. The Effect of Training with External Sensory Timing on the Mean of Area and Amplitude of the Center of Pressure of Static and Dynamic Balance in the Elderly. Sport Medicine Studies. Fall & Winter 2020; 11 (26): 67-80. (Persian). Doi: 10.22089/smj.2020.8174.1407

The Effect of Training with External Sensory Timing on the Mean of Area and Amplitude of the Center of Pressure of Static and Dynamic Balance in the Elderly

M. Rajab Tabar Darvish[1], M. Islami[2], M. MemarMoghaddam[3]

1. Master of Sport Biomechanic, Faculty of Sport Sciences, University of Mazandaran, Babolsar Iran.
2. Associate Professor, Department of Sports Biomechanics and Motor Behavior, Faculty of Sport Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran. (Corresponding Author)
3. Assistant Professor, Department of Sport Biomechanics and Motor Behavior, Faculty of Sport Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran.

Received Date: 2019/12/30 Accepted Date: 2020/08/23

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of training with external sensory timing on the mean area and amplitude of the center of pressure during static and dynamic balance in the elderly. Thirty-six elderly (all males) were randomly assigned to control, walking, and training with external sensory timing (experimental) groups.

The training sessions were conducted during six weeks (three sessions per week). The participants were administered two postural tasks of static and dynamic balance prior and following the treatments as their pre- and post-tests. The results indicated that there were no significant differences in the center of pressure area and distance means from pre- to post-tests of all groups. However, training with external sensory timing significantly increased the amplitude of the center of pressure in the anterior-posterior and the internal-external directions of the experimental groups. The results indicated that training with external sensory timing significantly improved the dynamic balance of the elderly. Therefore, this method can be considered as a low-cost, modern, and simple method to be included in the training programs of the elderly to improve their dynamic balance.

Keywords: External Sensory Timing, Center of Pressure, Dynamic Balance ,Static Balance, Elderly

1. Email: mohsenrd91@yahoo.com
2. Email: mseslami@gmail.com
3. Email: mmemarmoghaddam@yahoo.com