

## فعالیت الکتریکی عضلات اندام تحتانی مردان سالمند سالم هنگام راه رفتن بر روی تردمیل: تأکید بر اثر محیط مجازی

شیرین یزدانی<sup>۱</sup>، صبا محمدعلی نژاد<sup>۲</sup>، سهند اسلامی<sup>۳</sup>، حیدر ساجدی<sup>۴</sup>

### مقاله پژوهشی

### چکیده

**مقدمه:** هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تأثیر محیط مجازی بر فعالیت الکتریکی عضلات اندام تحتانی حین راه رفتن روی تردمیل در افراد سالمند بود.

**مواد و روش‌ها:** ۱۲ نفر از مردان سالمند سالم شهر تبریز به طور داوطلبانه در این مطالعه شرکت نمودند. فعالیت الکتریکی عضلات راست رانی (Rectus femoris)، دوسر رانی (Biceps femoris) و ساقی قدامی (Tibialis anterior) پای راست و چپ هنگام راه رفتن با سرعت ترجیحی با و بدون ارایه واقعیت مجازی، با استفاده از دستگاه الکترومایوگرافی ۸۰ کاناله و فرکانس نمونه‌برداری ۱۰۰۰ هرتز و الکترودهای سطحی ژله‌ای دو قطبی ثبت شد. جهت نرمال‌سازی داده‌ها، از روش حداکثر انقباض ایزومتریک ارادی (Maximum voluntary isometric contraction یا MVIC) استفاده و سیگنال‌های به دست آمده در نرم‌افزار OT BioLab پردازش گردید. داده‌ها با استفاده از آزمون‌های Paired t و Repeated measures ANOVA در نرم‌افزار SPSS و سطح معنی‌داری ۰/۰۵ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

**یافته‌ها:** در مردان سالمند، شدت فعالیت عضلات راست رانی پای راست و چپ و ساقی قدامی سمت راست هنگام راه رفتن در محیط مجازی به طور معنی‌داری به ترتیب در حدود ۱/۹۷ (P = ۰/۰۰۵)، ۱/۹۱ (P = ۰/۰۰۳) و ۲/۰۳ (P = ۰/۰۰۲) برابر بیشتر از راه رفتن عادی بود، اما تفاوت معنی‌داری بین شدت فعالیت عضلات دوسر رانی سمت راست (P = ۰/۲۸۰) و چپ (P = ۰/۹۹۰) و ساقی قدامی پای چپ (P = ۰/۰۸۰) هنگام راه رفتن با و بدون واقعیت مجازی مشاهده نگردید. نتایج تحلیل عاملی نیز نشان داد که به طور کلی در سالمندان هنگام راه رفتن در محیط مجازی، عضلات فعالیت بیشتری از راه رفتن عادی داشتند (P = ۰/۰۰۷). همچنین، اثر متقابل معنی‌داری بین عامل محیط مجازی و عضله مشاهده گردید (P = ۰/۰۳۶).

**نتیجه‌گیری:** در سالمندان، محیط مجازی تأثیر معنی‌داری بر افزایش فعالیت الکتریکی عضلات دارد. بنابراین، استفاده از محیط مجازی در طراحی برنامه تمرینی و توان‌بخشی ویژه افراد سالمند توصیه می‌شود.

**کلیدواژه‌ها:** راه رفتن؛ واقعیت مجازی؛ الکترومایوگرافی؛ سالمندان

**ارجاع:** یزدانی شیرین، محمدعلی نژاد صبا، اسلامی سهند، ساجدی حیدر. فعالیت الکتریکی عضلات اندام تحتانی مردان سالمند سالم هنگام راه رفتن بر روی تردمیل: تأکید بر اثر محیط مجازی. پژوهش در علوم توانبخشی ۱۳۹۹؛ ۱۶: ۱۴۱-۱۳۵.

تاریخ چاپ: ۱۳۹۹/۵/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۵/۱۶

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۲/۳۰

نشان می‌دهد که از هر ۳ نفر سالمند بالای ۶۵ سال، یک نفر حداقل یک بار در سال زمین می‌خورد (۴). این نرخ با افزایش سن و ضعیف‌تر شدن فرد به سرعت افزایش می‌یابد (۵، ۳). بیش از ۵۰ درصد زمین خوردن سالمندان حین راه رفتن رخ می‌دهد (۶). بنابراین، زمین خوردن سالمندان، عوامل مؤثر بر آن، کاهش دفعات تکرار و روش‌های توان‌بخشی، مورد توجه بسیاری از پژوهشگرانی قرار گرفته است که آسیب‌ها و تبعات ناشی از زمین خوردن را در این افراد مورد بررسی قرار می‌دهند (۷). استفاده از محیط واقعیت مجازی (Virtual reality

### مقدمه

بیش از دو سوم جمعیت کشورهای در حال توسعه، از جمله ایران را سالمندان تشکیل می‌دهند و تا سال ۲۰۲۵ افزایش بیش از ۳۰۰ درصدی پیش‌بینی می‌شود (۱). بنابراین، سیستم‌های مراقبت از سلامت سالمندان برای برآوردن نیازهای روزافزونی که در راه مراقبت از آن‌ها با آن مواجه هستند، مبارزه سختی پیش‌رو خواهند داشت (۲). یکی از چالش‌های بزرگی که در زمینه سلامت عمومی سالمندان مطرح است، مشکل زمین خوردن می‌باشد (۳). پژوهش‌ها

- ۱- استادیار، گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
  - ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
  - ۳- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه روان‌شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
  - ۴- استادیار طب ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه Agri Ibrahim Chechen، آغری، ترکیه
- نویسنده مسؤول: شیرین یزدانی؛ استادیار، گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

Email: mahany@ajums.ac.ir

### مواد و روش‌ها

این تحقیق از نوع نیمه تجربی و علی-مقایسه‌ای بود که با هدف کاربردی انجام شد. جامعه آماری را افراد سالم مرد شهر تبریز تشکیل دادند که از بین آنها، ۱۲ نفر با روش هدفمند به عنوان نمونه آماری به طور داوطلبانه در مطالعه شرکت نمودند. بر اساس نرم‌افزار G\*Power، برای توان آزمون ۰/۹۵،  $\alpha = 0/05$  و اندازه اثر ۰/۶۵، تعداد ۱۰ نمونه کافی بود. قبل از شرکت آزمودنی‌ها در پژوهش، هدف از اجرای آزمون به آن‌ها توضیح داده شد و از آن‌ها رضایت‌نامه کتبی اخذ گردید. تحقیق در دانشگاه تبریز بررسی و با کد اخلاق IR.TABRIZU.REC.1399.023 تصویب گردید. معیارهای ورود سالمندان شامل برخورداری از سلامت جسمانی، عدم سابقه افتادن، استقلال در انجام فعالیت‌های روزانه و توانایی راه رفتن مستقل بود. داشتن سابقه بیماری‌های عصبی-عضلانی و اسکلتی، دردهای محدودکننده فعالیت‌های روزانه، مشکلات شنوایی، بینایی و سیستم دهلیزی، پارکینسون، اختلالات تعادلی، آزیمر، شکستگی و هرگونه آسیب یا جراحی اندام تحتانی که الگوی راه رفتن آن‌ها را تحت تأثیر قرار دهد (۲۱-۱۸)، نیز به عنوان معیارهای خروج در نظر گرفته شد.

برای ثبت فعالیت الکتریکی عضلات، از دستگاه Electromyography (EMG) ۸۰ کاناله (مدل USB2+، ایتالیا) با فرکانس نمونه‌برداری ۱۰۰۰ هرتز و الکترودهای سطحی ژله‌ای دو قطبی با فاصله بین الکترودها ۱/۷ سانتی‌متر استفاده شد. الکترودها بر اساس پروتکل استاندارد Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles (SENIAM) بر روی عضلات راست رانی، دوسر رانی و ساقی قدامی پای راست و چپ قرار داده شدند؛ برای عضله راست رانی، الکترودها در یک سوم فاصله بین خار خاصره قدامی فوقانی تا لبه فوقانی استخوان کشکک (۲۲)، الکترودها در یک سوم رانی روی حجیم‌ترین بخش عضله دوسر رانی و در میانه مسیر خطی که برجستگی نشیمن‌گاهی را به کندیل خارجی زانو متصل می‌کند (۲۳) و محل الکترودها ساقی قدامی نیز روی یک سوم خط واصل بین سر نازک‌نی و نوک قوزک داخلی مچ پا بود (۲۴).

**روش اجرا:** ابتدا هدف از پژوهش و مهارت مورد نظر به آزمودنی‌ها معرفی و آموزش داده شد و رضایت‌نامه کتبی مبنی بر شرکت در آزمون اخذ گردید. سپس برای ثبت فعالیت الکتریکی عضلات، ابتدا پوست آزمودنی‌ها بر اساس پروتکل اروپایی الکترومیوگرافی آماده‌سازی شد. به این ترتیب که پس از تعیین محل دقیق الکترودها، محل آن‌ها با استفاده از ژلیت اصلاح و موهای زائد زدوده شد. سپس با استفاده از پنجه و الک، سطح پوست آن‌ها کاملاً تمیز و الکترودهای سطحی به موازات تارهای عضلانی و بر اساس روش استاندارد که پیش‌تر ذکر شد، روی عضلات مورد نظر قرار گرفت و توسط چسب ضد حساسیت و باند ثابت شد تا از بروز نویز ناشی از حرکت الکترودها بر روی پوست جلوگیری شود. همچنین، جهت جلوگیری از ایجاد نویز، سیم‌ها جمع و با استفاده از باند به بدن فرد بسته شد. الکترودها مرجع نیز بر روی مچ دست فرد نصب گردید. پس از آماده‌سازی پوست و نصب الکترودها، آزمودنی روی تردمیل می‌ایستاد و با دادن علامت «رو»، با سرعت ترجیحی روی تردمیل راه می‌رفت. به منظور آشنایی با تردمیل و تعیین سرعت راه رفتن ترجیحی هر فرد، از آزمودنی‌ها درخواست شد تا با سرعت آهسته یک کیلومتر در ساعت شروع به راه رفتن کنند. سپس به تدریج سرعت تردمیل به اندازه ۰/۱ کیلومتر در ساعت افزایش می‌یافت و این افزایش‌ها آنقدر ادامه پیدا کرد تا فرد اعلام می‌کرد که به سرعتی رسیده است که در آن راه رفتن راحتی را انجام می‌دهد (نه آهسته و نه سریع). پس از

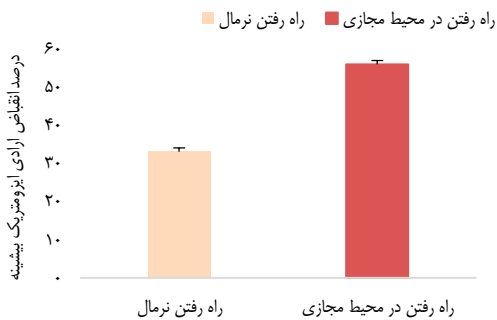
یا VR)، یکی از جدیدترین شیوه‌ها در امر توان‌بخشی، آموزش و یادگیری این افراد می‌باشد (۸). VR یک روش فن‌آوری است که به کاربر امکان می‌دهد در محیط شبیه‌سازی شده مجازی توسط رایانه قرار گیرد و زوایای مختلف محیط و اتفاقات جاری در آن را به انتخاب خود ببیند، صداهای موجود در محیط را بر حسب موقعیت خود بشنود و با رفتار و حرکتهای خود بر رویدادها تأثیر بگذارد (۹). توان‌بخشی واقعیت مجازی حرکتی، اغلب از بازی درمانی بهره می‌برد؛ به طوری که در حین فعالیت در محیط مجازی، درگیر شدن بیمار در فعالیت آرایه شده بیشتر و خستگی و کسالت به حداقل می‌رسد. همچنین، انگیزه و تبعیت بیمار از فرایند توان‌بخشی افزایش می‌یابد. مزیت دیگر VR، آرایه اطلاعاتی از موقعیت واقعی، بخشی از بدن در زمان واقعی یا حتی موقعیت مرکز فشار است. این اطلاعات امکان تنظیم سیستم‌های توان‌بخشی مجازی حرکتی را برای بیماران فراهم می‌آورد و اطلاعات مهمی درباره پیشرفت بیمار آرایه می‌کند (۱۰). VR به عنوان یک ابزار توان‌بخشی، محیط چالش‌برانگیز اما ایمن و معتبری را فراهم می‌کند و می‌تواند سطوح مختلفی از انواع محرک‌ها را آرایه دهد (۱۱). با این حال، این روش به علت عدم بازخورد لمسی، ممکن است منجر به بروز الگوهای شود که با آنچه در واقعیت وجود دارد، متفاوت می‌باشد (۱۲).

محیط مجازی در بازتوانی راه رفتن بسیار معمول شده است. بازتوانی VR ترکیبی از درمان فیزیکی و محیط مجازی است که باعث کاهش درد و افزایش رضایت بیماران می‌شود (۱۳). در این زمینه، Forkan و همکاران در مطالعه خود بر روی افراد سالمند دارای اختلالات تعادلی، نشان دادند که برنامه تمرین مجازی، سرعت راه رفتن را در این افراد افزایش می‌دهد (۱۴).

Mirelman و همکاران نیز در تحقیق خود که با هدف تأثیر تمرین در محیط مجازی بر بیومکانیک راه رفتن بیماران مبتلا به سکتة قلبی انجام شد، دریافتند که گروه محیط مجازی تولید توان و دامنه حرکتی مچ پای بیشتری از گروه شاهد داشتند، اما در کینماتیک یا کینتیک مفصل ران بین دو گروه تفاوتی مشاهده نشد. در مفصل زانو نیز گروه VR تغییرات دامنه حرکتی بیشتری را نشان دادند (۱۵). Stevens و Powell نیز گزارش کردند که هنگام راه رفتن روی تردمیل در محیط مجازی، عوامل تأثیرگذار مختلف بر واقعیت مجازی مانند نشانه‌های دیداری (خط‌های داخل VR و مکان واقعیت مجازی مانند جنگل، بیابان یا خیابان) و شنیداری مختلف، سرعت راه رفتن را به طور متفاوتی تحت تأثیر قرار می‌دهند (۱۶). همچنین، یافته‌های پژوهش Deutsch و همکاران حاکی از آن بود که دوچرخه‌سواری در VR، باعث افزایش  $VO_2 \max$  در افراد مبتلا به سکتة قلبی می‌شود و می‌تواند به عنوان یک روش درمانی همراه با تمرینات حرکت‌پذیری به منظور بهبود افراد مبتلا به سکتة قلبی استفاده شود (۱۷).

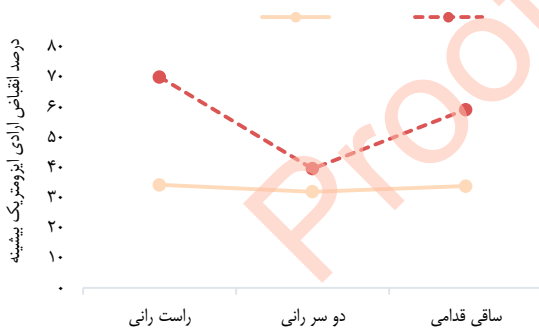
مرور مطالعات قبلی نشان داد که فعالیت در محیط مجازی می‌تواند بر راه رفتن فرد تأثیر بگذارد و کیفیت راه رفتن را بهبود بخشد، اما تا به حال مشخص نشده است که فعالیت در واقعیت مجازی چگونه می‌تواند فعالیت عضلات را تغییر دهد؟ و اثر VR بر شدت فعالیت عضلات مختلف تا به حال گزارش نشده است. آگاهی از نحوه اثر VR بر فعالیت عضلات مختلف می‌تواند رهنمون مناسبی در طراحی برنامه‌های تمرینی و توان‌بخشی ویژه افراد سالمند برای پزشکان، فیزیوتراپیست‌ها و مربیان تربیت بدنی باشد. بنابراین، هدف از انجام پژوهش حاضر، تعیین اثر فعالیت در VR بر فعالیت الکتریکی عضلات اندام تحتانی هنگام راه رفتن روی تردمیل در افراد سالمند بود.

راست ( $P = 0/280$ ) و چپ ( $P = 0/990$ ) هنگام راه رفتن با و بدون واقعیت مجازی تفاوتی وجود نداشت. در عضله ساقی قدامی سمت چپ نیز نتیجه مشابهی مشاهده شد ( $P = 0/088$ ). نتایج تحلیل عاملی نشان داد که بدون در نظر گرفتن اثر سایر عوامل، به طور کلی شدت فعالیت همسان سازی شده عضلات در شرایط راه رفتن همراه با VR بیشتر از راه رفتن عادی بود ( $P = 0/007$ ) (شکل ۱).



شکل ۱. مقایسه شدت فعالیت همسان سازی شده عضلات در راه رفتن نرمال و راه رفتن در محیط مجازی

نتایج نشان داد که راه رفتن در محیط VR، فعالیت همسان سازی شده عضلات ساقی قدامی و راست رانی را به طور معنی داری بیشتر از عضله دوسر رانی افزایش داد و بین عامل VR و عضله تأثیر متقابل معنی داری مشاهده گردید ( $P = 0/036$ ) (شکل ۲).



شکل ۲. تأثیر متقابل بین عامل Virtual Reality (VR) و عضله

مشخص شدن این سرعت، مجدد سرعت ترمیم به اندازه ۰/۵ کیلومتر در ساعت افزایش و کاهش داده می‌شد تا سرعت دلخواه فرد تأیید شود (۲۷-۲۵). پس از تعیین سرعت ترجیحی، آزمودنی‌ها به مدت ۳ دقیقه استراحت می‌کردند. سپس فعالیت عضلات به مدت سه دقیقه، هنگام راه رفتن با سرعت ترجیحی با و بدون ارایه VR ثبت می‌شد. برای راه رفتن همراه با VR، یک برنامه VR به وسیله پروژکتور بر روی صفحه نصب شده در فاصله ۲/۵ متری از ترمیم، پخش می‌شد و از آزمودنی‌ها درخواست می‌گردید تا با نگاه کردن به این فیلم بر روی ترمیم راه روند. در این فیلم، محیط مجازی با محاصره کوه‌ها، جنگل‌ها و مناظر مختلف در مسیر همراه بود. بین راه رفتن با و بدون VR نیز ۵ دقیقه استراحت وجود داشت. جهت نرمال سازی داده‌های EMG، فعالیت الکتریکی هنگام حداکثر انقباض ایزومتریک ارادی (Maximum voluntary isometric contraction یا MVIC) برای هر یک از عضلات راست رانی (۲۸)، دوسر رانی (۲۳) و ساقی قدامی (۲۹) بر اساس روش‌های ذکر شده در مقالات ارجاع داده شده، ثبت گردید. پس از جمع‌آوری سیگنال‌های EMG، جهت پردازش سیگنال‌ها از نرم‌افزار OT BioLab استفاده شد. به این ترتیب، ابتدا سیگنال‌های EMG با استفاده از فیلتر میان‌گذر ۳۵۰-۱۰ هرتز و فیلتر Notch ۵۰ هرتز فیلتر شدند. سپس RMS آن‌ها استخراج گردید. برای نرمال سازی داده‌ها، RMS به دست آمده برای هر عضله بر RMS به دست آمده از فعالیت MVIC همان عضله تقسیم و به صورت درصد محاسبه گردید. برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها، از آزمون Shapiro-Wilk و جهت بررسی تفاوت‌های درون گروهی از آزمون‌های Paired t و Repeated measures ANOVA استفاده گردید. در نهایت، داده‌ها در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ (IBM Corporation, Armonk, ) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.  $P < 0/05$  به عنوان سطح معنی داری در نظر گرفته شد.

#### یافته‌ها

۱۲ شرکت‌کننده با میانگین سنی  $3/9 \pm 61/8$  سال، میانگین قد  $5/1 \pm 167/9$  سانتی‌متر و میانگین وزن  $5/1 \pm 75/1$  کیلوگرم در مطالعه شرکت کردند. جدول ۱ نتایج مربوط به شدت فعالیت همسان سازی شده عضلات راست رانی، دوسر رانی و ساقی قدامی در دو حالت راه رفتن در محیط مجازی و راه رفتن ترجیحی را نشان می‌دهد. بر این اساس، شدت فعالیت همسان سازی شده عضلات رانی راست و چپ و ساقی قدامی راست هنگام راه رفتن در محیط مجازی به طور معنی داری به ترتیب در حدود ۱/۹۷ ( $P = 0/005$ )، ۱/۹۱ ( $P = 0/003$ ) و ۲/۰۳ ( $P = 0/002$ ) برابر بیشتر از راه رفتن بدون واقعیت مجازی بود، اما بین شدت فعالیت همسان سازی شده عضله دوسر رانی سمت

جدول ۱. نتایج مربوط به شدت فعالیت همسان سازی شده عضلات راست رانی، دوسر رانی و ساقی قدامی

عضله	راه رفتن نرمال	راه رفتن در محیط مجازی	مقدار P
راست رانی	سمت راست ۳۴/۳ ± ۱۴/۲	سمت راست ۶۷/۶ ± ۱۹/۳	*/005
دوسر رانی	سمت چپ ۳۷/۵ ± ۱۷/۵	سمت راست ۳۹/۷ ± ۲۵/۴	*/003
ساقی قدامی	سمت چپ ۳۹/۳ ± ۱۷/۹	سمت راست ۶۶/۶ ± ۲۳/۰	*/002
	سمت چپ ۳۴/۶ ± ۸/۵	سمت چپ ۴۹/۰ ± ۲۰/۹	/088

پا می‌تواند بر کینماتیک راه رفتن فرد تأثیر بگذارد و باعث افزایش سرعت و ریتم گام‌برداری (۳۶، ۳۵)، افزایش طول گام (۳۶) و افزایش دامنه حرکتی مچ پا (۳۵) در بیماران مبتلا به سکنه مغزی شود.

نتایج پژوهش‌های قبلی نشان داده است که برنامه‌های محیط مجازی باعث حرکت پویای بیشتری می‌شوند که به نوبه خود به فعالیت عضلانی بیشتری نیاز خواهد داشت (۳۰). در این زمینه، Mirelman و همکاران نیز در مطالعه بر روی اثر تمرین در محیط مجازی بر بیومکانیک راه رفتن بیماران مبتلا به سکنه قلبی، گزارش کردند که گروه محیط مجازی تولید توان و دامنه حرکتی مچ پا و همچنین، دامنه حرکتی زانوی بیشتری از گروه بدون محیط مجازی داشتند، اما در کینماتیک یا کینتیک مفصل ران بین دو گروه تفاوتی مشاهده نکردند (۱۵). بنابراین، علاوه بر موارد مذکور، افزایش فعالیت عضلات راست رانی و ساقی قدامی هنگام راه رفتن در محیط مجازی را می‌توان به نقش این عضلات در افزایش تولید توان و افزایش دامنه حرکتی مچ پا و زانوی بیشتر هنگام تمرین در محیط مجازی نسبت داد.

از علل دیگر افزایش فعالیت عضلات هنگام راه رفتن در محیط مجازی، می‌توان به نقش محیط مجازی در فراهم نمودن بازخورد بینایی اشاره کرد. Quaney و همکاران در تحقیق خود بر روی بیماران مبتلا به سکنه مغزی دریافتند که محیط مجازی می‌تواند با فراهم کردن یک بازخورد بینایی جبران شده، فعالیت مغز را افزایش دهد و با افزایش فعالیت عضلات، باعث افزایش توانایی چنگ زدن در بیماران مبتلا به سکنه مغزی شود (۳۶).

آزادیان و همکاران در بررسی فعالیت عضلانی سالمندان دارای ضعف تعادلی هنگام راه رفتن با تکلیف دوگانه، به این نتیجه رسیدند که فعالیت دو عضله ساقی قدامی و پهن خارجی در این شرایط به طور معنی‌داری کمتر از راه رفتن عادی بود (۳۳) که با یافته‌های بررسی حاضر مغایرت داشت. در پژوهش شریف‌مرادی و فرح‌پور نیز مشخص شد که عامل تکلیف ثانویه شناختی، اثر معنی‌داری در کاهش شدت فعالیت عضلات اندام تحتانی در فاز استقرار و نوسان راه رفتن دارد (۳۱). در مطالعه الهامی و همکاران نیز به طور کلی بین شدت فعالیت عضلات جوانان سالم هنگام راه رفتن با و بدون تکلیف دوگانه تفاوتی مشاهده نگردید (۳۲). عدم همخوانی نتایج تحقیق حاضر با پژوهش‌های یاد شده را می‌توان به نوع آزمودنی‌های مورد بررسی، سن، نوع تکلیف ارایه شده هنگام راه رفتن و نوع متغیر استخراج شده از سیگنال‌های EMG نسبت داد. در مطالعات آزادیان و همکاران (۳۳) و شریف‌مرادی و فرح‌پور (۳۱) به ترتیب سالمندان دارای ضعف تعادلی و سالمندان مبتلا به پارکینسون مورد بررسی قرار گرفته بودند که اغلب این افراد به دلیل ترس از افتادن، هنگام تکلیف ثانویه آرام‌تر راه می‌روند و طول گام کوچک‌تری برمی‌دارند که خود می‌تواند دلیلی بر کاهش فعالیت عضلانی در این افراد هنگام تکلیف دوگانه باشد. همچنین، در تحقیق شریف‌مرادی و فرح‌پور، میانگین IEMG همسان‌سازی شده عضلات به صورت میلی‌ولت ثانیه در مبنای لگاریتم ۱۰ محاسبه گردید و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته بود (۳۱)؛ در حالی که در پژوهش حاضر RMS سیگنال‌ها استخراج گردیده بود.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که راه رفتن در محیط VR، فعالیت همسان‌سازی شده عضلات ساقی قدامی و راست رانی را به طور معنی‌داری بیشتر از عضله دوسر رانی افزایش داد و بر فعالیت عضله دوسر رانی اثری نداشت. در تأیید یافته‌های به دست آمده در مورد عضله دوسر رانی، Park و همکاران نیز پس از تمرینات تادالی در محیط مجازی، تغییری در فعالیت عضلات راست‌کننده ستون مهره‌ای و راست

اثر واقعیت مجازی بر شدت فعالیت عضلات مختلف راست رانی، دوسر رانی و ساقی قدامی در دو سمت راست و چپ بدن مشابه بود و بین عامل‌های عضله، VR و سمت بدن تأثیر متقابل معنی‌داری مشاهده نگردید ( $P = 0/310$ ).

## بحث

هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی اثر محیط مجازی بر فعالیت EMG عضلات راست رانی، دوسر رانی و ساقی قدامی هنگام راه رفتن روی تردمیل بود. نتایج نشان داد که به طور کلی راه رفتن در محیط مجازی، باعث افزایش شدت فعالیت همسان‌سازی شده عضلات می‌گردد و فعالیت عضلات راست رانی و ساقی قدامی هنگام راه رفتن در محیط مجازی به طور معنی‌داری بیشتر از راه رفتن بدون واقعیت مجازی بود. بر اساس مرور ادبیات تحقیق، فعالیت الکتریکی عضلات هنگام راه رفتن با و بدون واقعیت مجازی برای اولین بار در مطالعه حاضر گزارش گردید. بنابراین، پژوهشی یافت نشد که بتوان به طور مستقیم نتایج تحقیق حاضر را با آن‌ها مقایسه نمود. فقط در مطالعه Park و همکاران که فعالیت عضلات ساقی قدامی، دوقلو، راست‌کننده ستون مهره‌ای و راست شکمی جوانان را قبل و پس از شش هفته تمرینات تادالی در واقعیت مجازی و بدون واقعیت مجازی مورد بررسی قرار داده بودند، مشخص گردید که گروه تمرین تادالی در واقعیت مجازی، فعالیت عضلات ساقی قدامی و دوقلوی داخلی بیشتری دارند (۳۰) که با یافته‌های پژوهش حاضر در عضلات ساقی قدامی و راست رانی هنگام راه رفتن در محیط مجازی همخوانی داشت. همچنین، در تأیید یافته‌های مطالعه حاضر، شریف‌مرادی و فرح‌پور نیز نشان داد که در سالمندان سالم و مبتلا به پارکینسون، شدت فعالیت عضلات به طور کلی حین راه رفتن با تکلیف بینایی به طور معنی‌داری بیش از شدت فعالیت عضلات حین راه رفتن عادی بود (۳۱). الهامی و یزدانی نیز به این نتیجه رسیدند که در افراد مبتلا به فلج مغزی، تکلیف دوگانه بینایی هنگام راه رفتن، تأثیر معنی‌داری بر افزایش شدت فعالیت عضلات دارد (۳۲). با توجه به این که اجرای هم‌زمان دو تکلیف (راه رفتن و نگاه کردن به فیلم روی دیوار)، باعث تداخل بین تکلیف هنگام راه رفتن در محیط مجازی می‌شود و به تقسیم توجه بین دو تکلیف نیاز دارد، ممکن است به علت رقابت بین تقاضاهای شناختی تکلیف هم‌زمان هنگام راه رفتن، نیاز به توجه بیشتر شود و کنترل تعادل فرد را هنگام راه رفتن با مشکل مواجه کند (۳۳). بنابراین، ممکن است به صورت جبرانی فعالیت عضلات افزایش یابد تا فرد بتواند ضمن تکلیف هم‌زمان، تعادل خود را هنگام راه رفتن حفظ کند. از طرف دیگر، Park و همکاران نشان دادند که تمرین تعادلی در محیط مجازی، باعث افزایش ثبات مفصل مچ پا و همچنین، تغییر حرکت مرکز فشار پا در جهات قدامی خلفی و داخلی خارجی می‌شود (۳۰).

از آنجایی که عضله ساقی قدامی نقش مهمی در استراتژی مچ پا دارد و یکی از مهم‌ترین عضلات در حفظ تعادل فرد به شمار می‌رود، فرد با افزایش فعالیت عضله و فراخوانی واحدهای حرکتی بیشتر، می‌تواند ضمن افزایش ثبات مچ پا و کنترل تغییر حرکت مرکز فشار پا، به حفظ تعادل دینامیکی هنگام راه رفتن در محیط مجازی کمک کند. مطالعات انجام شده در زمینه تأثیر یک دوره تمرین در واقعیت مجازی نیز از نقش مؤثر این تمرینات در بهبود تعادل (۳۴)، افزایش ثبات مفصل مچ پا (۳۰) و افزایش قدرت مچ پا (۳۶، ۳۵) حمایت می‌کنند. Dunning و همکاران (۳۵) و Mirelman و همکاران (۱۵) در تحقیقات خود گزارش کردند که تمرین در واقعیت مجازی با افزایش قدرت مچ

### نقش نویسندگان

شیرین یزدانی، طراحی و ایده‌پردازی مطالعه، خدمات پشتیبانی و اجرایی و علمی مطالعه، فراهم کردن تجهیزات و نمونه‌های مطالعه، جمع‌آوری، تحلیل و تفسیر نتایج، خدمات تخصصی آمار، تنظیم دست‌نوشته و ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم علمی، تأیید دست‌نوشته جهت ارسال نهایی به دفتر مجله، مسؤلیت حفظ یکپارچگی فرایند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار و پاسخگویی به نظرات داوران، صبا محمدعلی نژاد، طراحی و ایده‌پردازی مطالعه، خدمات پشتیبانی و اجرایی و علمی مطالعه، جمع‌آوری داده‌ها و تحلیل و تفسیر آن‌ها و تنظیم دست‌نوشته، سهند اسلامی، طراحی و ایده‌پردازی مطالعه، خدمات پشتیبانی و اجرایی و علمی مطالعه، جمع‌آوری داده‌ها و تحلیل و تفسیر آن‌ها و تنظیم دست‌نوشته، حیدر ساجدی، طراحی و ایده‌پردازی مطالعه خدمات پشتیبانی و تحلیل و تفسیر داده‌ها را بر عهده داشتند.

### منابع مالی

پژوهش حاضر بر اساس تحلیل ثانویه بخشی از اطلاعات مستخرج از پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد با کد اخلاق IR.TABRIZU.REC.1399.023، مصوب کمیته اخلاق زیستی دانشگاه تبریز می‌باشد که با حمایت مالی دانشگاه تبریز انجام گرفت. دانشگاه تبریز در جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل و گزارش آن‌ها، تنظیم دست‌نوشته و تأیید مقاله برای انتشار اعمال نظر نداشته است.

### تعارض منافع

نویسندگان دارای تعارض منافع نمی‌باشند. دکتر شیرین یزدانی از سال ۱۳۸۳ تاکنون به عنوان استادیار بیومکانیک ورزشی (از سال ۱۳۸۳ به عنوان مربی و از سال ۱۳۹۳ به عنوان استادیار) در دانشگاه تبریز مشغول به فعالیت می‌باشد. صبا محمدعلی نژاد از سال ۱۳۹۷ دانشجوی مقطع کارشناسی ارشد یادگیری و کنترل حرکتی و سهند اسلامی نیز از سال ۱۳۹۸ دانشجوی مقطع کارشناسی ارشد روان‌شناسی ورزشی در دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تبریز می‌باشند. دکتر حیدر ساجدی از سال ۱۳۹۸ تاکنون به عنوان استادیار طب ورزشی در دانشگاه Ibrahim Chechen مشغول به فعالیت می‌باشد.

### References

1. Azim Zadeh E, Faghihi V, Ghasemi A. The effect of dual-task training on balance of elderly women: with the motor and cognitive approach. Research in Sport Management and Motor Behavior 2018; 8(15): 103-10. [In Persian].
2. Barak Y, Wagenaar RC, Holt KG. Gait characteristics of elderly people with a history of falls: A dynamic approach. Phys Ther 2006; 86(11): 1501-10.
3. Lockhart TE, Woldstad JC, Smith JL. Effects of age-related gait changes on the biomechanics of slips and falls. Ergonomics 2003; 46(12): 1136-60.
4. Voermans NC, Snijders AH, Schoon Y, Bloem BR. Why old people fall (and how to stop them). Pract Neurol 2007; 7(3): 158-71.
5. Lamoth CJ, van Deudekom FJ, van Campen JP, Appels BA, de Vries OJ, Pijnappels M. Gait stability and variability measures show effects of impaired cognition and dual tasking in frail people. J Neuroeng Rehabil 2011; 8: 2.
6. Priest AW, Salamon KB, Hollman JH. Age-related differences in dual task walking: A cross sectional study. J Neuroeng Rehabil 2008; 5: 29.
7. Callisaya ML, Blizzard L, Schmidt MD, Martin KL, McGinley JL, Sanders LM, et al. Gait, gait variability and the risk of multiple incident falls in older people: A population-based study. Age Ageing 2011; 40(4): 481-7.
8. Annetta LA. Video Games in Education: Why they should be used and how they are being used. Theory Pract 2008; 47(3): 229-39.
9. Laver KE, George S, Thomas S, Deutsch JE, Crotty M. Virtual reality for stroke rehabilitation. Cochrane Database Syst Rev 2011; (9): CD008349.

شکمی مشاهده نکردند (۲۶). بر اساس نتیجه فوق، می‌توان گفت که فعالیت در محیط مجازی اثر مشابهی بر شدت فعالیت عضلات مختلف ندارد و تمرین در محیط مجازی می‌تواند فعالیت برخی عضلات را بیشتر از عضلات دیگر تغییر دهد.

### محدودیت‌ها

در تحقیق حاضر، اثر VR بر فعالیت عضلانی افراد سالمند هنگام راه رفتن مورد بررسی قرار گرفت. بنابراین، نتایج به دست آمده را نمی‌توان به سایر فعالیت‌های عملکردی تعمیم داد. همچنین، در پژوهش حاضر فقط سالمندان مرد مورد بررسی قرار گرفتند. بررسی اثر VR بر فعالیت EMG زنان و مردان ممکن است نتایج جالبی داشته باشد که در مطالعات بعدی توصیه می‌شود.

### پیشنهادها

در تحقیق حاضر، شدت فعالیت عضلات هنگام راه رفتن در محیط مجازی بدون در نظر گرفتن سایر شاخص‌های بیومکانیکی مانند کینماتیک و کینتیک مفاصل و همچنین، نیروی عکس‌العمل زمین مورد بررسی قرار گرفت؛ در حالی که بررسی حرکت از جنبه‌های مختلف می‌تواند درک کامل‌تری ارائه دهد و رهنمون درمانی مناسب‌تری باشد. بنابراین، توصیه می‌شود که در پژوهش‌های آینده، تأثیر واقعیت مجازی بر کینماتیک و کینتیک مفاصل و بدن نیز مورد بررسی قرار گیرد.

### نتیجه‌گیری

با توجه به این که راه رفتن در محیط مجازی می‌تواند فعالیت عضلات ساقی قدامی و راست رانی را افزایش دهد، استفاده از آن به عنوان یک روش تمرینی آسان، کم‌هزینه و نسبتاً جدید، در طراحی برنامه تمرینی مناسب برای افراد سالمندی که دارای ضعف عضلات اندام تحتانی می‌باشند، به شدت توصیه می‌شود.

### تشکر و قدردانی

بدین وسیله نویسندگان از تمامی افراد سالمند و خانواده‌های گرامی آنان و همچنین، مسوول آزمایشگاه دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تبریز که در جمع‌آوری داده‌ها همکاری نمودند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آورند.

10. Saposnik G, Teasell R, Mamdani M, Hall J, McIlroy W, Cheung D, et al. Effectiveness of virtual reality using Wii gaming technology in stroke rehabilitation: A pilot randomized clinical trial and proof of principle. *Stroke* 2010; 41(7): 1477-84.
11. Keshner EA. Virtual reality and physical rehabilitation: A new toy or a new research and rehabilitation tool? *J Neuroeng Rehabil* 2004; 1(1): 8.
12. Martin O, Julian B, Boissieux L, Gascuel JD, Prablanc C. Evaluating online control of goal-directed arm movement while standing in virtual visual environment. *Comput Animat Virtual Worlds* 2003; 14(5): 253-60.
13. Hoffman HG, Garcia-Palacios A, Kapa V, Beecher J, Sharar SR. Immersive virtual reality for reducing experimental ischemic pain. *Int J Human Computer Interact* 2003; 15(3): 469-86.
14. Forkan R, Pumper B, Smyth N, Wirkkala H, Ciol MA, Shumway-Cook A. Exercise adherence following physical therapy intervention in older adults with impaired balance. *Phys Ther* 2006; 86(3): 401-10.
15. Mirelman A, Patrilli BL, Bonato P, Deutsch JE. Effects of virtual reality training on gait biomechanics of individuals post-stroke. *Gait Posture* 2010; 31(4): 433-7.
16. Powell WA, Stevens B. The influence of virtual reality systems on walking behaviour: A toolset to support application design. *Proceedings of 2013 International Conference on Virtual Rehabilitation (ICVR)*; 2013 Aug 26-29; Philadelphia, PA, USA. p. 270-6.
17. Deutsch JE, Myslinski MJ, Kafri M, Ranky R, Sivak M, Mavroidis C, et al. Feasibility of virtual reality augmented cycling for health promotion of people poststroke. *J Neurol Phys Ther* 2013; 37(3): 118-24.
18. Bahram ME, Akasheh G, Shabanzadeh Fini M. The effect of 10 weeks of pilates exercises on static and dynamic balance and psychological factors in elderly men. *J Fasa Univ Med Sci* 2017; 7(3): 416-27. [In Persian].
19. Farajzadeh MM, Ghanei GR, Sayehmiri K. Health related quality of life in iranian elderly citizens: A systematic review and meta-analysis. *Int J Community Based Nurs Midwifery* 2017; 5(2): 100-11.
20. Jeste DV, Blazer DG, First M. Aging-related diagnostic variations: need for diagnostic criteria appropriate for elderly psychiatric patients. *Biol Psychiatry* 2005; 58(4): 265-71.
21. Browne JP, O'Boyle CA, McGee HM, Joyce CR, McDonald NJ, O'Malley K, et al. Individual quality of life in the healthy elderly. *Qual Life Res* 1994; 3(4): 235-44.
22. Simoes EC, Moraes AC, Okano AH, Altimari LR. Behavior of EMG activation of rectus femoris, vastus lateralis and vastus medialis muscles during maximum contraction before and after a series of repeated efforts. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 2008; 48(8): 377-84.
23. Contreras B, Vigotsky AD, Schoenfeld BJ, Beardsley C, Cronin J. A comparison of gluteus maximus, biceps femoris, and vastus lateralis electromyography amplitude in the parallel, full, and front squat variations in resistance-trained females. *J Appl Biomech* 2016; 32(1): 16-22.
24. Merletti R, Rainoldi A, Farina D. Surface electromyography for noninvasive characterization of muscle. *Exerc Sport Sci Rev* 2001; 29(1): 20-5.
25. Hollman JH, Childs KB, McNeil ML, Mueller AC, Quilter CM, Youdas JW. Number of strides required for reliable measurements of pace, rhythm and variability parameters of gait during normal and dual task walking in older individuals. *Gait Posture* 2010; 32(1): 23-8.
26. Ghanavati T, Salavati M, Karimi N, Negahban H, Ebrahimi Takamjani I, Mehravar M, et al. Intra-limb coordination while walking is affected by cognitive load and walking speed. *J Biomech* 2014; 47(10): 2300-5.
27. Hollman JH, Kovash FM, Kubik JJ, Linbo RA. Age-related differences in spatiotemporal markers of gait stability during dual task walking. *Gait Posture* 2007; 26(1): 113-9.
28. Lin HT, Hsu AT, Chang JH, Chien CS, Chang GL. Comparison of EMG activity between maximal manual muscle testing and cybex maximal isometric testing of the quadriceps femoris. *J Formos Med Assoc* 2008; 107(2): 175-80.
29. Tabard-Fougere A, Rose-Dulcina K, Pittet V, Dayer R, Vuillermé N, Armand S. EMG normalization method based on grade 3 of manual muscle testing: Within- and between-day reliability of normalization tasks and application to gait analysis. *Gait Posture* 2018; 60: 6-12.
30. Park J, Lee D, Lee S. Effect of virtual reality exercise using the nintendo wii fit on muscle activities of the trunk and lower extremities of normal adults. *J Phys Ther Sci* 2014; 26(2): 271-3.
31. Sharifmoradi K, Farahpour N. Assessment of range of motion and lower limb muscle activity in Parkinson patients and normal elderly subject (A case study). *J Sport Biomech* 2017; 3(1): 25-36. [In Persian].
32. Elhami M, Yazdani S. Electromyographic activity of lower extremity and trunk muscles in patients with cerebral palsy during normal walking and walking with visual, motor and cognitive dual task [MSc Thesis]. Tabriz, Iran: University of Tabriz; 2019. [In Persian].
33. Azadian E, Taheri H R, Saberi Kakhki A, Farahpour N. Effects of dual-tasks on spatial-temporal parameters of gait in older adults with impaired balance. *Salmand Iran J Ageing* 2016; 11(1): 100-9. [In Persian].
34. Walker ML, Ringleb SI, Maihafer GC, Walker R, Crouch JR, Van Lunen B, et al. Virtual reality-enhanced partial body weight-supported treadmill training poststroke: Feasibility and effectiveness in 6 subjects. *Arch Phys Med Rehabil* 2010; 91(1): 115-22.
35. Dunning K, Levine P, Schmitt L, Israel S, Fulk G. An ankle to computer virtual reality system for improving gait and function in a person 9 months poststroke. *Top Stroke Rehabil* 2008; 15(6): 602-10.
36. Quaney BM, He J, Timberlake G, Dodd K, Carr C. Visuomotor training improves stroke-related ipsilesional upper extremity impairments. *Neurorehabil Neural Repair* 2010; 24(1): 52-61.

## The Electromyographic Activity of Lower Limb Muscles in the Elderly during Walking on the Treadmill: An Emphasis on the Effect of Virtual Reality

Shirin Yazdani<sup>1</sup>, Saba Mohammadalinezhad<sup>2</sup>, Sahanad Eslami<sup>3</sup>, Heydar Sajedi<sup>4</sup>

### Original Article

#### Abstract

**Introduction:** The aim of this study was to assess the effects of virtual reality (VR) on the electromyographic (EMG) activity of the lower limb muscles during gait on the treadmill in the elderly.

**Materials and Methods:** 12 elderly male subjects participated in this study voluntarily. Using an EMG-USB2+ multichannel system (Bioelettronica, Italy) (sampling frequency of 1000 Hz) and bipolar surface electrodes, the electrical activity of tibialis anterior (TA), rectus femoris (RF), and biceps femoris (BF) muscles were recorded bilaterally during walking with the preferred speed with and without VR environment on the treadmill. The maximal voluntary isometric contraction (MVIC) method was used for the normalization of signals. The gathered signals were processed using OT BioLab software with a bandpass filter of 10-350 Hz and a notch filter of 50 Hz. The data were processed using repeated measures analysis of variance (ANOVA) and paired sample t-test in SPSS software at a significance level of 0.050.

**Results:** The findings showed that during walking in VR environment, the EMG activity of bilateral RF muscles and right TA muscle of the elderly subjects were significantly higher than normal walking with about 1.97 ( $P \leq 0.005$ ), 1.91 ( $P \leq 0.003$ ), and 2.03 ( $P \leq 0.002$ ) times, respectively. But the differences between EMG activity of right ( $P \leq 0.280$ ) and left ( $P \leq 0.990$ ) BF and left TA ( $P \leq 0.080$ ) muscles were not significant during walking with and without VR. Overall, VR had the main effect on the muscle activity of the elderly subjects ( $P \leq 0.007$ ). Moreover, there was a significant interaction between VR and muscle factors ( $P \leq 0.036$ ).

**Conclusion:** The results indicated that VR increases the EMG activity of lower extremity muscles among the elderly, thus it can be recommended strongly in the rehabilitation of lower extremity muscles in the elderly.

**Keywords:** Walking; Virtual reality; Electromyography; Elderly

**Citation:** Yazdani S, Mohammadalinezhad S, Eslami S, Sajedi H. **The Electromyographic Activity of Lower Limb Muscles in the Elderly during Walking on the Treadmill: An Emphasis on the Effect of Virtual Reality.** J Res Rehabil Sci 2020; 16: 135-41.

Received date: 20.05.2020

Accept date: 07.08.2020

Published: 05.08.2020

1- Assistant Professor, Department of Motor Behavior, School of Physical Education and Sports Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran

2- MSc Student, Department of Motor Behavior, School of Physical Education and Sports Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran

3- MSc Student, Department of Sport Psychology, School of Physical Education and Sports Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran

4- Assistant Professor, Department of Health in the Sport, School of Physical Education and Sports Sciences, University of Agri Ibrahim chechen, Agri, Turkey

**Corresponding Author:** Shirin Yazdani; Assistant Professor, Department of Motor Behavior, School of Physical Education and Sports Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran; Email: mahany@ajums.ac.ir