تغییرات پارامترهای فضایی– زمانی راه رفتن در سالمندان به دنبال تکالیف مختلف حافظه کاری

فهیمه حبیبی‌فر[۱]، علیرضا فارسی[۲]، بهروز عبدلی[۲]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: مطالعات پیشین نشان می‌دهد که الگوی راه رفتن سالمندان تحت تأثیر تکلیف شناختی همزمان قرار می‌گیرد. هرچند هنوز مشخص نیست که با فعال شدن زیرسیستم‌های مختلف حافظه کاری، الگوی راه رفتن چگونه تحت تأثیر قرار می‌گیرد. هدف از انجام پژوهش حاضر، تأثیر نوع تکلیف حافظه کاری بر پارامترهای فضایی- زمانی الگوی راه رفتن بود.

مواد و روش‌ها: ۱۲ سالمند (با میانگین سنی ۲/۱۹ ± ۶۷/۵) به صورت در دسترس انتخاب و تحت ۳ شرایط آزمایشی راه رفتن به شکل مجرد، راه رفتن همزمان با فعال شدن لوح دیداری- فضایی حافظه کاری و راه رفتن همزمان با فعال شدن حلقه واج‌شناختی حافظه کاری مورد آزمون قرار گرفتند. شرکت کنندگان ۱۲ کوشش راه رفتن را در هر شرایط اجرا کردند که از بین آن‌ها ۶ کوشش انتخاب شد. ملاک انتخاب این ۶ کوشش در شرایط تکلیف دوگانه، کوشش‌هایی بود که در آن شرکت کننده پاسخ صحیح به تکلیف حافظه کاری داده بود. در شرایط راه رفتن مجرد این ۶ کوشش به صورت تصادفی انتخاب شد. کوشش‌های راه رفتن توسط دستگاه Motion analysis ثبت شد و داده‌های مرتبط با الگوی راه رفتن با استفاده از تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری تحلیل شد.

یافته‌ها: بین ۳ شرایط مختلف آزمایشی در سرعت راه رفتن ($P < ۰/۰۵$، $F_{(۲،۱۴۲)} = ۶۴/۵۴$)، طول گام ($P < ۰/۰۵$، $F_{(۲،۱۴۲)} = ۴۵/۸۲$) و عرض گام ($P < ۰/۰۵$، $F_{(۲،۱۴۲)} = ۱۶/۳۶$) تفاوت معنی‌داری وجود داشت.

نتیجه‌گیری: تکلیف دیداری- فضایی در مقایسه با تکلیف واج‌شناختی منجر به طول گام کوتاه‌تر، عرض گام بیشتر و سرعت راه رفتن کمتر شد و تداخل بیشتری در راه رفتن ایجاد کرد. به نظر می‌رسد که برای کنترل راه رفتن و پردازش دیداری- فضایی، شبکه‌های عصبی مشترکی وجود دارد. از این‌رو، مداخلات تکلیف دوگانه دیداری- فضایی می‌تواند موجب بهبود راه رفتن سالمندان شود.

کلید واژه‌ها: الگوی راه رفتن، سالمندی، حافظه کاری، لوح دیداری- فضایی، حلقه واج‌شناختی

ارجاع: حبیبی‌فر فهیمه، فارسی علیرضا، عبدلی بهروز. **تغییرات پارامترهای فضایی- زمانی راه رفتن در سالمندان به دنبال تکالیف مختلف حافظه کاری.** پژوهش در علوم توانبخشی ۱۳۹۵؛ ۱۲ (۲): ۷۵-۶۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۲/۲۵

مقدمه

به دلیل تغییرات فیزیولوژیکی سیستم‌های مختلف حسی، حرکتی و نیز تغییرات شناختی در سالمندی چگونگی و میزان تأثیر انجام تکلیف ثانویه بر الگوی راه رفتن در سالمندی، همواره از اساسی‌ترین سؤالاتی بوده است که ذهن محققان علاقمند به مسایل سالمندی را به خود مشغول داشته است (۳-۱). تحقیقات نشان می‌دهد که با انجام همزمان تکالیف شناختی در حین راه رفتن، در سالمندان در مقایسه با افراد جوان، پارامترهای راه رفتن بیشتر تحت تأثیر قرار گرفته (۲)، تغییرپذیری بیشتری در این پارامترها ایجاد می‌شود (۴) و افتی که در اجرا در شرایط تکلیف دوگانه ایجاد می‌شود با خطر افتادن در سالمندان ارتباط دارد (۵).

در مطالعات اخیر مشخص شده است که حافظه کاری پیش‌بینی کننده سرعت راه رفتن در شرایط تکلیف دوگانه است (۷، ۶) و با پایداری راه رفتن ارتباط دارد (۸). حافظه کاری به عنوان یک کارکرد اجرایی، مسؤول نگهداری فعال و دستکاری اطلاعات است و در مدل اصلی Baddeley شامل ۳ جزء مجری مرکزی، لوح دیداری- فضایی و حلقه واج‌شناختی است. مهم‌ترین جزء این مدل، مجری مرکزی است که سیستمی برای کنترل توجه است و در فرایندهایی مانند بازیابی اطلاعات از حافظه بلند مدت، بازداری اطلاعات نامربوط، کنترل دروندادها، ذخیره و پردازش همزمان اطلاعات، هماهنگی و اختصاص منابع به دیگر بخش‌های سیستم حافظه کاری درگیر است. در این مدل همچنین، ۲ سیستم ذخیره موقت به نام‌های حلقه واج‌شناختی و

۱- دانشجوی دکتری تخصصی، گروه رفتار حرکتی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
۲- دانشیار، گروه رفتار حرکتی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
نویسنده مسؤول: فهیمه حبیبی‌فر
Email: f_habibifar@sbu.ac.ir

لوح‌دیداری- فضایی وجود دارد. وظیفه حلقه واج‌شناختی، ذخیره کوتاه مدت اطلاعات کلامی- شنیداری است که پس از چند ثانیه از بین می‌رود. لوح‌دیداری- فضایی مسؤول ذخیره اطلاعات به شکل کدهای فضایی یا دیداری است و برای مدت زمان کوتاهی تصاویر دیداری را نگهداری می‌کند (۹، ۱).

بر اساس یافته‌های پژوهشی، در الگوی تکلیف دوگانه، تکالیف شناختی مختلف بر اساس این که کدام یک از ۲ زیرسیستم حلقه واج‌شناختی و لوح دیداری- فضایی حافظه کاری را فعال کند، اثرات متفاوتی بر کنترل قامت (پوسچر) دارد. در برخی از مطالعات نشان داده شده است که حفظ یک وضعیت قامتی ایستای دشوار با حافظه دیداری- فضایی تداخل ایجاد می‌کند و این که تفاوت‌های سنی در کنترل قامت تنها در تکالیف شناختی که شامل حافظه دیداری- فضایی می‌شود، بارزتر است (۱۲-۱۰). همچنین، در تحقیقات پیشین گزارش شده است که پردازش دیداری- فضایی حافظه کاری در کنترل قامت در حین ایستادن و زمان واکنش گام‌برداری از اهمیت خاصی برخوردار است و محدودیت در کدبندی فضایی به افزایش تداخل در کنترل قامت در شرایط تکلیف دوگانه منجر می‌شود (۱۵-۱۳). البته، همه تحقیقاتی که در زمینه کنترل قامت انجام شده است، این نتیجه که پردازش دیداری- فضایی در مقایسه با پردازش واج‌شناختی موجب اختلال بیشتری در کنترل قامت می‌شود، به دست نیامده است. برای مثال، در مطالعه Shumway-Cook تکلیف پردازش کلامی نسبت به تکلیف جهت‌یابی فضایی- دیداری تداخل بیشتری در پایداری قامت ایجاد کرد. علاوه بر این، محدودیتی که در این دسته از مطالعات دیده می‌شود، این است که کنترل قامت بیشتر در شرایط ایستا و با استفاده از تکالیف تعادلی ساکن ارزیابی شده است و راه رفتن به عنوان یک تکلیف پویا و مهم در زندگی روزمره و تکلیفی که نسبت به تعادل ایستا توجه طلب‌تر است، کمتر مورد توجه قرار گرفته است. با وجود این که مشخص شده است که ویژگی‌های راه رفتن تحت تأثیر تکالیف شناختی همزمان قرار می‌گیرد و حتی برخی از محققان گزارش کرده‌اند که تغییرات ایجاد شده در راه رفتن به نوع تکلیف شناختی بستگی دارد (۵)، اما این که فعال شدن کدام یک از دو زیرسیستم مختلف حافظه کاری، الگوی راه رفتن سالمندان را بیشتر تحت تأثیر قرار می‌دهد، مشخص نیست.

در تنها تحقیقی که به تازگی در زمینه راه رفتن بر روی نوارگردان انجام شده است، تکلیف حافظه فضایی- دیداری Brooks بیشتر از تکلیف شمارش به عقب موجب تداخل در کنترل میانی- جانبی قامت شد (۱۶)، اما با توجه به این موضوع که نوارگردان با سرعت مشخصی حرکت می‌کند، در راه رفتن بر روی نوارگردان نسبت به راه رفتن بر روی زمین، تغییرپذیری طبیعی و نیازهای توجهی راه رفتن به شکل مصنوعی تغییر پیدا می‌کند (۱۷). به علاوه، در این تحقیق برای فعال شدن حلقه واج‌شناختی از تکلیف شمارش به عقب که یک تکلیف ریتمیک است، استفاده شده است که به دلیل ریتمیک بودن تکلیف راه رفتن، موجب اجرای بهتر راه رفتن می‌شود (۱۸). با توجه به پژوهش‌های اندک در این زمینه و نیز عدم بررسی الگوی راه رفتن در تحقیقات این حیطه، هدف از تحقیق حاضر، بررسی تداخل ایجاد شده در الگوی راه رفتن بر اثر فعال شدن دو جزء مختلف حلقه واج‌شناختی و لوح دیداری- فضایی حافظه کاری در سالمندان بود. کسب دانش و نگاه عمیق‌تر به اثر فعال شدن انواع مختلف حافظه کاری بر الگوی راه رفتن سالمندان، اطلاعات مناسبی را در اختیار افرادی که در حیطه سلامت و توانبخشی سالمندان فعالیت می‌کنند، قرار می‌دهد.

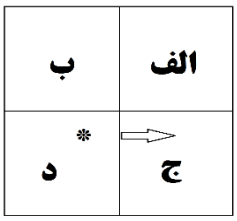
مواد و روش‌ها

روش مطالعه حاضر از نوع نیمه تجربی و طرح تحقیق، طرح درون‌گروهی است که در آن پارامترهای فضایی- زمانی منتخب مرتبط با الگوی راه رفتن در ۳ شرایط آزمایشی بررسی شد. ۱۲ شرکت کننده برای انجام پژوهش حاضر در نظر گرفته شد. حجم نمونه بر اساس مطالعه مشابهی که در این زمینه انجام شده است، تعیین شد (۱۶). همچنین، برای اطمینان بیشتر از حجم نمونه از نرم‌افزار G*Power نسخه ۳/۱ استفاده شد. شرکت کنندگان از میان سالمندان سالم با دامنه سنی ۷۰-۶۵ سال عضو کانون جهان دیدگان سراهای محله تهران به صورت در دسترس انتخاب شدند. معیارهای ورود افراد شرکت کننده به پژوهش عبارت از کسب حداقل نمره ۲۴ از ۳۰ در نسخه فارسی پرسش‌نامه Mini–mentalstatus examination (MMSE)، توانایی خواندن و نوشتن، توانایی راه رفتن بدون کمک و مستقلانه، نداشتن بیماری اثرگذار بر راه رفتن مانند مشکلات ارتوپدیک، قلبی- عروقی، عصب شناختی و بصری بود (۱۹، ۱۶، ۱۴). پروتکل تحقیق مورد تأیید کمیته اخلاق دانشگاه شهید بهشتی قرار گرفت. با همه شرکت کننده‌ها قبل از شروع تحقیق هماهنگی لازم جهت اجرای پروتکل صورت گرفت. شرکت کننده‌ها پس از تکمیل فرم رضایت برای شرکت در پروتکل تحقیق، طی یک جلسه در آزمایشگاه رفتار- حرکتی دانشگاه شهید بهشتی حضور یافتند و بعد از تکمیل فرم مشخصات فردی، پرسش‌نامه محقق ساخته سطح فعالیت بدنی (از این پرسش‌نامه فقط برای آگاهی از وضعیت جسمی و سطح فعالیت بدنی شرکت کنندگان استفاده شد. این اطلاعات در تحلیل آماری داده‌ها به کار برده نشد) و آشنایی با محیط آزمایشگاه و ابزارهای مورد استفاده در تحقیق در شاخص‌های قد با استفاده از متر، وزن و شاخص توده بدنی با استفاده از دستگاه Body composition analyzer (X-PLUS-II،Gyeongsan-si،korea) اندازه‌گیری شد. به منظور ارزیابی دقیق مؤلفه‌های ترکیب بدنی با این دستگاه، به افراد توصیه شده بود که از مصرف زیاد مایعات و غذای سنگین، ۳ ساعت قبل از آزمون خودداری کنند. سپس، برای بررسی وضعیت شناختی شرکت کننده‌ها و اطمینان از عدم ابتلای آن‌ها به دمانس، آزمون کوتاه وضعیت شناختی با استفاده از پرسش‌نامه MMSE به عمل آمد.

قبل از شروع پروتکل اصلی، یک بخش توجیهی که شرکت کنندگان را با هدف مطالعه و نحوه اجرای آزمایش آشنا می‌ساخت، در نظر گرفته شد. پس از آن فرایند مارکرگذاری با توجه به اهداف مطالعه به روش Helen Hayes انجام شد و به شرکت کنندگان اجازه داده شد تا چند بار عمل راه رفتن را در محیط آزمایشگاه انجام دهند. سپس، شرکت کنندگان تحقیق ۱۲ کوشش راه رفتن را با سرعت ترجیحی و با پای برهنه (برای به حداقل رساندن اثر نوع کفش) در یک مسافت ۱۰ متری به صورت کانتربالانس تحت ۳ شرایط آزمایشی راه رفتن به شکل مجرد و با سرعت ترجیحی (عدم وجود تکلیف ثانویه)، راه رفتن و فعال شدن لوح دیداری- فضایی حافظه کاری و راه رفتن و فعال شدن حلقه واج‌شناختی حافظه کاری و در مجموع ۳۶ کوشش راه رفتن را انجام دادند. در حین آزمون، کوشش‌های راه رفتن توسط دستگاه Motion Analyzer (Motion analysis corporation, USA, Santa rosa) ثبت شد. در شرایط تکلیف دوگانه، دستورالعمل‌های مرتبط با تکالیف حافظه کاری به شکل متوالی و همزمان با شروع راه رفتن به افراد شرکت کننده ارایه می‌شد و افراد باید در حین

www.mui.ac.ir

راه رفتن و قبل از پایان مسیر به این دستورالعمل‌ها پاسخ می‌دادند. برای فعال شدن دو جزء مختلف لوح دیداری- فضایی و حلقه واج‌شناختی حافظه کاری به ترتیب از دو تکلیف حرکت ستاره و تکلیف محاسبات ریاضیاتی استفاده شد. تکلیف حرکت ستاره از تکلیف حافظه فضایی Brooks برگرفته شده است (۱۴). شرکت کنندگان چهار باکس (یک جدول ۲×۲) به نام‌های الف، ب، ج و د و یک ستاره که چهار حرکت در جهات بالا، پایین، چپ، راست و قطری در این چهار باکس انجام می‌داد را مطابق شکل ۱، در ذهن خود مجسم می‌کردند. نقطه شروع حرکت ستاره به صورت تصادفی در یکی از این چهار باکس بود و حرکت ستاره در جهات مختلف از طریق نمایش دستورالعمل بر روی صفحه نمایشی که در روبه‌روی فرد قرار داشت، به شرکت کننده‌ها ارایه می‌شد. پس از انجام هر چهار حرکت مورد نظر، شرکت کننده‌ها باید موقعیت نهایی ستاره را با صدای بلند اعلام می‌کردند. دستورالعمل‌های مربوط در نرم‌افزار Power point (Microsoft corporation, new mexico, USA) نسخه ۲۰۱۳ طراحی و به شرکت کنندگان ارایه شد. به منظور آشنا شدن افراد با تکلیف تحقیق، ابتدا تمامی مراحل بر روی یک صفحه کامپیوتر، نمایش داده شد. قبل از اجرای پروتکل اصلی تحقیق، شرکت کنندگان این تکلیف را با و بدون وجود صفحه نمایش تمرین کردند، تا زمانی که به طور کامل با تکلیف آشنا شدند و ۳ کوشش متوالی صحیح را انجام دادند.



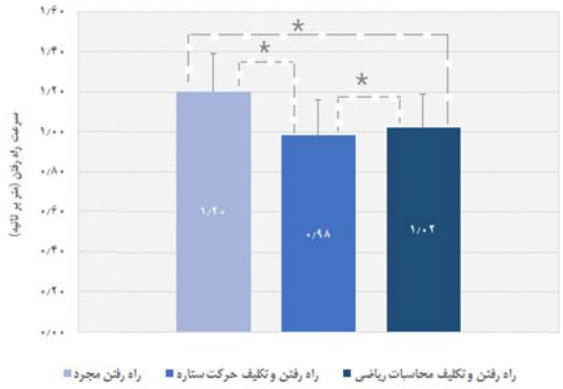
شکل ۱. تکلیف حرکت ستاره

در تکلیف محاسبات ریاضیاتی، افراد شرکت کننده در تحقیق محاسبات ریاضیاتی را بر روی چهار عدد (اعداد ۱ تا ۹) انجام می‌دادند و جواب محاسبات خود را اعلام می‌کردند. در این تکلیف، دستورالعمل‌ها به شکل ضبط شده و از طریق بلندگو به شرکت کننده‌ها ارایه می‌شد. قبل از اجرای پروتکل اصلی تحقیق، شرکت کنندگان برای آشنا شدن با تکلیف مورد نظر، چند کوشش از این تکلیف را انجام دادند. تمرین تا زمانی که افراد می‌توانستند ۳ کوشش متوالی صحیح را انجام دهند، ادامه یافت. پاسخ شرکت کنندگان به تکالیف حافظه کاری در حین آزمون توسط آزمونگر ثبت شد. در هر یک از ۳ شرایط، در بین کوشش‌ها به شرکت کنندگان ۳۰ ثانیه استراحت و بین ۳ شرایط تحقیق به آن‌ها ۳ دقیقه استراحت داده می‌شد. از ۱۲ کوششی که افراد شرکت کننده در هر یک از ۳ شرایط آزمایشی انجام دادند، ۶ کوشش انتخاب و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. ملاک انتخاب این ۶ کوشش در شرایط تکلیف دوگانه، کوشش‌هایی بود که در آن فرد شرکت کننده پاسخ صحیح به تکلیف حافظه کاری داده بود (برای اطمینان از فعال شدن دو جزء مختلف حافظه کاری). در شرایط راه رفتن مجرد این ۶ کوشش به صورت تصادفی انتخاب شد. کوشش‌های ثبت شده با استفاده از نرم‌افزار Cortex (Motion analysis corporation, USA, Santa rosa) نسخه ۲/۱ آنالیز شد. پارامترهای طول گام، عرض گام و سرعت راه رفتن محاسبه گردید، سپس داده‌های مرتبط به برنامه SPSS (version 16, SPSS Inc., Chicago, IL) انتقال داده شد و همه تحلیل‌های آماری در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ انجام شد.

یافته‌ها

اطلاعات دموگرافیکی افراد سالمند شرکت کننده تحقیق در جدول ۱ و اطلاعات توصیفی مربوط به سرعت راه رفتن، طول گام و عرض گام به ترتیب در شکل‌های ۲ تا ۴ ارایه شده است.

مقایسه دو به دوی گروه‌ها با استفاده از آزمون Bonferoni نشان داد که تفاوت معنی‌داری در نمرات سرعت راه رفتن در شرایط راه رفتن مجرد با راه رفتن و انجام تکلیف محاسبات ریاضیاتی (P = ۰/۰۰۱)، راه رفتن مجرد و راه رفتن همراه با انجام تکلیف حرکت ستاره (P = ۰/۰۰۱) و راه رفتن همراه با انجام محاسبات ریاضیاتی و راه رفتن همراه با انجام تکلیف حرکت ستاره (P = ۰/۰۱۲) وجود دارد (شکل ۲).



شکل ۲. سرعت راه رفتن (متر بر ثانیه) در ۳ شرایط آزمایشی. علامت ستاره اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ را نشان می‌دهد.

نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری برای بررسی اثر نوع تکلیف شناختی بر سرعت راه رفتن (جدول ۲) نشان داد که بین ۳ شرایط مختلف آزمایشی راه رفتن به شکل مجرد و با سرعت ترجیحی (بدون تکلیف ثانویه)، راه رفتن و انجام همزمان تکلیف حرکت ستاره و راه رفتن و انجام همزمان تکلیف محاسبات ریاضی تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($F_{(۲،۱۴۲)}$ = ۶۴/۵۴ ،P < ۰/۰۵).

جدول ۱. اطلاعات دموگرافیکی افراد شرکت کننده (میانگین ± انحراف معیار)

شرکت کننده (تعداد)	سن (سال)	وزن (کیلوگرم)	قد (سانتی‌متر)	شاخص توده بدنی (کیلوگرم/متر^۲)
۱۲	۶۷/۵ ± ۱۹/۲	۷۰/۱۱ ± ۲۰/۷۰	۱۶۱/۹۵ ± ۸/۰۰	۳۷/۴ ± ۱۳/۲۷

www.mui.ac.ir

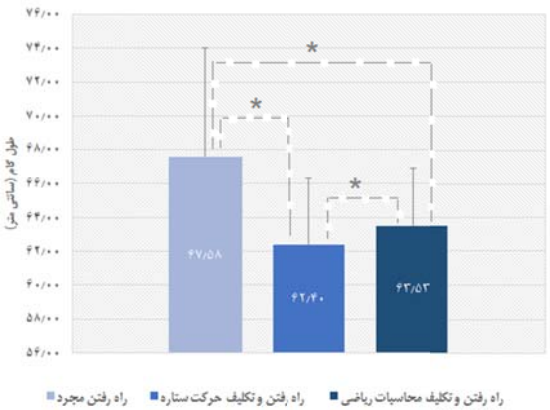
جدول ۲. خلاصه تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری برای بررسی اثر نوع تکلیف بر سرعت راه رفتن

منابع تغییر	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	P	مجذور اتا
نوع تکلیف	۱/۹۵	۲	۱/۳۰	۶۴/۵۴	*۰/۰۰۱	۰/۴۷
خطا	۲/۱۵	۱۴۲	۰/۰۲			

*وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵

مقایسه طول گام در ۳ شرایط آزمایش نیز با استفاده از تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری انجام شد (جدول ۳). نتایج این آزمون نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین طول گام در ۳ شرایط آزمایش وجود دارد ($P < ۰/۰۵$، $F_{(۲،۱۴۲)} = ۴۵/۸۲$).

در مقایسه دو به دوی گروه‌ها با استفاده از آزمون Bonferoni، نتایج تفاوت معنی‌داری در نمرات طول گام در شرایط راه رفتن مجرد با راه رفتن و انجام تکلیف محاسبات ریاضیاتی ($P = ۰/۰۰۱$)، راه رفتن مجرد و راه رفتن همراه با انجام تکلیف حرکت ستاره ($P = ۰/۰۰۱$) و راه رفتن همراه با انجام محاسبات ریاضیاتی و راه رفتن همراه با انجام تکلیف حرکت ستاره ($P = ۰/۰۲۵$) را نشان داد (شکل ۳).



شکل ۳. طول گام (سانتی‌متر) در ۳ شرایط آزمایشی. علامت ستاره اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ را نشان می‌دهد.

برای مقایسه عرض گام در ۳ شرایط آزمایش نیز از تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری استفاده شد (جدول ۴). نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین عرض گام در ۳ شرایط آزمایش وجود دارد ($P < ۰/۰۵$، $F_{(۲،۱۴۲)} = ۱۶/۳۶$).

در مقایسه دو به دوی گروه‌ها با استفاده از آزمون بونفرونی نتایج تفاوت معنی‌داری در نمرات عرضگام در شرایط راه رفتن مجرد با راه رفتن و انجام تکلیف محاسبات ریاضیاتی ($P = ۰/۰۴۵$)، راه رفتن مجرد و راه رفتن همراه با انجام تکلیف حرکت ستاره ($P = ۰/۰۴۱$) و راه رفتن همراه با انجام محاسبات ریاضیاتی و راه رفتن همراه با انجام تکلیف حرکت ستاره ($P = ۰/۰۰۱$) را نشان دادند (شکل ۴).

شکل ۴. عرض گام (سانتی‌متر) در ۳ شرایط آزمایشی. علامت ستاره اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ را نشان می‌دهد.

بحث

هدف اصلی مطالعه حاضر، بررسی اثر فعال شدن دو زیرسیستم مختلف حافظه کاری بر پارامترهای فضایی- زمانی مرتبط با الگوی راه رفتن افراد سالمند بود. بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر، با انجام هر دو نوع تکلیف شناختی دیداری- فضایی و واج‌شناختی همزمان با رفتن، تغییراتی در الگوی راه رفتن سالمندان مشاهده شد. در تحقیقات قبل نیز تغییر در الگوی راه رفتن سالمندان از جمله تغییرپذیری بیشتر الگوی گام‌برداری و طول گام متفاوت در شرایط دو تکلیفی در مقایسه با راه رفتن مجرد گزارش شده است. در تحقیق Beauchet و همکاران در شرایط دو تکلیفی، افزایش تغییرپذیری طول گام، سرعت راه رفتن و کاهش طول گام در سالمندان مشاهده شد (۵). Springer و همکاران نیز به این نتیجه رسیدند که شرایط توجه طلب دو تکلیفی، موجب کاهش پایداری الگوی راه رفتن سالمندان می‌شود (۴). یافته دیگر تحقیق نشان داد که تکالیف مختلف شناختی که دو زیرسیستم مختلف حافظه کاری را فعال می‌کنند، اثرات متفاوتی بر پارامترهای فضایی- زمانی مرتبط با الگوی راه رفتن دارد. این یافته با نتایج تحقیقات پیشین همخوان است.

جدول ۳. خلاصه تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری برای بررسی اثر نوع تکلیف بر طول گام

منابع تغییر	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	P	مجذور اتا
نوع تکلیف	۱۰۷۰/۶۵	۲	۶۴۹/۳۹	۴۵/۸۲	*۰/۰۰۱	۰/۳۹
خطا	۱۶۵۸/۷۶	۱۴۲	۱۴/۱۷			

*وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵

جدول ۴. خلاصه تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری برای بررسی اثر نوع تکلیف بر عرض گام

منابع تغییر	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	P	مجذور اتا
نوع تکلیف	۲۴۲/۴۰	۲	۱۶۴/۷۱	۱۶/۳۶	*۰/۰۰۱	۰/۱۸۷
خطا	۱۰۵۱/۸۲	۱۴۲	۱۰/۰۶			

*وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵

برای مثال، Beauchet و همکاران در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که در الگوی تکلیف دوگانه، تکالیف شناختی روانی- کلامی و محاسبات ریاضیاتی به شکل متفاوتی، تغییرپذیری زمان گام سالمندان را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۵). همچنین، بر اساس یافته‌های تحقیق Qu، تکالیف شناختی مختلف به شکل متفاوتی تغییرپذیری پارامترهای فضایی- زمانی مرتبط با راه رفتن بر روی نوارگردان را در سالمندان تحت تأثیر قرار داد (۱۶). در تحقیق Patel و Bhatt بر روی راه رفتن افرادی که دچار سکته مغزی شده بودند، نیز الگوی تداخل شناختی- حرکتی با توجه به نوع تکلیف به طور معنی‌داری تغییر پیدا کرد (۲۰).

در تحقیق حاضر با انجام دو تکلیف محاسبات ریاضیاتی (که در آن حافظه کاری واج‌شناختی فعال می‌شد) و حرکت ستاره (که در آن حافظه دیداری- فضایی فعال می‌شد)، همزمان با راه رفتن در عرض گام افزایش معنی‌داری مشاهده شد و عرض گام با انجام تکلیف حرکت ستاره در مقایسه با تکلیف محاسبات ریاضیاتی بیشتر افزایش یافت. عرض گام با کنترل قامتی میانی- جانبی در حین جابجایی مرتبط است. برای حفظ کنترل قامت خط عمودی مرکز جرم باید در محدوده سطح اتکا باشد. عرض گام بیشتر با سطح اتکای بزرگ‌تر در جهت میانی- جانبی مرتبط است. مطالعات پیشین نشان داده‌اند که کنترل پایداری میانی- جانبی که با خطر افتادن در سالمندان در ارتباط است، مشکل مهمی در سالمندان است. بنابراین، عرض گام بیشتر یک استراتژی کنترل قامتی برای سالمندان است و آن‌ها از این طریق پایداری قامتی میانی- جانبی خود را بهبود می‌دهند (۵). سرعت راه رفتن با انجام تکالیف حافظه کاری واج‌شناختی و دیداری- فضایی کاهش یافت. انجام تکلیف دیداری- فضایی همزمان با راه رفتن در مقایسه با تکلیف محاسبات ریاضیاتی کاهش بیشتر سرعت راه رفتن را به همراه داشت. به نظر می‌رسد که این تغییر به منظور کاهش اندازه حرکت رو به جلوی مرکز جرم در حین راه رفتن و افزایش مدت زمان در دسترس برای پاسخ به خطرات محیطی که در هنگام تقسیم توجه دیده نشده‌اند، انجام می‌شود و از آن به عنوان یک مکانیسم جبرانی برای حفظ پایداری قامت در راه رفتن استفاده می‌شود (۲۱). در طول گام با انجام تکالیف حافظه کاری واج‌شناختی و دیداری- فضایی کاهش معنی‌داری مشاهده شد. طول گام در راه رفتن همزمان با انجام تکلیف حافظه کاری دیداری- فضایی در مقایسه با تکلیف حافظه کاری واج‌شناختی با کاهش بیشتری همراه شد. این موضوع نشان می‌دهد که سالمندان برای پایداری قامت خود، با الگوی محتاطانه‌تری راه رفتن را انجام می‌دهند (۲۲).

بر طبق یافته‌های این تحقیق، تکلیف شناختی دیداری- فضایی در مقایسه با تکلیف واج‌شناختی منجر به طول گام کوتاه‌تر، عرض گام بیشتر و سرعت راه رفتن کمتری شد. در مطالعات قبل نیز نشان داده شده است که ضعف دیداری- فضایی در تست‌های روان‌شناختی با ناپایداری الگوی گام‌برداری، منجمد کردن الگوی گام‌برداری و افزایش خطر افتادن در سالمندان و افراد مبتلا به پارکینسون ارتباط دارد. همچنین، نشان داده شده است که حافظه کاری با پایداری راه رفتن ارتباط دارد و بخش دیداری- فضایی حافظه کاری با کنترل جابجایی مرتبط است (۲۵-۳۵). یافته‌های پژوهش حاضر با برخی از یافته‌های مطالعات پیشین در زمینه ایستادن (تعادل ایستا) و زمان واکنش گام‌برداری مطابقت دارد و نشان می‌دهد که تکالیف شناختی دیداری- فضایی بیشتر از تکالیف واج‌شناختی در کنترل راه رفتن تداخل ایجاد می‌کنند (۱۶-۱۴، ۱۲). هرچند با نتایج تحقیق Shumway-Cook و همکاران ناهمخوان است. آن‌ها در تحقیق خود تأثیر دو تکلیف شناختی کامل کردن جمله (به عنوان تکلیفی که حلقه واج‌شناختی را فعال می‌کرد) و تکلیف جور کردن ادراک بینایی (به عنوان تکلیفی که لوح دیداری- فضایی را فعال می‌کرد)، را بر پایداری قامت سالمندان بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که تکلیف واج‌شناختی به میزان بیشتری در کنترل قامت تداخل ایجاد می‌کند. به نظر می‌رسد که دلیل تفاوت نتایج تحقیق حاضر با تحقیق این محققان، نوع تکلیف انتخابی برای فعال کردن حافظه کاری واج‌شناختی است. در تکلیف کامل کردن جمله، به دلیل نمایش تکلیف بر روی صفحه نمایش، زیرسیستم لوح دیداری- فضایی حافظه کاری افراد شرکت کننده در تحقیق نیز فعال می‌شد؛ در حالی که در تحقیق حاضر به منظور کنترل مداليته دستورالعمل‌ها، دستورالعمل‌های مرتبط با تکلیف شناختی لوح دیداری- فضایی از طریق صفحه نمایشی که روبروی فرد نصب شده بود و دستورالعمل‌های مرتبط با تکلیف شناختی حلقه واج‌شناختی از طریق بلندگو به فرد ارایه می‌شد (۲۶).

از جمله نظریه‌هایی که برای توجیه تداخل حرکتی- شناختی بیشتر مورد توجه قرار گرفته است، نظریه دهانه بطری است. بر اساس این نظریه، چنان چه دو تکلیف شناختی و حرکتی به شبکه‌های عصبی یکسانی نیاز داشته باشند؛ زمانی که در قالب الگوی تکلیف دوگانه انجام شود، اجرا در یک یا هر دو تکلیف دچار مشکل می‌شود. یافته‌های این تحقیق از نظریه دهانه بطری مرتبط با تداخل تکلیف دوگانه حمایت می‌کند. به دلیل این که انجام تکلیف حرکت ستاره همزمان با راه رفتن موجب ایجاد تداخل بیشتری در راه رفتن افراد سالمند شد، به نظر می‌رسد که مؤلفه پردازش دیداری- فضایی حافظه کاری در کنترل راه رفتن درگیر است. از طرفی دیگر، درون‌دادهای بینایی با فراهم کردن مداوم اطلاعات به روز در مورد حرکات و جهت‌یابی بدن نقش مهمی در کنترل قامت ایفا می‌کنند. از این‌رو، کنترل قامتی در حین راه رفتن به مسیرهای پردازش اطلاعاتی بینایی نیاز دارد (۳).

شواهد حاصل از تصویربرداری عصبی از این موضوع حمایت می‌کند که حافظه کاری دیداری- فضایی و واج‌شناختی در مغز انسان توسط شبکه‌های مختلفی کنترل می‌شود (۲۷). علاوه بر این، تحقیقات نشان می‌دهد که در راه رفتن و تکالیف حافظه کاری دیداری- فضایی ساختارهای عصبی مشترکی (مانند قشر مکمل حرکتی، قشر پیش‌حرکتی، کرمینه در مخچه) فعال می‌شود. همچنین، نشان داده شده است که هیپوکامپ و قشر انتورینال (Enthorinal cortex: رابط هیپوکامپ و نئوکرتکس و شبکه‌ای برای حافظه و

جهت‌یابی) از مهم‌ترین مناطق قشری است که با حافظه فضایی در ارتباط می‌باشد و برای توالی‌دهی حرکت و الگوی گام‌برداری پایدار ضروری است. آتروفی در این نواحی از جمله ویژگی‌های بیماری آلزایمر است که این دسته از بیماران در مهارت‌های دیداری- فضایی ضعیف هستند و الگوی گام‌برداری ناپایداری دارند. بنابراین، ممکن است که انجام تکلیف دوم دیداری- فضایی در حین راه رفتن فراتر از ظرفیت پردازشی نواحی هیپوکامپ و انتورینال باشد. از این‌رو، منجر به تداخل در الگوی راه رفتن گردد (۳۰-۲۸).

محدودیت‌ها

محدودیت پژوهش حاضر،کنترل یکسانی میزان دشواری دو تکلیف حافظه کاری بود. دشواری تکالیف حافظه کاری با توجه به نمره‌دهی افراد شرکت کننده بر اساس مقیاس لیکرت یکسان تخمین زده شد. با وجود این که مدت زمان ارایه دستورالعمل‌های هر دو تکلیف نیز یکسان در نظر گرفته شد، با استفاده از روش‌های عینی‌تر مانند اندازه‌گیری زمان واکنش به تکالیف حافظه کاری، بهتر می‌توان در مورد یکسان بودن دشواری تکالیف مورد نظر اطمینان حاصل کرد.

پیشنهادها

پیشنهاد می‌شود در تحقیقات بعدی، تأثیر مداخلات تکلیف دوگانه‌ای که در آن‌ها از تکالیف شناختی دیداری- فضایی همزمان با راه رفتن استفاده می‌شود، بر خطر افتادن سالمندان بررسی شود. همچنین، استفاده از تصویربرداری عملکردی مغز در تحقیقات آینده می‌تواند دانش بیشتری در زمینه فرایندهای شناختی مرتبط با راه رفتن در اختیار محققان قرار دهد.

نتیجه‌گیری

به طور کلی، در این تحقیق نشان داده شد که فعال شدن لوح دیداری- فضایی حافظه کاری همزمان با راه رفتن، در مقایسه با حلقه واج‌شناختی حافظه کاری موجب ایجاد تداخل بیشتری در راه رفتن افراد سالمند می‌شود. با توجه به این که پژوهش‌های قبل نشان داده که مداخلات تکلیف دوگانه می‌تواند موجب بهبود اجرای کنترل قامتی افراد سالمند شود، مداخلات تکلیف دوگانه‌ای که در آن‌ها از تکالیف شناختی دیداری- فضایی همزمان با راه رفتن استفاده می‌شود، می‌تواند موجب کاهش ضعف راه رفتن سالمندان شود (۳۱).

تشکر و قدردانی

این مقاله از رساله دکتری خانم فهیمه حبیبی‌فر، مصوب دانشکده علوم ورزشی دانشگاه شهید بهشتی با کد ۲۰۷۹۷ برگرفته شده است. بدین وسیله، محققان از آقای دکتر هوانلو، معاون پژوهشی دانشکده علوم ورزشی دانشگاه شهید بهشتی برای همکاری و همیاری جهت هماهنگی و در اختیار گذاشتن آزمایشگاه و نیز سالمندان شرکت کننده در تحقیق کمال تشکر را دارند.

نقش نویسندگان

فهیمه حبیبی‌فر طراحی و ایده‌پردازی مطالعه، جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل و تفسیر داده‌ها، تنظیم دست نوشته، مسؤولیت حفظ یکپارچگی فرایند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار و پاسخگویی به نظرات داوران، علیرضا فارسی طراحی مطالعه، بازبینی دست نوشته شده با ارایه نظر تخصصی، تأیید محتوی نسخه نهایی دست نوشته جهت ارسال به مجله و بهروز عبدلی بازبینی دست نوشته با ارایه نظر تخصصی، خدمات تخصصی آمار، خدمات پشتیبانی و اجرایی و علمی مطالعه را به عهده داشته‌اند.

تعارض منافع

این دست نوشته هیچ گونه تعارض منافعی که بتواند بر نتایج این مطالعه و نحوه گزارش آن تأثیر بگذارد، ندارد.

References

1. Borel L, Alescio-Lautier B. Posture and cognition in the elderly: interaction and contribution to the rehabilitation strategies. Neurophysiol Clin 2014; 44(1): 95-107.
2. Wollesen B, Voelcker-Rehage C. Training effects on motor-cognitive dual-task performance in older adults. Eur Rev Aging Phys Act 2014; 11(1): 5-24.
3. Woollacott M, Shumway-Cook A. Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. Gait Posture 2002; 16(1): 1-14.
4. Springer S, Giladi N, Peretz C, Yogev G, Simon ES, Hausdorff JM. Dual-tasking effects on gait variability: the role of aging, falls, and executive function. Mov Disord 2006; 21(7): 950-7.
5. Beauchet O, Dubost V, Aminian K, Gonthier R, Kressig RW. Dual-task-related gait changes in the elderly: does the type of cognitive task matter? J Mot Behav 2005; 37(4): 259-64.
6. Holtzer R, Verghese J, Xue X, Lipton RB. Cognitive processes related to gait velocity: results from the Einstein Aging Study. Neuropsychology 2006; 20(2): 215-23.
7. Montero-Odasso M, Bergman H, Phillips NA, Wong CH, Sourial N, Chertkow H. Dual-tasking and gait in people with mild cognitive impairment. The effect of working memory. BMC Geriatr 2009; 9: 41.
8. Beauchet O, Annweiler C, Montero-Odasso M, Fantino B, Herrmann FR, Allali G. Gait control: a specific subdomain of executive function? J Neuroeng Rehabil 2012; 9: 12.
9. Baddeley A. Working memory: looking back and looking forward. Nat Rev Neurosci 2003; 4(10): 829-39.
10. Kerr B, Condon SM, McDonald LA. Cognitive spatial processing and the regulation of posture. J Exp Psychol Hum Percept Perform 1985; 11(5): 617-22.
11. Maylor EA, Wing AM. Age differences in postural stability are increased by additional cognitive demands. J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci 1996; 51(3): 143-54.

12. Maylor EA, Allison S, Wing AM. Effects of spatial and nonspatial cognitive activity on postural stability. Br J Psychol 2001; 92(Pt 2): 319-38.
13. Woollacott M, Vander Velde T. Non-visual spatial tasks reveal increased interactions with stance postural control. Brain Res 2008; 1208: 95-102.
14. Sturnieks DL, St George R, Fitzpatrick RC, Lord SR. Effects of spatial and nonspatial memory tasks on choice stepping reaction time in older people. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 2008; 63(10): 1063-8.
15. Chong RK, Mills B, Dailey L, Lane E, Smith S, Lee KH. Specific interference between a cognitive task and sensory organization for stance balance control in healthy young adults: visuospatial effects. Neuropsychologia 2010; 48(9): 2709-18.
16. Qu X. Age-related cognitive task effects on gait characteristics: do different working memory components make a difference? J Neuroeng Rehabil 2014; 11: 149.
17. Regnaux JP, Roberston J, Smail DB, Daniel O, Bussel B. Human treadmill walking needs attention. J Neuroeng Rehabil 2006; 3: 19.
18. Beauchet O, Dubost V, Allali G, Gonthier R, Hermann FR, Kressig RW. 'Faster counting while walking' as a predictor of falls in older adults. Age Ageing 2007; 36(4): 418-23.
19. Seyedian M, Falah M, Nourouzian M, Nejat S, Delavar A., Ghasemzadeh HA. Validity of the farsi version of mini-mental state examination. J Med Counc I R Iran 2008; 25(4): 408-14.[In Persian].
20. Patel P, Bhatt T. Task matters: influence of different cognitive tasks on cognitive-motor interference during dual-task walking in chronic stroke survivors. Top Stroke Rehabil 2014; 21(4): 347-57.
21. Hausdorff JM, Rios DA, Edelberg HK. Gait variability and fall risk in community-living older adults: a 1-year prospective study. Arch Phys Med Rehabil 2001; 82(8): 1050-6.
22. Lockhart T, Stergiou N. New perspectives in human movement variability. Ann Biomed Eng 2013; 41(8): 1593-4.
23. Martin KL, Blizzard L, Srikanth VK, Wood A, Thomson R, Sanders LM, et al. Cognitive function modifies the effect of physiological function on the risk of multiple falls--a population-based study. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 2013; 68(9): 1091-7.
24. Amboni M, Barone P, Iuppariello L, Lista I, Tranfaglia R, Fasano A, et al. Gait patterns in Parkinsonian patients with or without mild cognitive impairment. Mov Disord 2012; 27(12): 1536-43.
25. Nantel J, McDonald JC, Tan S, Bronte-Stewart H. Deficits in visuospatial processing contribute to quantitative measures of freezing of gait in Parkinson's disease. Neuroscience 2012; 221: 151-6.
26. 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 Biol Sci Med Sci 1997; 52(4): M232-M240.
27. Gruber O, von Cramon DY. The functional neuroanatomy of human working memory revisited. Evidence from 3-T fMRI studies using classical domain-specific interference tasks. Neuroimage 2003; 19(3): 797-809.
28. Alichniewicz KK, Brunner F, Klunemann HH, Greenlee MW. Structural and functional neural correlates of visuospatial information processing in normal aging and amnestic mild cognitive impairment. Neurobiol Aging 2012; 33(12): 2782-97.
29. Malouin F, Richards CL, Jackson PL, Dumas F, Doyon J. Brain activations during motor imagery of locomotor-related tasks: a PET study. Hum Brain Mapp 2003; 19(1): 47-62.
30. Miyai I, Tanabe HC, Sase I, Eda H, Oda I, Konishi I, et al. Cortical mapping of gait in humans: a near-infrared spectroscopic topography study. Neuroimage 2001; 14(5): 1186-92.
31. Pellecchia GL. Dual-task training reduces impact of cognitive task on postural sway. J Mot Behav 2005; 37(3): 239-46.

Spatio-Temporal Parameters of Gait Changes Following Different Working Memory Tasks in Elderly

Fahimeh Habibifar[1], Alireza Farsi[2], Behrouz Abdoli[2]

Original Article

Abstract

Introduction: The literature indicates quite clearly that the gait in elderly is affected by concurrent cognitive tasks. However, how different working memory subsystems' activation influences gait is still unknown. The aim of the present study was to investigate the effect of working memory task on onspatio-temporal parameters of gait in elderly.

Materials and Methods: 12 elderly with the mean age of 67.52 ± 2.19 years were selected through convenience sampling. They took part in 3 testing conditions including single walking, walking while visuospatial sketchpad component of working memory was activated and walking while phonological loop component of working memory was activated. The participants performed 12 trials in each condition from which 6 trials were selected for further analysis. In dual task condition, 6 trials in which the participants had completed the working memory task correctly were selected, while in the single task condition, these 6 trials were selected randomly. The walking trials were recorded by Motion Analysis system. Repeated measure ANOVAwas used to analyze the gait parameters.

Results: There were significant differences between 3 testing conditions in gait speed ($F_{(2,142)} = 64.54$; $P < 0.05$), step length ($F_{(2,142)} = 45.82$, $P < 0.05$) and step width ($F_{(2,142)} = 16.36$, $P < 0.05$).

Conclusion: Visuospatial working memory task led to shorter step length, wider step width and slower gait, hence interfered more with elderly gait in comparison to phonological loop working memory task. It seems that there are common cortical networks for gait control and visuospatial processing. Therefore, visuospatial dual task interventions might enhance elderlies' gait.

Keywords: Gait Pattern, Aging, Working memory, Visuospatial sketchpad, Phonological loop

Citation: Habibifar F, Farsi A, Abdoli B. **Spatio-Temporal Parameters of Gait Changes Following Different Working Memory Tasks in Elderly.** J Res Rehabil Sci 2016; 12(2): 68-75.

Received date: 16/04/2016 Accept date: 14/05/2016

1- PhD Candidate, Department of Motor Behavior, School of Sport Sciences, Shahid Behehshti University, Tehran, Iran
2- Associate Professor, Department of Motor Behavior, School of Sport Sciences, Shahid Behehshti University, Tehran, Iran
Corresponding Author: Fahimeh Habibifar, Email: f_habibifar@sbu.ac.ir