اثر تکلیف دوگانه بر الگوی راه رفتن سالمندان: نقش مؤلفه‌های حافظه کاری

فهیمه حبیبی‌فر[1]*، علیرضا فارسی، بهروز عبدلی****

* دانشجوی دکتری تخصصی، گروه علوم شناختی و رفتاری ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه شهید بهشتی تهران

** دانشیار، گروه علوم شناختی و رفتاری ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه شهید بهشتی تهران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۵/۲۸ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۱۰/۱۰

چکیده

هدف پژوهش حاضر، تعیین تأثیر انجام هم‌زمان تکالیف شناختی که دو مؤلفه حلقه واج‌شناختی و لوح دیداری–فضایی حافظه کاری را فعال می‌کنند بر الگوی راه رفتن افراد سالمند بود. بدین منظور، ۱۲ سالمند سالم با دامنه سنی ٦٥–۷۰ سال به صورت در دسترس از سراهای محلهٔ شهر تهران انتخاب شدند و تکلیف راه رفتن را به صورت توازن متقابل در سه شرایط آزمایشی مجرد، هم‌زمان با تکلیف دیداری–فضایی و هم‌زمان با تکلیف واج‌شناختی اجرا کردند. در حین آزمون، کوشش‌های راه رفتن توسط دستگاه تجزیه و تحلیل حرکت ثبت و داده‌های مرتبط با الگوی راه رفتن با استفاده از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری تحلیل شد. نتایج نشان داد که بین سه شرایط آزمایشی در زمان گام، آهنگ گام‌برداری، تغییرپذیری دامنه شتاب و عرض گام تفاوت معناداری وجود دارد ($p< ۰/۰۵$) و فعال شدن لوح دیداری–فضایی در مقایسه با حلقه واج‌شناختی تداخل بیشتری در راه رفتن ایجاد می‌کند. بنابراین، به نظر می‌رسد لوح دیداری–فضایی حافظه کاری در طرح‌ریزی و اجرای تکلیف راه رفتن نقش داشته باشد.

کلید واژه‌ها: راه رفتن، سالمند، مؤلفه‌های حافظه کاری، الگوی تکلیف دوگانه، پارامترهای فضایی–زمانی.

1. f_habibifar@sbu.ac.ir

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.29252/JRSM.8.16.93]

مقدمه

راه رفتن به‌عنوان یک تکلیف مهم در زندگی روزمره، تکلیفی پویا، پیچیده و ریتمیک است. برای کنترل قامت و حفظ ریتم و پایداری در راه رفتن به سیستم کنترلی پیچیده‌ای نیاز است که بتواند با تغییرات درونی و بیرونی سازگار شود. این سیستم کنترلی به هماهنگی سیستم‌های حسی که قادرند موقعیت و حرکت بدن و محیط بینایی را تشخیص دهند و اندام‌های عمل‌کننده که واکنش‌های قامتی و جنبشی را ایجاد می‌کنند، وابسته است (۱،۲).

فرایند سالمندی، تغییرات فیزیولوژیکی سیستم‌های مختلف حسی و نیز سیستم حرکتی را به همراه دارد (۱) که در نتیجه آن تغییراتی در الگوی راه رفتن از جمله کاهش سرعت راه رفتن، طول گام کوتاه‌تر، افزایش مدت زمان حمایت دوگانه، کاهش آهنگ گام‌برداری[1]، افزایش نوسانات قامتی و تغییرپذیری بیشتر پارامترهای فضایی-زمانی ایجاد می‌شود (۵-۳). علاوه بر تغییر در کارکردهای حسی و حرکتی، تغییرات شناختی نیز در سالمندی رخ می‌دهد که سبب می‌شود راه رفتن، به میزان زیادی به کنترل شناختی وابسته شود و از خودکاری آن کاسته شود (٦).

محققان به منظور بررسی نیازهای توجهی مرتبط با پردازش حسی–حرکتی تکالیف مختلف از الگوی تکلیف دوگانه[2] استفاده می‌کنند. در پژوهش‌های انجام شده در این حیطه از دامنه وسیعی از تکالیف هم‌زمان، شامل تکالیف حافظه‌ای و پاسخ‌های کلامی تا تکالیف پیچیده‌تر مانند تکالیفی که شامل کنترل حرکتی و بینایی هستند، استفاده شده است (۳). یافته‌های این دسته از مطالعات نشان می‌دهد که در سالمندان در مقایسه با افراد جوان، با انجام هم‌زمان تکالیف شناختی در حین راه رفتن، پارامترهای راه رفتن بیشتر تحت تأثیر قرار گرفته (۲)، تغییرپذیری بیشتری در این پارامترها ایجاد می‌شود (۷) و افتی که در اجرا در شرایط تکلیف دوگانه ایجاد می‌شود با خطر افتادن در سالمندان ارتباط دارد (۸). بر اساس این یافته‌ها می‌توان نتیجه‌گیری کرد که کنترل راه رفتن در سالمندی به کارکرد شناختی توجه به منظور پردازش منتخب اطلاعات و نیز حافظه کاری[3] به منظور نگهداری فعال و دست‌کاری اطلاعات وابسته است (۹).

حافظه کاری به‌عنوان یکی از انواع حافظه و یک کارکرد اجرایی[4]، مسئول نگهداری فعال و دست‌کاری اطلاعات است. از جمله مفاهیم مهم در رابطه با حافظه کاری این است که تحت کنترل توجه است و ظرفیت محدودی دارد. حافظه کاری در مدل مطرح شده توسط بدلی و هیچ (۱۹۷٤)، شامل سه مؤلفه سازوکار اجرایی مرکزی[5]، لوح دیداری -فضایی[6] و حلقه واج‌شناختی[7] است. مهم‌ترین مؤلفه این مدل، سازوکار اجرایی مرکزی به‌عنوان سیستمی برای کنترل توجه است و در فرایندهایی مانند زمان انتخاب، اجرای راهبردها و بازیابی اطلاعات از حافظه بلندمدت، 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 دو مؤلفه دیگر شامل حلقه واج‌شناختی و لوح دیداری-فضایی به‌عنوان سیستم ذخیره موقت وجود دارد. حلقه واج‌شناختی مسئول ذخیره کوتاه مدت و مرور اطلاعات و درون‌دادهای کلامی می‌باشد که در درک گفتار و نیز فرایند دریافت، تحلیل و پردازش عناصر صوتی زبان شرکت می‌کنند. لوح دیداری -فضایی مسئول ذخیره اطلاعات به شکل کدهای فضایی یا دیداری است و برای مدت زمان کوتاهی تصاویر دیداری را نگهداری می‌کند. اخیرا مؤلفه دیگری به این مدل اضافه شده است که میانگیر رویدادی[8] نام دارد و سیستمی است با ظرفیت محدود که اطلاعات بخش‌های مختلف حافظه کاری را تلفیق می‌کند و به‌عنوان راه ارتباطی با حافظه بلندمدت[9] در نظر گرفته می‌شود (۱،۱۰).

یافته‌های پژوهشی نشان می‌دهند که در الگوی تکلیف دوگانه، انواع متفاوت تکلیف شناختی بر اساس اینکه کدام یک از دو مؤلفه حلقه واج‌شناختی و لوح دیداری–فضایی حافظه کاری را فعال کنند، به شکل متفاوتی کنترل قامت در شرایط ایستا را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۱۱-۱۳). در حالی که در بعضی از مطالعات پیشین گزارش شده است که پردازش دیداری–فضایی حافظه کاری در کنترل قامت در هنگام ایستادن و زمان واکنش گام‌برداری[10] از اهمیت خاصی برخوردار است و محدودیت در کدبندی فضایی به افزایش تداخل در کنترل قامت در شرایط تکلیف دوگانه منجر می‌شود (۱٤-۱٦)، در برخی دیگر از مطالعات این حیطه نتایج

1. Cadence
2. Dual task paradigm
3. Working memory
4. Executive function
5. Central executive
6. Visuospatial scratchpad
7. Phonological loop
8. Episodic buffer
9. Long term memory
10. Stepping reaction time

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.29252/JRSM.8.16.93]

متناقضی ارائه شده است. برای مثال شاموی کوک و همکاران (۱۹۹۷) تأثیر دو تکلیف شناختی کامل کردن جمله (به‌عنوان تکلیفی که حلقه واج‌شناختی را فعال می‌کرد) و تکلیف جور کردن ادراک بینایی (به‌عنوان تکلیفی که لوح دیداری فضایی را فعال می‌کرد)، را بر پایداری قامت سالمندان بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که تکلیف پردازش کلامی نسبت به تکلیف جهت‌یابی دیداری _فضایی تداخل بیشتری در پایداری قامت ایجاد کرد (۱۷). در مطالعه دالت، فرانک و آلارد (۲۰۰۱) تأثیر تکالیف حافظه کاری فعال‌کننده مؤلفه‌های لوح دیداری-فضایی، سازوکار اجرایی مرکزی و حلقه واج‌شناختی بر کنترل قامت بررسی شد. با انجام هم‌زمان تکلیف حافظه کاری تغییر در نوسان قامت شامل افزایش فرکانس و کاهش دامنه نوسان ایجاد شد که نشانگر کنترل محتاطانه‌تر بود، اما هیچ تغییری در کنترل قامت بین انواع مختلف تکالیف حافظه کاری مشاهده نشد. در پژوهش سوان و همکاران (۲۰۰٤) انجام تکلیف فضایی بروکز به‌عنوان تکلیف ثانویه موجب بهبود اجرای تکلیف تعادلی شد. در پژوهش وولاکات و واندرولد (۲۰۰۸) تکلیف شنیداری تعدادی رو به عقب[1] بیشتر از تکلیف دیداری-فضایی در کنترل قامتی افراد در تکلیف رومبرگ[2] تداخل ایجاد کرد (۳٦،۳۷). علاوه بر وجود تناقض در نتایج مطالعات مرتبط با نقش مؤلفه‌های حافظه کاری در کنترل قامت، 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 به‌عنوان یک تکلیف پویا و تکلیفی که نسبت به تعادل ایستا توجه طلب‌تر است، کمتر مورد توجه قرار گرفته است (۲۱). اگرچه یافته‌های پژوهشی در زمینه راه رفتن نشان داده‌اند که میزان تغییرات در الگوی راه رفتن به دلیل انجام هم‌زمان تکلیفی دیگر به عوامل مختلفی از جمله نوع تکلیف، سطح دشواری تکلیف هم‌زمان، نوع راه رفتن، میزان خطر افتادن و نیز تغییرات مرتبط با سالمندی بستگی دارد (۱۸)، همچنین شواهد پژوهشی وجود دارد که نشان می‌دهند بین ضعف پردازش دیداری-فضایی با ناپایداری راه رفتن و همچنین افتادن ارتباط وجود دارد (۱۹) و اجرای ضعیف در آزمون مداد کاغذی دیداری-فضایی با افزایش تغییرپذیری حمایت دوگانه در راه رفتن و افزایش خطر افتادن (۲۰) مرتبط بوده است، نقش مؤلفه‌های حافظه کاری و نحوه اثرگذاری این مؤلفه‌ها در پژوهش‌های راه رفتن در دوران سالمندی کم‌تر مورد توجه قرار گرفته است و برای این سؤال که کدام مؤلفه حافظه کاری در الگوی راه رفتن تداخل بیشتری ایجاد می‌کند، پاسخ مشخصی وجود ندارد. در اولین مطالعه‌ای که اخیرا در زمینه نقش مؤلفه‌های حافظه کاری بر راه رفتن بر روی نوارگردان انجام شده است، تکلیف حافظه فضایی-دیداری بروکز[3] بیشتر از تکلیف شمارش به عقب[4] موجب تداخل در کنترل میانی- جانبی قامت شد (۲۱)، اما با توجه به این موضوع که نوارگردان با سرعت مشخصی حرکت می‌کند، در راه رفتن بر روی نوار گردان نسبت به راه رفتن بر روی زمین، تغییرپذیری طبیعی و نیازهای توجهی راه رفتن به شکل مصنوعی تغییر پیدا می‌کند (۲۲). به‌علاوه در پژوهش کو (۲۰۱٤) کنترل سطح دشواری تکالیف حافظه کاری تنها بر اساس ادراک افراد از تکالیف صورت گرفته است و دستورالعمل‌های تکلیف دیداری-فضایی توسط آزمونگر با صدای بلند خوانده می‌شد، که این موضوع سبب فعال شدن مؤلفه حلقه واج‌شناختی حافظه کاری افراد شرکت‌کننده می‌شد، همچین در این پژوهش برای فعال شدن حافظه کاری واج‌شناختی از تکلیف شمارش به عقب که یک تکلیف ریتمیک است، استفاده شده است که به دلیل اینکه راه رفتن نیز خود یک تکلیف ریتمیک است، موجب اجرای بهتر راه رفتن می‌شود (۲۳). لذا با توجه به موارد ذکر شده، پژوهش‌های اندک و تناقض در مطالعات انجام شده در این زمینه و نیز عدم بررسی الگوی راه رفتن در مطالعات این حیطه، پژوهش حاضر بر آن است که با استفاده از تکالیف حافظه کاری واج‌شناختی و دیداری-فضایی که در آنها فعال شدن سایر مؤلفه‌های حافظه کاری در حداقل است و سطح دشواری تکالیف به روش عینی‌تر کنترل شده است، به بررسی تداخل ایجاد شده در الگوی راه رفتن بر روی زمین در سالمندان بپردازد.

روش پژوهش

روش مطالعه حاضر از نوع نیمه تجربی و طرح تحقیق، طرح درون‌گروهی بود که در آن اثر تداخلی تکلیف دوگانه بر پارامترهای مرتبط با الگوی راه رفتن افراد سالمند با توجه به نوع حافظه کاری درگیر در تکلیف شناختی بررسی شد.

1. n-back task
2. Romberg
3. Brooks
4. Counting backward task

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.29252/JRSM.8.16.93]

شرکت‌کنندگان: نمونه تحقیق شامل ۱۲ سالمند سالم (زن و مرد) با دامنه سنی ٦٥-۷۰ سال بود که به صورت در دسترس از سراهای محله شهر تهران انتخاب شدند. معیارهای ورود افراد شرکت‌کننده به پژوهش عبارت بود از: کسب حداقل نمره ٢٤ از ۳۰ در پرسش‌نامه معاینه مختصر وضعیت شناختی[1]، توانایی خواندن و نوشتن، توانایی راه رفتن به شکل مستقل و بدون کمک، نداشتن بیماری اثرگذار بر راه رفتن مانند مشکلات ارتوپدیک، قلبی- عروقی، عصب شناختی و بصری (۱۵،۲۱).

ابزار: در این پژوهش از پرسش‌نامه معاینه مختصر وضعیت شناختی به منظور ارزیابی وضعیت شناختی افراد شرکت‌کننده و اطمینان از عدم ابتلای آنها به زوال عقل استفاده شد. برای اندازه‌گیری قد، وزن و شاخص توده بدنی به‌ترتیب از متر نواری و دستگاه تحلیل ترکیب بدن[2] (X-PLUS-II, Gyeongsan, Korea) استفاده شد. کوشش‌های راه رفتن توسط دستگاه تجزیه و تحلیل حرکت ساخت شرکت Motion analysis آمریکا شامل هشت دوربین مادون قرمز OSPREY با قابلیت فیلمبرداری ۲٤۰ فریم در ثانیه ثبت شد. برای فعال شدن دو مؤلفه مختلف لوح دیداری-فضایی و حلقه واج‌شناختی حافظه کاری به ترتیب از دو تکلیف حرکت ستاره[3] و تکلیف محاسبات ریاضیاتی استفاده شد. تکلیف حرکت ستاره از تکلیف حافظه فضایی بروکز برگرفته شده است (۱۵). شرکت‌کنندگان 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 شماره یک، در ذهن خود مجسم می‌کردند. ابتدا نقطه شروع حرکت ستاره که به صورت تصادفی در یکی از این چهار باکس بود، بر روی صفحه نمایشی در ابعاد ۲×۲ متر که در روبه‌روی مسیر راه رفتن افراد نصب شده بود، ظاهر و سپس محو می‌شد، پس از آن جهات حرکت ستاره به شکل نوشتاری از طریق نمایش بر روی صفحه نمایش، به شرکت‌کننده‌ها ارائه می‌شد. پس از نمایش هر چهار حرکت مورد نظر، شرکت‌کننده‌ها باید موقعیت نهایی ستاره را با صدای بلند اعلام می‌کردند. دستورالعمل‌های مربوطه در قالب نرم‌افزار کامپیوتری طراحی و به شرکت‌کنندگان ارائه شد.



شکل ۱. تکلیف حرکت ستاره

در تکلیف محاسبات ریاضیاتی، از افراد شرکت‌کننده خواسته شد محاسبات ریاضیاتی را بر روی چهار عدد (اعداد یک تا نه) انجام دهند و جواب محاسبات خود را اعلام می‌کردند. در این تکلیف دستورالعمل‌ها به شکل ضبط شده و از طریق بلندگو به شرکت‌کننده‌ها ارائه شد (برای مثال: عملیات ریاضی ٤-٥+۱-۳ به شکل ضبط شده به افراد شرکت‌کننده ارائه می‌شد و از آنها خواسته می‌شد پاسخ عملیات را با صدای بلند اعلام کنند).

روش جمع‌آوری داده‌ها: در گام اول، پروتکل پژوهش مورد تأیید کمیته اخلاق دانشگاه شهید بهشتی قرار گرفت. شرکت‌کننده‌ها پس از تکمیل فرم رضایت برای شرکت در فرایند پژوهش، طی یک جلسه در آزمایشگاه رفتار حرکتی دانشگاه شهید بهشتی حضور یافتند و بعد از تکمیل فرم مشخصات فردی و سطح فعالیت بدنی و آشنایی با محیط آزمایشگاه و ابزارهای مورد استفاده در پژوهش در شاخص‌های قد، وزن و شاخص توده بدنی اندازه‌گیری شدند. سپس از افراد شرکت‌کننده، آزمون کوتاه وضعیت شناختی با استفاده از پرسش‌نامه معاینه مختصر وضعیت شناختی به عمل آمد. قبل از شروع پروتکل اصلی، شرکت‌کنندگان با هدف مطالعه و نحوه اجرای آزمایش آشنا شدند. سپس فرایند مارکرگذاری با توجه به اهداف مطالعه به روش هلن هایز[4] انجام شد و در مجموع هشت مارکر بر روی وسط پیشانی، محدوده مهره هفت گردن، قوزک، پاشنه و پنجمین استخوان کف پایی پای راست و چپ قرار داده شد و به شرکت‌کنندگان اجازه داده شد تا چند بار عمل راه رفتن را در محیط آزمایشگاه انجام دهند. پس از آن شرکت‌کنندگان ۱۲ کوشش راه رفتن را با سرعت ترجیحی و بدون کفش در یک مسافت ۱۰ متری به‌صورت توازن متقابل کانتربالانس تحت سه شرایط آزمایشی راه رفتن به شکل مجرد و با سرعت ترجیحی (عدم وجود تکلیف ثانویه)، راه رفتن و انجام هم‌زمان تکلیف لوح دیداری-فضایی حافظه کاری و راه رفتن و انجام هم‌زمان تکلیف حلقه واج‌شناختی حافظه کاری

1. MMSE
2. Body composition analyzer
3. Star movement task
4. Helen Hayes

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.29252/JRSM.8.16.93]

اجرا کردند. در حین آزمون، کوشش‌های راه رفتن توسط دستگاه تجزیه و تحلیل حرکت که کل مسیر را تحت پوشش قرار می‌داد، ثبت شد. در شرایط تکلیف دوگانه، دستورالعمل‌های مرتبط با تکالیف حافظه کاری به شکل متوالی و هم‌زمان با شروع راه رفتن به افراد شرکت‌کننده ارائه می‌شد و افراد باید در حین راه رفتن به این دستورالعمل‌ها پاسخ می‌دادند. در کل فرایند پژوهش، پاسخ شرکت‌کنندگان به تکالیف حافظه کاری (موقعیت نهایی ستاره در تکلیف دیداری-فضایی و پاسخ عملیات ریاضی در تکلیف واج شناختی) در حین آزمون توسط آزمونگر ثبت شد. در نهایت، از ۱۲ کوششی که افراد شرکت‌کننده در هر یک از سه شرایط آزمایشی انجام دادند، شش کوشش انتخاب و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای اطمینان از فعال شدن دو مؤلفه مختلف حافظه کاری، ملاک انتخاب کوشش‌ها در شرایط تکلیف دوگانه، کوشش‌هایی بود که در آن فرد شرکت‌کننده پاسخ صحیح به تکلیف حافظه کاری داده بود. در شرایط راه رفتن مجرد این شش کوشش به صورت تصادفی انتخاب شد. کوشش‌های ثبت شده با استفاده از نرم‌افزار کرتکس[1] در باتروورث[2] ٦ هرتز تحلیل شد (۲۱) و پارامترهای زمان گام، آهنگ گام‌برداری، تغییرپذیری دامنه شتاب و عرض گام محاسبه شد و سپس داده‌های مرتبط به نسخه ١٦ برنامه SPSS انتقال داده شد. همه تحلیل‌های آماری در سطح معناداری ۰/۰۵ انجام شد.

یافته‌ها

اطلاعات جمعیت شناختی افراد سالمند شرکت‌کننده در مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول۱. اطلاعات دموگرافیکی افراد شرکت‌کننده (میانگین±انحراف معیار)

شرکت‌کننده (تعداد)	سن (سال)	وزن (کیلوگرم)	قد (سانتی‌متر)	شاخص توده بدنی (کیلوگرم/متر^2)
۱۲	٦٧/٢±٥/١٩	٧٠/١١±٢٠/٧٠	٨±١٦١/٩٥	٢٧/٤±١٣/٣٧

جدول شماره ۲، اطلاعات توصیفی مربوط به زمان گام، آهنگ گام‌برداری، تغییرپذیری دامنه شتاب و عرض گام را نشان می دهد.

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای مرتبط با الگوی راه رفتن در سه شرایط آزمایشی

	راه رفتن مجرد	راه رفتن و تکلیف دیداری-فضایی	راه رفتن و تکلیف واج‌شناختی
زمان گام (هزارم ثانیه)	٥٦٠/٢٨ (٠/٧٨)	٦٠٩/٤٦ (١/٧٣)	٥٩٨/٣١ (١/٤)
آهنگ گام‌برداری (تعداد گام در ثانیه)	١/٨١ (٠/٠٣)	١/٦٥ (٠/٠٦)	١/٦٨ (٠/٠٤)
تغییرپذیری شتاب تنه	٠/١ (٠/٠١)	٠/١٦ (٠/٠١)	٠/١٤ (٠/٠٢)
عرض گام (سانتی‌متر)	٢٢/٥١ (٣/٤٢)	٢٥/١١ (٣/٢٥)	٢٣/٧٨ (٣/٢٥)

برای مقایسه متغیرهای مرتبط با الگوی راه رفتن در سه شرایط آزمایشی از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری استفاده شد (جدول ٤). پیش از اجرای این آزمون، پیش فرض‌های مربوطه بررسی و تأیید شد (جدول ۳).

جدول ۳. نمرات آزمون شاپیرو-ویلک و کرویت موچلی

	آزمون شاپیرو-ویلک			آزمون کرویت موچلی		
	آماره	df	p	w	df	p
زمان گام	٠/٩٤	٢١٦	٠/٨٢	٠/٧٩	٢	٠/٠٦
آهنگ گام‌برداری	٠/٩٥	٢١٦	٠/٨٨	٠/٨٣	٢	٠/٢٧
عرض گام	٠/٩٦	٢١٦	٠/١٦	٠/٦٥	٢	٠/٠٧
تغییرپذیری دامنه شتاب	٠/٩٤	٢١٦	٠/٨٣	٠/٨٢	٢	٠/٣٩

1. Cortex
2. Butterworth

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.29252/JRSM.8.16.93]

با توجه به جدول شماره ٤ نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری برای بررسی اثر نوع تکلیف شناختی بر زمان گام نشان داد که بین سه 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 معناداری وجود دارد. مقایسه دو به دوی گروه‌ها با استفاده از آزمون بونفرونی نشان داد که تفاوت معناداری در نمرات زمان 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=۰/۰۰۱) وجود دارد.

نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری برای بررسی اثر نوع تکلیف شناختی بر آهنگ گام‌برداری نشان داد که بین سه شرایط مختلف آزمایشی راه رفتن به شکل مجرد، راه رفتن و انجام هم‌زمان تکلیف حرکت ستاره و راه رفتن و انجام هم‌زمان تکلیف محاسبات ریاضی تفاوت معناداری وجود دارد. مقایسه دو به دوی گروه‌ها با استفاده از آزمون بونفرونی نشان داد که تفاوت معناداری در نمرات آهنگ گام‌برداری 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=۰/۰۱) وجود دارد.

نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری برای بررسی اثر نوع تکلیف شناختی بر تغییرپذیری دامنه شتاب نشان داد که بین سه 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 معناداری وجود دارد. مقایسه دو به دوی گروه‌ها با استفاده از آزمون بونفرونی نشان داد که تفاوت معناداری در نمرات تغییرپذیری دامنه شتاب 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=۰/۰۰۱) وجود دارد.

همچنین نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری تفاوت معناداری در عرض گام بین سه شرایط آزمایشی نشان داد (p<۰/۰۵). مقایسه دو به دوی گروه‌ها با استفاده از آزمون بونفرونی انجام شد و نتایج تفاوت معناداری در نمرات عرض گام در شرایط راه رفتن مجرد با راه رفتن و انجام تکلیف محاسبات ریاضیاتی(p=۰/۰٤)، راه رفتن مجرد و راه رفتن همراه با انجام تکلیف حرکت ستاره (p=۰/۰٤) و راه رفتن همراه با انجام محاسبات ریاضیاتی و راه رفتن همراه با انجام تکلیف حرکت ستاره (p=۰/۰۰۱) را نشان دادند.

جدول ۴. خلاصه تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری برای مقایسه پارامترهای راه رفتن در سه شرایط آزمایشی

متغیر	منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	P
زمان گام	نوع تکلیف	۹۵۷٤۱/۳٦	۲	٤۷۸۷۰/٦۸	۲۸۷/٦٥	*۰/۰۰۱
	خطا	۲۳٦۳۱/۳	۱٤۲	۱٦٦/٤۱		
آهنگ گام‌برداری	نوع تکلیف	۲٤۲/٤۰	۲	۱٦٤/۷۱	۱٦/۳٦	*۰/۰۰۱
	خطا	۱۰٥۱/۸۲	۱٤۲	۱۰/۰٦		
عرض گام	نوع تکلیف	۱/۰۲	۲	۰/٥۱	۱۸۲/۲۲	*۰/۰۰۱
	خطا	۰/٤	۱٤۲	۰/۰۰۳		
تغییرپذیری دامنه شتاب	نوع تکلیف	۰/۱٦۹	۲	۰/۰۸٥	۱۹٤/۳٥	*۰/۰۰۱
	خطا	۰/٦۲	۱٤۲	۰		

* وجود تفاوت معنادار در سطح ۰/۰٥

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.29252/JRSM.8.16.93]

بحث

پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر تداخلی فعال شدن دو زیر سیستم لوح دیداری-فضایی و حلقه واج‌شناختی حافظه کاری بر الگوی راه رفتن سالمندان انجام شد. با توجه به یافته‌های حاصل از آزمون فرضیه‌های تحقیق، بین سه شرایط مختلف تحقیق در عرض گام، الگوی شتاب، آهنگ گام‌برداری و زمان گام تفاوت وجود داشت. در شرایط راه رفتن هم‌زمان با فعال شدن لوح دیداری-فضایی نسبت به دو شرایط راه رفتن مجرد و راه رفتن هم‌زمان با فعال شدن حلقه واج‌شناختی، آهنگ گام‌برداری با کاهش بیشتر و عرض گام، زمان گام و تغییرپذیری شتاب تنه با افزایش بیشتری همراه بود.

در پژوهش حاضر، با انجام هر دو تکلیف حافظه کاری، تغییراتی در الگوی راه رفتن سالمندان مشاهده شد. در مطالعات پیشین نیز تغییر در الگوی راه رفتن سالمندان در شرایط دو تکلیفی در مقایسه با راه رفتن مجرد گزارش شده است. در مطالعه بوشت و همکاران (۲۰۰۵) در شرایط دو تکلیفی، افزایش تغییرپذیری طول گام، سرعت راه رفتن و کاهش طول گام در سالمندان مشاهده شد (۸). اسپرینگر و همکاران (۲۰۰٦) نیز به این نتیجه رسیدند که شرایط توجه طلب دو تکلیفی، موجب کاهش پایداری الگوی راه رفتن سالمندان می‌شود (۷). یافته دیگر این پژوهش نشان داد که تکالیف مختلف شناختی، اثرات متفاوتی بر پارامترهای فضایی-زمانی مرتبط با الگوی راه رفتن دارند. این یافته با نتایج مطالعات پیشین هم‌خوان است. برای مثال، بوشت و همکاران (۲۰۰۵) در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که در الگوی تکلیف دوگانه، تکالیف شناختی روانی کلامی[1] و محاسبات ریاضیاتی به شکل متفاوتی، تغییرپذیری زمان گام سالمندان را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۸). همچنین بر اساس یافته‌های مطالعه کو (۲۰۱٤)، تکالیف شناختی مختلف به شکل متفاوتی تغییرپذیری پارامترهای فضایی-زمانی مرتبط با راه رفتن بر روی نوارگردان را در سالمندان تحت تأثیر قرار دادند (۲۱). در پژوهشی که پاتل و بهات (۲۰۱٤) بر روی راه رفتن افرادی که دچار سکته مغزی شده بودند، انجام دادند نیز الگوی تداخل شناختی-حرکتی با توجه به نوع تکلیف به طور معناداری تغییر پیدا کرد (۲٤).

در پژوهش حاضر، زمان گام با انجام تکالیف حافظه کاری واج‌شناختی و دیداری- فضایی افزایش یافت و انجام تکلیف دیداری-فضایی هم‌زمان با راه رفتن در مقایسه با تکلیف محاسبات ریاضیاتی افزایش بیشتر زمان گام را به همراه داشت. این یافته با نتایج برخی از مطالعات پیشین هم‌راستا است (۸،۲۱). افزایش زمان گام 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 به‌عنوان یک مکانیسم جبرانی برای حفظ پایداری قامت در راه رفتن استفاده می‌شود (۲۱،۲۵). از این رو به نظر می‌رسد افراد سالمند شرکت‌کننده در این پژوهش نیز از این استراتژی برای به حداقل رساندن اثرات جانبی تکلیف حافظه کاری دیداری-فضایی بر پایداری قامت در شرایط دوتکلیفی استفاده نموده‌اند.

یافته‌های حاصل از این پژوهش همچنین نشان داد که انجام تکالیف حافظه کاری واج‌شناختی و دیداری- فضایی در حین راه رفتن، تغییرپذیری دامنه شتاب را به شکل معناداری تحت تأثیر قرار می‌دهد و در شرایط راه رفتن هم‌زمان با انجام تکلیف دیداری-فضایی دامنه شتاب با تغییرات بیشتری همراه بود. بر اساس رویکردهای شناختی سنتی، تغییرپذیری بیشتر دامنه شتاب نشان‌دهنده یکنواختی کم‌تر شتاب راه رفتن از یک گام به گام دیگر و نیز نوفه[2] بیشتر در سیستم حرکتی است (۵) و با خطر افتادن فرد ارتباط دارد (۲۵). بنابراین، به نظر می‌رسد که فعال شدن لوح دیداری-فضایی نسبت به حلقه واج‌شناختی حافظه کاری در حین راه رفتن، موجب کاهش بیشتر یکنواختی شتاب راه رفتن و در نتیجه آن نوفه بیشتر در سیستم حرکتی شده است.

بررسی نتایج مربوط به آهنگ گام‌برداری مشخص نمود که آهنگ گام‌برداری در شرایط دو تکلیفی راه رفتن و انجام تکالیف حافظه کاری با کاهش معناداری همراه شده است و اینکه کاهش آهنگ گام‌برداری در شرایط راه رفتن و انجام تکلیف دیداری-فضایی در مقایسه با راه رفتن و انجام تکلیف واج‌شناختی بیشتر است. آهنگ گام‌برداری از جمله مؤلفه‌های مرتبط با کنترل زمان‌بندی و ریتم راه رفتن است (۲٦). یافته‌های مرتبط با آهنگ گام‌برداری در این پژوهش نشان می‌دهند که در شرایط دو تکلیفی در ریتم و کنترل زمان‌بندی راه رفتن تداخل ایجاد شده است و تداخل در زمان‌بندی و ریتم راه رفتن در شرایطی که تکلیف دیداری-فضایی هم‌زمان با راه رفتن انجام شده، بیشتر بوده است. همچنین مطالعات عصب‌شناختی نشان می‌دهند که آهنگ گام‌برداری در راه رفتن مجرد با

1. Verbal fluency
2. Noise

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.29252/JRSM.8.16.93]

سرعت ترجیحی در سطح زیر قشری و از طریق مولدهای الگوی مرکزی کنترل می‌شود؛ کاهش بیشتر آهنگ گام‌برداری با انجام تکلیف دیداری-فضایی نشان‌دهنده کنترل قشری بیشتر به منظور بهبود حفظ کنترل قامت و پایداری در حین راه رفتن است (۲۷). در پژوهش حاضر با انجام تکلیف محاسبات ریاضیاتی که در آن حلقه واج‌شناختی حافظه کاری فعال می‌شد و تکلیف حرکت ستاره که در آن حافظه دیداری- فضایی فعال می‌شد هم‌زمان با راه رفتن در عرض گام افزایش معناداری مشاهده شد و عرض گام با انجام تکلیف حرکت ستاره در مقایسه با تکلیف محاسبات ریاضیاتی بیشتر افزایش یافت. این یافته با نتایج کو (۲۰۱٤) هم‌خوان است. در واقع، عرض گام با کنترل قامتی میانی-جانبی در حین جابه‌جایی 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 (۸،۲۱).

به طور کلی، بر طبق یافته‌های این پژوهش، تکلیف شناختی دیداری- فضایی در مقایسه با تکلیف واج شناختی تداخل بیشتری در پارامترهای مرتبط با الگوی راه رفتن افراد سالمند را به همراه داشت. هم‌راستا با یافته‌های این پژوهش، در مطالعات قبل نیز نشان داده شده است که ضعف دیداری-فضایی در تست‌های روان‌شناختی با ناپایداری الگوی گام‌برداری (برای مثال، افزایش تغییرپذیری مرحله حمایت دوگانه)، تثبیت[1] پارامترهای مرتبط با 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 جابه‌جایی مرتبط است (۲۰،۲۹،۲۸). یافته‌های پژوهش حاضر با برخی از یافته‌های مطالعات پیشین در زمینه ایستادن (تعادل ایستا) و زمان واکنش گام‌برداری (۱۳،۱۵،۱٦) مطابقت دارد، هرچند با نتایج مطالعات شاموی کوک و همکاران (۱۹۹۷)، دالت، فرانک و آلارد (۲۰۰۱)، سوان و همکاران (۲۰۰٤) و وولاکات و واندرولد (۲۰۰۸) ناهم‌خوان است. به نظر می‌رسد دلیل تفاوت نتایج پژوهش حاضر با پژوهش این محققان، نوع و نحوه ارائه تکلیف انتخابی برای فعال کردن مؤلفه‌های لوح دیداری- فضایی و حلقه واج‌شناختی و نیز عدم کنترل سطح دشواری تکالیف حافظه کاری باشد (۱۷، ۳٦،۳۷).

در مطالعات حیطه کنترل تعادل و راه رفتن، از جمله نظریه‌هایی که برای توجیه تداخل حرکتی- شناختی بیشتر مورد توجه و چالش قرار گرفته است، نظریه تقسیم ظرفیت[2] و نظریه دهانه بطری[3] است. در نظریه تقسیم ظرفیت اعتقاد بر این است که منابع توجهی از نظر ظرفیت محدود است. بنابراین، اجرای دو تکلیف نیازمند توجه، موجب اجرای ضعیف حداقل یکی از دو تکلیف خواهد شد. براساس نظریه دهانه بطری، چنانچه دو تکلیف شناختی و حرکتی به شبکه‌های عصبی یکسانی نیاز داشته باشند، زمانی که در قالب الگوی تکلیف دوگانه انجام شوند، اجرا در یک یا هر دو تکلیف دچار مشکل می‌شود (۳۰،۳۱). نظریه دهانه بطری در برخی از تحقیقاتی که به بررسی اثر تکالیف واج‌شناختی و دیداری-فضایی بر کنترل قامت در شرایط ایستا پرداخته‌اند، مورد حمایت قرار گرفته است (۱۲-۱٦)، در حالی که در برخی دیگر از تحقیقات این حیطه نظریه تقسیم ظرفیت مورد حمایت قرار گرفته است (۳٦، ۳۸، ۱۷) که این موضوع می‌تواند به دلیل نوع تکلیف انتخابی و عدم کنترل دشواری تکالیف شناختی باشد. با توجه به نوع تکالیف حافظه کاری انتخابی در این پژوهش، یافته‌ها از نظریه دهانه بطری مرتبط با تداخل تکلیف دوگانه حمایت می‌کنند. به دلیل اینکه در این پژوهش 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 این رو کنترل قامتی در حین راه رفتن به مسیرهای پردازش اطلاعاتی بینایی نیاز دارد (٦).

در یافته‌های حاصل از تصویربرداری عصبی گزارش شده است که حافظه کاری دیداری- فضایی و واج‌شناختی در مغز انسان توسط شبکه‌های مختلفی کنترل می‌شوند (۳۲). علاوه بر این مطالعات دیگر نشان می‌دهند که در راه رفتن و تکالیف حافظه کاری دیداری- فضایی ساختارهای عصبی مشترکی از جمله قشر مکمل حرکتی[4]، قشر پیش حرکتی[5] و کرمینه[6] در مخچه فعال می‌شوند.

1. Freezing
2. Capacity sharing
3. Bottleneck theory
4. Supplementary motor area
5. Premotor cortex
6. Vermis

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.29252/JRSM.8.16.93]

در این دسته از مطالعات همچنین نشان داده شده است که هیپوکامپ[1] و قشر انتورینال[2] (رابط هیپوکامپ و نئوکرتکس و شبکه‌ای برای حافظه و جهت‌یابی) از مهم‌ترین مناطق قشری هستند که با حافظه فضایی در ارتباط هستند و برای توالی دهی حرکت و الگوی گام‌برداری پایدار ضروری‌اند. آتروفی در این نواحی از جمله ویژگی‌های بیماری آلزایمر است، که این دسته از بیماران در مهارت‌های دیداری–فضایی ضعیف‌اند و الگوی گام‌برداری ناپایداری دارند. بنابراین ممکن است که انجام تکلیف دوم دیداری–فضایی درحین راه رفتن فراتر از ظرفیت پردازشی نواحی هیپوکامپ و انتورینال بوده باشد، از این رو منجر به تداخل در الگوی راه رفتن شده باشد (۳۵–۳۳).

به طور کلی، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که پارامترهای مرتبط با الگوی راه رفتن افراد سالمند تحت تأثیر انجام هم‌زمان تکلیف ثانویه قرار می‌گیرد و اینکه این تأثیر با توجه به نوع مؤلفه حافظه کاری درگیر در تکلیف متفاوت است. از آنجا که در این پژوهش فعال شدن لوح دیداری–فضایی حافظه کاری در مقایسه با حلقه واج‌شناختی در حین رفتن، موجب ایجاد تداخل بیشتری در راه رفتن افراد سالمند شد، به نظر می‌رسد لوح دیداری–فضایی حافظه کاری در اجرای راه رفتن نقش داشته باشد. نتایج این مطالعه اطلاعات مناسبی را در اختیار افرادی که در حیطه سلامت و توان‌بخشی سالمندان فعالیت می‌کنند، قرار می‌دهد. پژوهش‌های قبل نشان داده‌اند که مداخلات تکلیف دوگانه می‌توانند موجب بهبود اجرای کنترل قامتی افراد سالمند شوند، از این‌رو، مداخلات تکلیف دوگانه‌ای که در آنها از تکالیف شناختی دیداری–فضایی هم‌زمان با راه رفتن استفاده می‌شود، می‌تواند موجب کاهش ضعف سالمندان شود. پیشنهاد می‌شود در تحقیقات بعدی، تأثیر چنین مداخله‌ای 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.

منابع

1. Borel, L., & Alescio-Lautier, B. (2014). Posture and cognition in the elderly: interaction and contribution to the rehabilitation strategies. Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology, 44(1), 95-107.
2. Wollesen, B., & Voelcker-Rehage, C. (2014). Training effects on motor–cognitive dual-task performance in older adults. European Review of Aging and Physical Activity, 11(1), 5-24.
3. Beurskens, R., & Bock, O. (2012). Age-related deficits of dual-task walking: a review. Neural plasticity, 2012.
4. Byrne, J. E., Stergiou, N., Blanke, D., Houser, J. J., Kurz, M. J., & Hageman, P. A. (2002). Comparison of gait patterns between young and elderly women: an examination of coordination. Perceptual and motor skills, 94(1), 265-280.
5. Menz, H. B., Lord, S. R., & Fitzpatrick, R. C. (2003). Age-related differences in walking stability. Age and ageing, 32(2), 137-142.
6. Woollacott, M., & Shumway-Cook, A. (2002). Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. Gait & posture, 16(1), 1-14.
7. Springer, S., Giladi, N., Peretz, C., Yogev, G., Simon, E. S., & Hausdorff, J. M. (2006). Dual-tasking effects on gait variability: The role of aging, falls, and executive function. Movement Disorders, 21(7), 950-957.
8. Beauchet, O., Dubost, V., Aminian, K., Gonthier, R., & Kressig, R. W. (2005). Dual-task-related gait changes in the elderly: does the type of cognitive task matter?. Journal of motor behavior, 37(4), 259.
9. Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. Cognitive psychology, 41(1), 49-100.
10. Baddeley, A. (2003). Working memory: looking back and looking forward. Nature reviews neuroscience, 4(10), 829-839.
11. Kerr, B., Condon, S. M., & McDonald, L. A. (1985). Cognitive spatial processing and the regulation of posture. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 11(5), 617.
12. Maylor, E. A., & Wing, A. M. (1996). Age differences in postural stability are increased by additional cognitive demands. The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences, 51(3), P143-P154.
13. Maylor, E. A., Allison, S., & Wing, A. M. (2001). Effects of spatial and nonspatial cognitive activity on postural stability. British Journal of Psychology,92(2), 319-338.
14. Vander Velde, T., & Woollacott, M. (2008). Non-visual spatial tasks reveal increased interactions with stance postural control. Brain research, 1208, 95-102.
15. Sturnieks, D. L., George, R. S., Fitzpatrick, R. C., & Lord, S. R. (2008). Effects of spatial and nonspatial memory tasks on choice stepping reaction time in older people. The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences, 63(10), 1063-1068.

1. Hippocampus
2. Enthorinal Cortex

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.29252/JRSM.8.16.93]

16. Chong, R. K., Mills, B., Dailey, L., Lane, E., Smith, S., & Lee, K. H. (2010). Specific interference between a cognitive task and sensory organization for stance balance control in healthy young adults: visuospatial effects.Neuropsychologia, 48(9), 2709-2718.
17. Shumway-Cook, A., Woollacott, M., Kerns, K. A., & Baldwin, M. (1997). The effects of two types of cognitive tasks on postural stability in older adults with and without a history of falls. The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences, 52(4), M232-M240.
18. Hausdorff, J. M., Schweiger, A., Herman, T., Yogev-Seligmann, G., & Giladi, N. (2008). Dual-task decrements in gait: contributing factors among healthy older adults. The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences, 63(12), 1335-1343.
19. Faulkner, K. A., Redfern, M. S., Cauley, J. A., Landsittel, D. P., Studenski, S. A., Rosano, C., ... & Newman, A. B. (2007). Multitasking: association between poorer performance and a history of recurrent falls. Journal of the American Geriatrics Society, 55(4), 570-576.
20. Martin, K. L., Blizzard, L., Wood, A. G., Srikanth, V., Thomson, R., Sanders, L. M., & Callisaya, M. L. (2012). Cognitive function, gait, and gait variability in older people: a population-based study. The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences, gls224.
21. Qu, X. (2014). Age-related cognitive task effects on gait characteristics: do different working memory components make a difference?. Age (year), 23(1.6), 66-5.
22. Regnaux, J.P., Roberston, J., Smail, D.B., Daniel, O., Bussel, B. (2006). Human treadmill walking needs attention. J. Neuroeng. Rehabil. 3, 19.
23. Beauchet, O., Dubost, V., Allali, G., Gonthier, R., Hermann, F. R., & Kressig, R. W. (2007). 'Faster counting while walking'as a predictor of falls in older adults. Age and ageing, 36(4), 418-423.
24. Patel, P., & Bhatt, T. (2014). Task matters: influence of different cognitive tasks on cognitive-motor interference during dual-task walking in chronic stroke survivors. Topics in stroke rehabilitation, 21(4), 347-357.
25. Hausdorff, J. M., Rios, D. A., & Edelberg, H. K. (2001). Gait variability and fall risk in community-living older adults: a 1-year prospective study. Archives of physical medicine and rehabilitation, 82(8), 1050-1056.
26. Hollman, J. H., McDade, E. M., & Petersen, R. C. (2011). Normative spatiotemporal gait parameters in older adults. Gait & posture, 34(1), 111-118.
27. Dietz, V. (2003). Spinal cord pattern generators for locomotion. Clinical Neurophysiology, 114(8), 1379-1389.
28. Tessitore, A., Esposito, F., Vitale, C., Santangelo, G., Amboni, M., Russo, A., ... & Tedeschi, G. (2012). Default-mode network connectivity in cognitively unimpaired patients with Parkinson disease. Neurology, 79(23), 2226-2232.
29. Nantel, J., McDonald, J. C., Tan, S., & Bronte-Stewart, H. (2012). Deficits in visuospatial processing contribute to quantitative measures of freezing of gait in Parkinson's disease. Neuroscience, 221, 151-156.
30. Ruthruff, E., Pashler, H. E., & Klaassen, A. (2001). Processing bottlenecks in dual-task performance: Structural limitation or strategic postponement?. Psychonomic Bulletin & Review, 8(1), 73-80.
31. Yogev-Seligmann, G., Hausdorff, J. M., & Giladi, N. (2008). The role of executive function and attention in gait. Movement disorders, 23(3), 329-342.
32. 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.
33. Alichniewicz KK, Brunner F, Klünemann 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.
34. 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.
35. Miyai I, Tanabe HC, Sase I, Eda H, Oda I, et al. Cortical mapping of gait in humans: a near-infrared spectroscopic topography study. Neuroimage 2001;14(5):1186-92.
36. Dault, M. C., Frank, J. S., & Allard, F. (2001). Influence of a visuo-spatial, verbal and central executive working memory task on postural control. Gait & posture, 14(2), 110-116.
37. Nadkarni, N. K., Zabjek, K., Lee, B., McIlroy, W. E., & Black, S. E. (2010). Effect of working memory and spatial attention tasks on gait in healthy young and older adults. Motor control, 14(2), 195-210.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.29252/JRSM.8.16.93]