جلد ۲۷ ، شماره ۱، پیاپی ۱۰۵، بهمن و اسفند ۱۴۰۳

doi:10.69107/koomesh-149294

مقاله پژوهشی

تاثیر هشت هفته تمرین مربع گام‌برداری بر تغییر فعالیت الکتریکی عضلات مرتبط با سقوط مردان سالمند: مطالعه کارآزمایی بالینی

محمد جواد نژادمحمدی [۱]، مصطفی زارعی [۲،*]، سید محمد حسینی [۳]، زهرا اسدی سامانی [۴]

[۱] کارشناسی ارشد آسیب شناسی ورزشی و تمرینات اصلاحی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

[۲] دانشیار گروه بازتوانی ورزشی و تندرستی، دانشکده ی علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

[۳] استادیار گروه بازتوانی ورزشی و تندرستی، دانشکده ی علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

[۴] استادیار آسیب شناسی ورزشی و تمرینات اصلاحی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، موسسه آموزش عالی هشت بهشت اصفهان، ایران

***نویسنده‌ی مسئول:** دانشیار گروه بازتوانی ورزشی و تندرستی، دانشکده ی علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.. ایمیل:m_zareei@sbu.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۲۰ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۱/۲۰

چکیده

مقدمه: با سالمندی کارایی سیستم‌های ثبات وضعیتی بدن، به تدریج کاهش می‌یابد و در نتیجه آن راهبردهای تعادلی سالمندان تغییر و شیوع سقوط افزایش می‌یابد.

اهداف: هدف مطالعه حاضر تعیین تاثیر هشت هفته تمرین مربع گام‌برداری بر تغییر فعالیت الکتریکی عضلات مرتبط با سقوط مردان سالمند است.

مواد و روش‌ها: ۳۰ نفر از سالمندان مرد براساس معیارهای ورود از سنین ۷۵ - ۶۰ سال از سطح جامعه انتخاب و به دو گروه ۱۵ نفری تمرینات مربع گام برداری (SSE) و کنترل تقسیم شدند و اندازه‌گیری پیش‌آزمون (فعالیت الکتریکی عضلات دوقلوی داخلی، دوقلوی خارجی، ساقی قدامی، راست رانی، نیمه وتری، دوسررانی، سرینی بزرگ) انجام شد. سپس گروه تمرین، برنامه SSE را به‌مدت ۸ هفته، ۳ جلسه در هفته و هرجلسه ۶۰ تا ۷۰ دقیقه انجام دادند و به‌طور موازی گروه کنترل فعالیت روزمره را دنبال کردند. در آخرین مرحله پس‌آزمون انجام شد.

نتایج: نتایج نشان داد انجام هشت هفته SSE می‌تواند به‌طور معنی‌داری، درصد فعالیت الکتریکی و زمان آغاز فعالیت الکتریکی عضلات دوقلوی داخلی، دوقلوی خارجی، ساقی قدامی، راست رانی، نیمه وتری، دوسررانی، سرینی بزرگ در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل در مردان سالمند را بهبود دهد ($P = ۰/۰۰۱$).

نتیجه‌گیری: تمرینات مربع گام‌برداری به‌عنوان روشی ایمن برای بهبود فعالیت الکتریکی عضلات مرتبط با سقوط، بهبود تعادل و مانع از سقوط در مردان سالمند این گروه سنی توصیه می‌شود.

کلمات کلیدی: سالمندی، تمرین درمانی، سقوط، گام‌برداری

۱. مقدمه

بررسی‌های جمعیتی سازمان ملل نشان می‌دهد جمعیت جهان رو به سالمندی می‌رود و این روند در آینده سریع‌تر خواهد بود (۱). از دیدگاه فیزیولوژی پیری شامل تغییرات فیزیولوژیک اندام‌ها و ارگان‌های بدن است که منجر به کاهش در عملکرد و میزان انطباق فرد با شرایط ناگهانی محیط اطراف می‌شود (۲). با سالمندی، سیستم‌های وضعیتی و حرکتی به‌طور قابل توجهی تحت تاثیر قرار می‌گیرد و منجر به کاهش تعادل و افزایش خطر سقوط (۳) و ضعف عملکرد عصبی عضلانی و حسی-حرکتی می‌شود (۴). این تغییرات سیستم‌های بدن می‌تواند تعادل وضعیتی را کاهش دهد (۵). امروزه سقوط سالمندان یک نگرانی قابل توجه برای سلامت جهانی است، یک مطالعه جامع شیوع جهانی سقوط را ۲۶/۵ درصد نشان داده است (۶) در ایران تا ۳۲ درصد در سال گزارش شده است (۷).

بدن انسان برای حفظ تعادل از استراتژی های حرکتی گوناگونی استفاده می‌کند. استراتژی مچ پا، استراتژی هیپ (ران) و استراتژی گام‌برداشتن شایع‌ترین راهبردهای بدن برای حفظ تعادل هستند (۸). مطالعات نشان داده‌اند سالمندان استراتژی‌های کنترل وضعیتی تغییریافته از جمله افزایش استفاده از استراتژی لگن را در برابر اغتشاشات کوچک برهم‌زننده تعادل انجام می‌دهند (۹). مطالعات انجام‌شده در این حیطه نشان داده‌اند در پاسخ به شرایط ناپایدار، زنان میانسال از حرکات چندبخشی برای رسیدن به پایداری

Copyright © 2025, Nejad Mohammadi et al. This open-access article is available under the Creative Commons Attribution 4.0 (CC BY 4.0) International License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which allows for unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided that the original work is properly cited.

استفاده می‌کنند و عضلات خاصی از جمله گلوتئوس ماکسیموس، ارکتور اسپاین و سولئوس را فعال می‌کنند (۱۰). درک این تعاملات حرکتی عضلانی برای توسعه مداخلات موثر برای بهبود تعادل در جمعیت‌های مختلف ضروری است. همچنین فعالیت عضلانی نقش مهمی در پیش‌بینی سقوط در میان سالمندان دارد. همانطورکه قدرت عضلانی مهم است، مطالعات نشان داده‌اند که توان عضلانی پیش‌بینی‌کننده موثرتری برای سقوط در افراد سالمند است (۱۱). مطالعات اخیر رویکردهای مختلفی را برای پیش‌بینی خطر سقوط در سالمندان مورد بررسی قرار داده‌اند و داده‌های الکترومیوگرافی و دینامومتری، همراه با تکنیک‌های یادگیری ماشین، در پیش‌بینی خطر سقوط امیدوارکننده بوده است (۱۲). این یافته‌ها اهمیت ارزیابی‌های فعالیت عضلانی را در استراتژی‌های پیشگیری از سقوط برای سالمندان نشان می‌دهد.

تمرینات مربع گام‌برداری، تمرینات نوین و کم‌هزینه با قابلیت اجرا در محیط‌های کوچک و حتی خانه هستند که به راحتی و به‌صورت گروهی انجام می‌شوند (۱۳) و اخیرا مورد توجه همه دنیا قرار گرفته‌اند. علی‌رغم اینکه اثر بخشی آن در جوامع گوناگون بر فاکتورهایی مثل تعادل، قدرت و استقامت عضلانی سنجیده شده است اما تاکنون کمتر مطالعه‌ای به بررسی اثرات این برنامه بر فعالیت الکتریکی عضلات اندام تحتانی که نقش مهمی در شناسایی افراد در معرض سقوط دارند، پرداخته است. در یک مطالعه روی ۶۸ بزرگسال بالای ۶۵ سال در ژاپن، بهبود قابل توجهی در قدرت، تعادل و چابکی اندام تحتانی پس از انجام تمرینات مربع گام‌برداری به میزان دوبار در هفته به‌مدت ۱۲ هفته مشاهده شد (۱۴). تمرین مربع گام‌برداری با بهبود تعادل، کاهش ترس از سقوط و بهبود وضعیت سلامت ادراکی در میان سالمندان موثر است. بنابراین برای کشورهای دارای منابع محدود، ضروری است که تمرین مربع گام‌برداری را به‌عنوان بخشی جدایی‌ناپذیر از استراتژی‌های افزایش تعادل و پیشگیری از سقوط در میان سالمندان قرار دهند (۱۵).

۲. اهداف

مطالعه حاضر در نظر دارد اثر این تمرینات را بر تغییر فعالیت الکتریکی عضلات مرتبط با سقوط بررسی کند.

۳. مواد و روش

تحقیق حاضر یک کارآزمایی تصادفی کنترل شده است که با کد IRCT20230124057206N1 ثبت شده است. جامعه آماری این پژوهش، سالمندان مرد حاضر در مراکز خدمات جامع نگهداری روزانه شهر تهران بودند. با استفاده از نرم‌افزار Gpower و با در نظر گرفتن توان آزمون ۰/۸۰، اندازه اثر ۰/۳۰، خطای آلفای ۰/۰۵ و فاصله اطمینان ۰/۹۵، حجم نمونه مورد نیاز ۲۸ نفر محاسبه گردید (۱۶, ۱۷). با احتمال ریزش آزمودنی‌ها، ۳۰ نفر در مطالعه شرکت کردند. این افراد به‌صورت تصادفی و با روش تصادفی‌سازی ساده (روش قرعه‌کشی) در دو گروه ۱۵ نفری تمرین مربع گام‌برداری و کنترل تقسیم شدند. پیش از شرکت در مطالعه همه آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامه شرکت در تحقیق را امضا کردند. کد اخلاق پژوهش حاضر توسط کمیته اخلاق در پژوهش پژوهشگاه علوم ورزشی با کد IR.SSRC.REC.1402.278 ثبت شده است. شایان ذکر است آزمودنی‌های مطالعه نسبت به برنامه تمرینی و گروه خودکور بودند و بنابراین مطالعه یک‌سوکور است.

۱.۳. معیارهای ورود به تحقیق

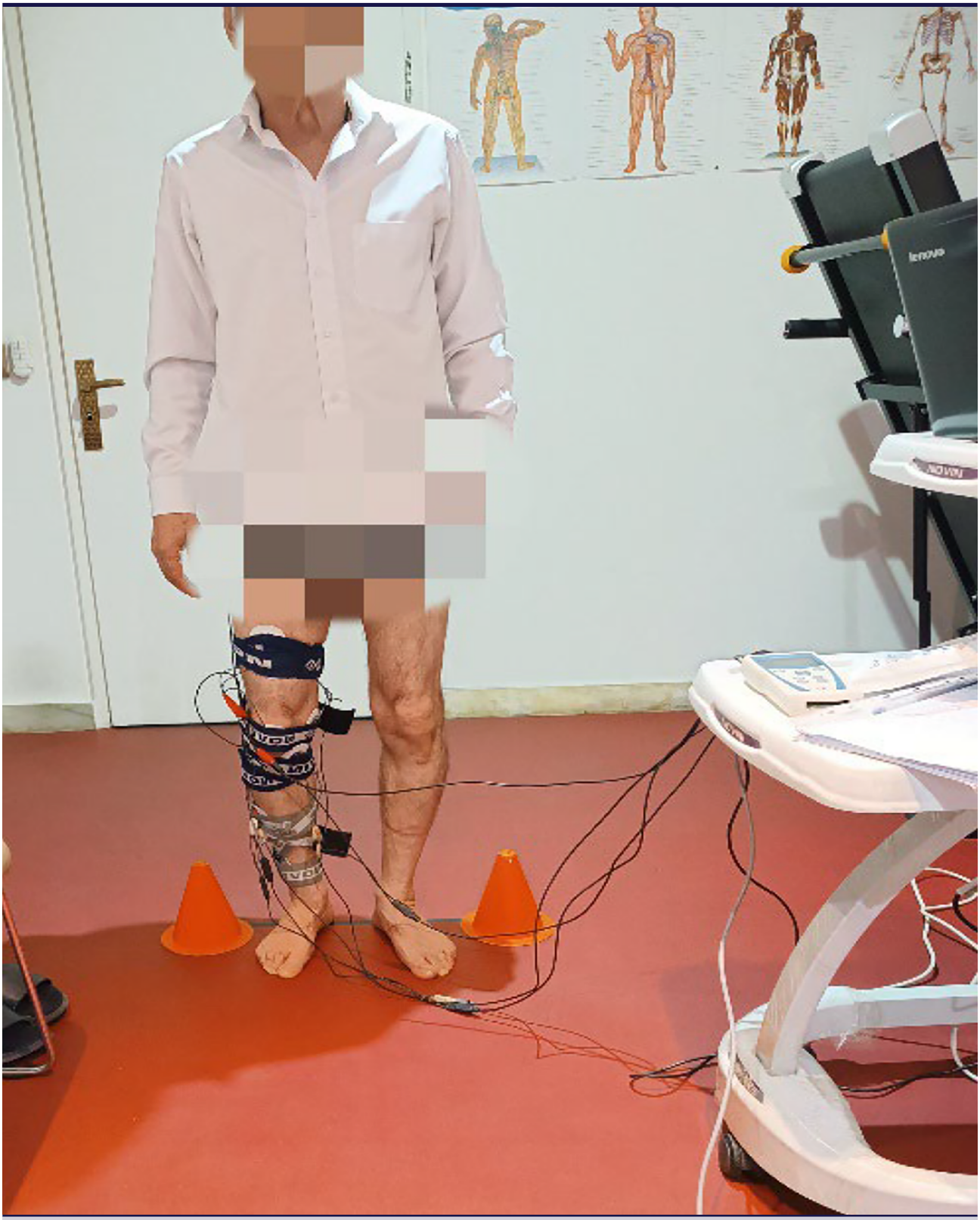
مرد سالمند ۶۰ تا ۷۵ سال، نداشتن منع پزشکی برای فعالیت، عدم فعالیت منظم ورزشی در نیمسال قبل از شروع پژوهش، اجرای کامل آزمون‌های مربوط به senior fitness test برای یکسان‌سازی سطح عملکرد، عدم سابقه سقوط در یک سال گذشته، نداشتن منع جسمانی و شناختی برای انجام تمرینات بود.

۲.۳. معیارهای خروج از تحقیق

همچنین فوت، تکمیل نکردن آزمون‌های پژوهش در پیش‌آزمون یا پس‌آزمون، عدم تمایل به ادامه همکاری، غیبت در ۳ جلسه متوالی یا ۵ جلسه از کل جلسات از تحقیق معیارهای خروج در تحقیق بودند. در طول مطالعه ۱ نفر به‌علت فوت و ۱ نفر به‌دلیل عدم تمایل به ادامه برنامه تمرینی، از مطالعه خارج شدند.

۳.۳. نحوه اجرای آزمون بررسی فعالیت الکتریکی عضلات (EMG)

در این پژوهش با استفاده از دستگاه الکترومایوگرافی برند megawin فنلاند و براساس پروتکل استاندارد سنیام از عضلات ساقی قدامی، سر داخلی و خارجی دوقلو، راست رانی، نیمه وتری، سردراز دوسررانی و سرینی بزرگ اجرا شد. گیرنده‌های این دستگاه به‌واسطه قطعات Lead روی سطح پوست و در موضع‌های تعریف‌شده، نصب شد (تصویر ۱). آزمودنی تکلیف گام‌برداشتن به جلو را با فرمان رو و از مکان تعیین‌شده انجام داد (۱۸) و لحظه برخورد پاشنه پای راست تا لحظه برخورد دوباره همان پاشنه با سوییچ دستی و توسط آزمونگر ثبت شد. لازم به ذکر است در طول آزمون برای یکسان‌سازی سرعت گام‌برداری در بین نمونه‌ها از مترونوم استفاده شد، آهنگ ۶۵ ضربه در دقیقه در نظر گرفته شده است (۱۹).



تصویر ۱. آزمون فعالیت الکتریکی عضلات و جایگاه الکترودها

۴.۳. نرمال‌سازی الکترومایوگرافی

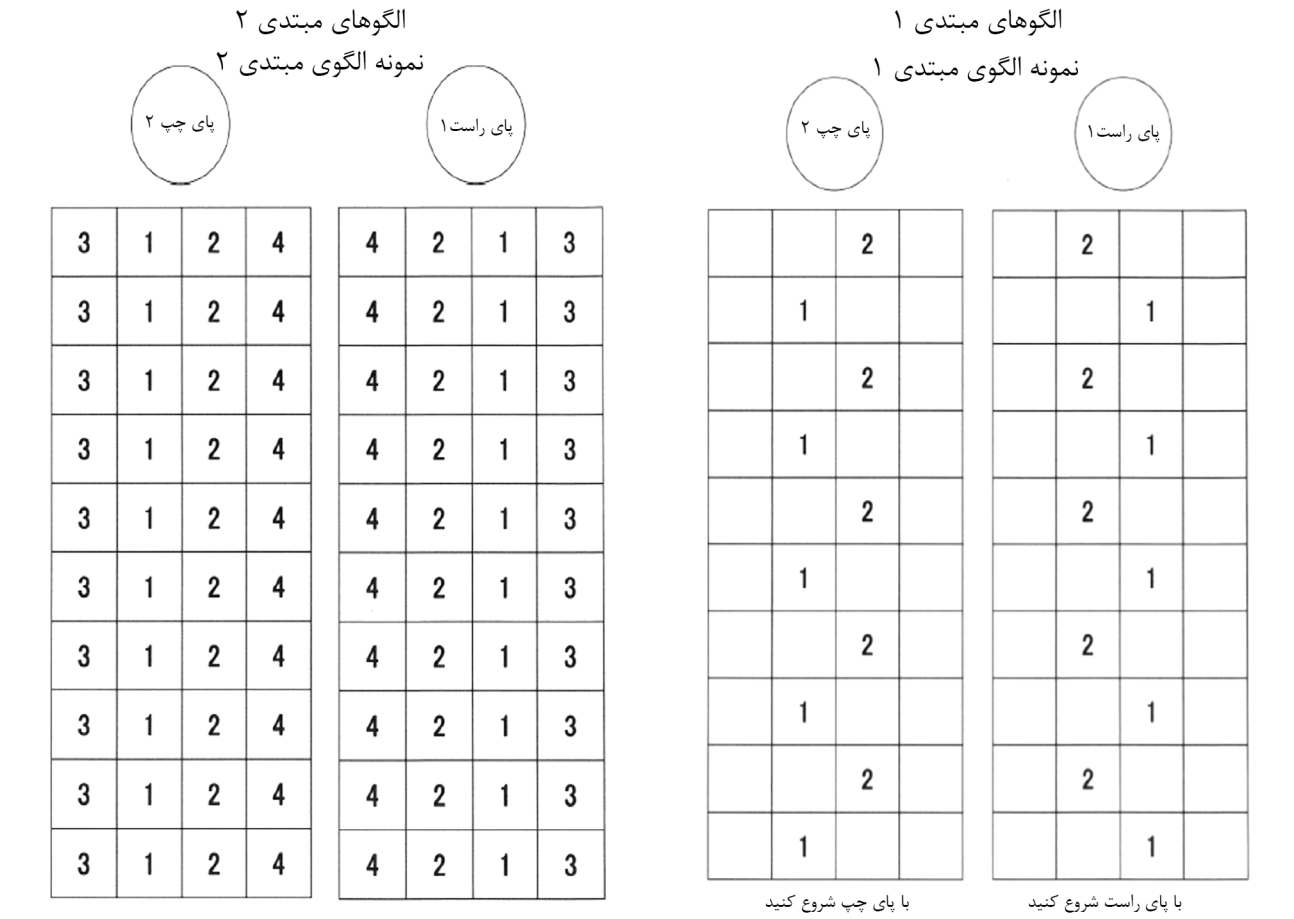
جهت نرمال‌سازی سیگنال‌های EMG به تفکیک برای عضلات دوقلو، ساقی قدامی، راست رانی، نیمه تاندونی، دوسررانی و سرینی بزرگ، هنگام یک فعالیت ایزومتریک بیشینه (MVIC) ثبت شد (۲۰).

۵.۳. پردازش سیگنال‌های الکترومایوگرافی

پس از جمع‌آوری سیگنال‌ها و استخراج آن‌ها از نرم‌افزار مگاوین با نرم‌افزار MATLAB تجزیه‌وتحلیل انجام شد. کیفیت سیگنال‌های اندازه‌گیری شده اغلب از طریق نسبت بین سیگنال الکترومیوگرافی اندازه‌گیری شده و صداهای ناخواسته از محیط تشریح می‌شود. در این تحقیق فیلترهای ناچ فیلتر با فرکانس برش ۵۰ هرتز به‌منظور کاهش نویز برق شهر، فیلتر بالاگذر باتر ورث مرتبه ۴ فرکانس برش ۱۰ هرتز و فیلتر پایین‌گذر باتر ورث مرتبه ۴ فرکانس برش ۵۰۰ هرتز برای کاهش نویزهای موجود در داده‌های الکترومایوگرافی استفاده گردید. سپس ریشه میانگین مجذورات (RMS) آن‌ها استخراج شد. این RMS به‌دست‌آمده از هر عضله بر RMS به‌دست‌آمده از MVIC همان عضله تقسیم شده و به‌صورت درصد محاسبه شد. در خصوص محاسبه زمان شروع فعالیت عضلات نیز ۱۰۰ میلی‌ثانیه قبل و بعد از شروع تست به‌صورت یک بازه در نظر گرفته شد.

۶.۳. پروتکل تمرینات مربع گام‌برداری

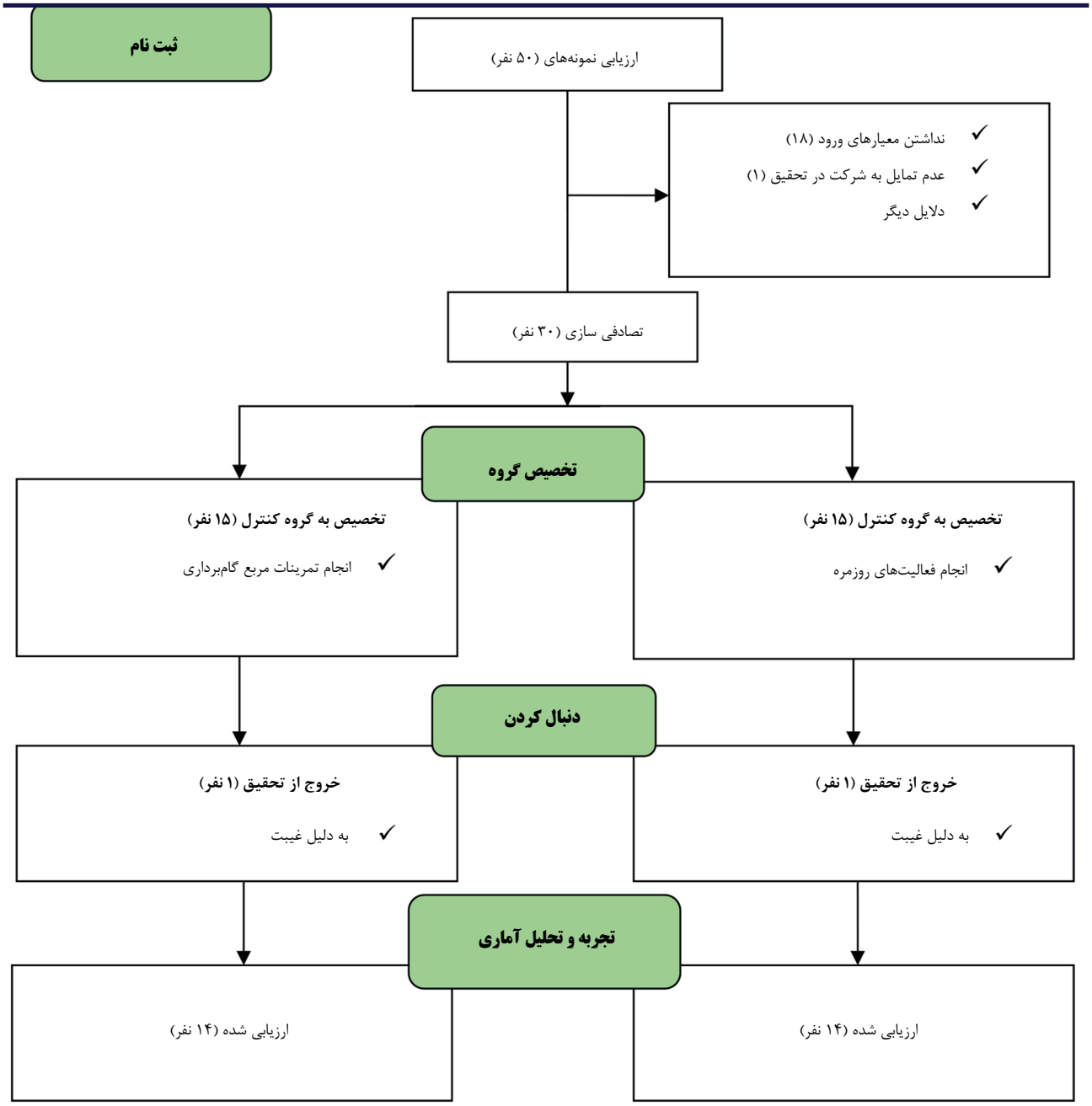
جلسات تمرین گروه مداخله، با نظارت یکی از محققین انجام شد. تمرینات سه جلسه در هفته، در مدت هشت هفته در مرکز جامع نگهداری روزانه سالمندان وقت زندگی برگزار شد. این جلسات شامل ۱۰ دقیقه فعالیت گرم کردن از قبیل انجام کشش ثابت و نرمش پویا، ۴۰ دقیقه مربع گام‌برداری و ۱۰ دقیقه فعالیت‌های سردکردن بود. توضیح کامل چگونگی انجام تمرینات مربع گام‌برداری (SSE) در پژوهش‌های پروفسور شیگماتسو، مخترع این تمرینات ارائه شده است (تصویر ۲) (۲۱).



تصویر ۲. نمونه الگوی تمرین مربع گام‌برداری (۲۱)

۷.۳. تجزیه‌وتحلیل آماری

برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۶ استفاده شد. جهت بررسی توزیع نرمال داده‌ها از آزمون شاپیروویلک استفاده شد. همچنین از آزمون آنالیز کوواریانس استفاده شد. سطح معنی‌داری در سراسر پژوهش در سطح ۹۵ درصد با آلفای کوچکتر یا مساوی ۰/۰۵ در نظر گرفته شد (تصویر ۳).



تصویر ۳. فلوچارت تحقیق (CONSROT)

۴. نتایج

با توجه به جدول ۱ تفاوت معنی‌داری بین میانگین سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی آزمودنی‌های دو گروه وجود ندارد ($P > ۰/۰۵$).

جدول ۱. مشخصات دموگرافی آزمودنی‌های تحقیق (میانگین ± انحراف‌معیار)

گروه	تجربی	کنترل	P
سن (سال)	۷۰/۱۴ ± ۳/۶۵	۷۰/۲۸ ± ۴/۱۰	۰/۹۲
قد (متر)	۱/۷۲ ± ۴/۹۶	۱/۷۱ ± ۶/۳۲	۰/۶۲
جرم (Kg)	۷۲/۵۷ ± ۳/۲۷	۷۲/۰۷ ± ۴/۶۲	۰/۷۳
BMI (Kg/m²)	۲۴/۶۵ ± ۱/۴۱	۲۴/۱ ± ۸/۳۶	۰/۲۸

با توجه به نتایج آزمون لون مقدار سطح معنی‌داری در فعالیت الکتریکی عضلات مردان سالمند بیشتر از ۰/۰۵ است. بنابراین می‌توان گفت که واریانس گروه‌ها دارای همگنی کافی جهت انجام تحلیل کواریانس هستند. نتایج این آزمون در جدول ۲ بیان شده است (P = ۰/۰۰۱).

جدول ۲. نتایج آزمون آنالیز کوواریانس فعالیت الکتریکی و زمان آغاز پیش فعالیت عضلات (میانگین ± انحراف‌معیار)

گروه	تجربی		کنترل		F	P	اندازه اثر
متغیر	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون			
فعالیت الکتریکی عضلات (EA) دوقلوی داخلی (درصد)	۲۳/۸۵ ± ۲/۷۹	۲۷/۵۰ ± ۲/۷۱	۲۴/۲۱ ± ۲/۹۶	۲۳/۴۲ ± ۲/۹۲	۴۸/۰۳	۰/۰۰۱	۰/۶۵
EA دوقلوی خارجی (درصد)	۲۴/۰۷ ± ۳/۶۸	۲۸/۲۱ ± ۲/۷۵	۲۵/۵۰ ± ۴/۳۴	۲۵/۰۷ ± ۳/۹۸	۳۳/۶۰	۰/۰۰۱	۰/۵۷
EA ساقی قدامی (درصد)	۳۰/۹۲ ± ۳/۷۰	۳۳/۹۲ ± ۲/۷۳	۲۸/۳۵ ± ۳/۸۵	۲۸/۲۱ ± ۳/۹۸	۲۶/۷۹	۰/۰۰۱	۰/۵۱
EA راست رانی (درصد)	۳۴/۲۸ ± ۴/۹۵	۳۷/۷۸ ± ۴/۷۰	۳۲/۹۲ ± ۵/۲۶	۳۲/۷۱ ± ۵/۳۴	۲۲/۶۵	۰/۰۰۱	۰/۴۷
EA نیمه وتری (درصد)	۳۲/۵۷ ± ۴/۷۶	۳۶/۰۰ ± ۴/۷۷	۳۴/۳۵ ± ۵/۲۴	۳۴/۱۴ ± ۴/۹۱	۲۳/۳۲	۰/۰۰۱	۰/۴۸
EA دوسررانی (درصد)	۳۳/۹۲ ± ۴/۸۹	۳۷/۰۷ ± ۳/۴۲	۳۳/۷۸ ± ۵/۱۶	۳۳/۷۱ ± ۳/۷۹	۱۴/۱۹	۰/۰۰۱	۰/۳۶
EA سرینی بزرگ (درصد)	۳۹/۶۴ ± ۴/۱۸	۴۷/۳۵ ± ۹/۸۳	۳۸/۵۷ ± ۵/۵۴	۳۸/۲۱ ± ۵/۷۴	۱۲/۶۸	۰/۰۰۱	۰/۳۳
زمان آغاز فعالیت (اکتیویشن) دوقلوی داخلی (میلی‌ثانیه Ms)	۵۰/۶۴ ± ۷/۶۶	۶۳/۵۰ ± ۴/۳۲	۵۰/۱۴ ± ۵/۱۱	۵۰/۲۱ ± ۵/۵۰	۱۲/۳۵	۰/۰۰۱	۰/۸۲
اکتیویشن دوقلوی خارجی Ms	۶۵/۳۵ ± ۵/۱۹	۸۰/۰۷ ± ۶/۰۳	۶۹/۰۰ ± ۵/۱۷	۶۸/۹۲ ± ۴/۹۸	۱۷۵/۰۱	۰/۰۰۱	۰/۸۷
اکتیویشن ساقی قدامی Ms	۷۰/۷۸ ± ۸/۰۵	-۹۰/۵۰ ± ۶/۱۱	۷۲/۶۵ ± ۴/۱۹	۷۳/۲۱ ± ۴/۹۲	۲۶/۷۹	۰/۰۰۱	۰/۹۲
اکتیویشن راست رانی Ms	۵۳/۹۲ ± ۴/۸۲	۶۷/۵۰ ± ۵/۱۷	۵۳/۹۲ ± ۴/۶۲	۵۴/۵۰ ± ۴/۷۳	۷۸/۵۱	۰/۰۰۱	۰/۷۵
اکتیویشن نیمه وتری Ms	۷۶/۵۷ ± ۷/۳۵	۸۱/۵۰ ± ۶/۸۹	۷۳/۵۰ ± ۷/۲۰	۷۳/۲۸ ± ۷/۰۴	۴۶/۹۳	۰/۰۰۱	۰/۶۵
اکتیویشن دوسررانی Ms	۷۳/۶۴ ± ۷/۷۹	۷۸/۶۴ ± ۸/۶۸	۷۲/۷۸ ± ۶/۶۴	۷۲/۷۱ ± ۶/۳	۲۴/۱۹	۰/۰۰۱	۰/۴۹
اکتیویشن سرینی بزرگ Ms	۵۷/۳۵ ± ۷/۹۳	۶۵/۵۷ ± ۵/۶۸	۵۵/۱۴ ± ۶/۳۴	۵۵/۵۰ ± ۶/۱۲	۶۱/۸۹	۰/۰۰۱	۰/۷۱

۵. بحث

نتایج تحقیق در خصوص مقایسه زمان آغاز و میزان فعالیت الکتریکی عضله دوقلو داخلی و خارجی و عضله ساقی قدامی بین دو گروه SSE و کنترل نشان داد اختلاف معنی‌داری در میزان فعالیت الکتریکی بخش داخلی و خارجی عضله دوقلو پس از انجام هشت هفته تمرینات وجود دارد. هان در سال ۲۰۱۷ تغییرات فعالیت عضلانی و سفتی تاندون را با انجام ۸ هفته تمرین استقامتی با تمرینات body vibration در زنان سالمند مورد ارزیابی قرار دادند که نتایج EMG نشان داد این مداخله به‌طور موثری فعالیت عضلانی را بهبود می‌بخشد (۱۸). با توجه به ماهیت SSE که در آن افراد بیشتر روی پنجه پا راه می‌روند (۲۱)، می‌توان افزایش سطح فعالیت الکتریکی عضلات دوقلوی داخلی و خارجی که پلنتارفلکسور های مچ پا هستند را پس از انجام SSE در گروه تمرین، به‌دلیل استفاده بیشتر از این عضلات نسبت داد. در تحقیقات دیگری در مورد اثر تمرینات لرزش کل بدن (WBV) بر فعالیت الکتریکی عضلات اندام تحتانی (۲۲) و تاثیر تمرینات

ترکیبی بر تغییرات فعالیت الکتریکی عضلات (۲۳)، نتایج حاکی از افزایش میزان فعالیت الکتریکی عضلات دوقلو پس از انجام این نوع تمرینات بود. همچنین نتایج پژوهشی در خصوص اثر تمرینات ارگونومی بر زمان فعال‌سازی عضلات اندام تحتانی (۲۴) نشان داد انجام یک‌ماه تمرینات ارگونومی می‌تواند به‌طور معنی‌داری زمان فعال‌سازی عضلات دوقلو را کاهش دهد.

نتایج نشان داد انجام هشت هفته SSE منجر به بهبود میزان فعالیت الکتریکی عضله ساقی قدامی مردان سالمند شده است. نتایج تحقیق با تحقیق هان (۱۸) مبنی بر تغییرات فعالیت عضلانی با انجام هشت هفته تمرین استقامتی با تمرینات body vibration در زنان سالمند همسو است. از سوی دیگر نتایج نشان داد، تغییرات معنی‌داری در سطح فعال‌سازی عضله ساقی قدامی وجود نداشت که با نتایج تحقیق حاضر غیرهمسو است. نتیجه متفاوت این تحقیق می‌تواند به‌دلیل تفاوت آزمودنی‌ها و ماهیت نوع تمرینات body vibration باشد که عمدتا تمرینات استقامتی بودند و نشان داده شده است که تمرینات ارتعاش کل بدن از طریق مکانیسم‌های مختلف بر فعالیت عضلات و عملکرد عصبی عضلانی تأثیر می‌گذارد. WBV می‌تواند رفلکس‌های کشش عضلانی را تحریک کند، پروتئین کینازها را فعال کند و انسجام نوسانی را در سیستم عصبی القا کند. پاسخ الکترومیوگرافی (EMG) عضلات پا در طول تمرینات ارتعاش کل بدن تحت تأثیر موقعیت بدن و دامنه ارتعاش است (۲۵). در حالی‌که تمرکز عمده تمرین مربع گام‌برداری روی مفصل مچ پا و ساختارهای فعال در این ناحیه است (۲۶) و مکانیزم‌های تاثیر آن بر فعالیت عضلانی و عملکرد عصبی عضلانی کاملا مشخص نیست (۲۷).

نتایج تحقیق نشان داد، انجام هشت هفته SSE منجر به بهبود میزان فعالیت و زمان آغاز الکتریکی عضله راست رانی مردان سالمند شده است. یک مطالعه نشان داد پس از هشت هفته تمرینات ترکیبی میزان فعالیت الکتریکی عضلات راست رانی افزایش داشته است که با نتایج تحقیق حاضر همسو بود (۲۳). نتایج تحقیقی درخصوص مقایسه اثر تمرینات مقاومتی و تمرینات پله در افزایش فعالیت الکتریکی عضلات ران (۲۸) نشان داد تمرینات پله مستقیم و پرس پا در مقایسه با تمرینات پله جانبی و باز کردن مقاومتی زانو میزان فعالیت الکتریکی عضله راست رانی را به میزان بیشتری، افزایش می‌دهند. نتیجه تحقیق با نتایج تحقیق کنیچی (۲۲) در مورد اثر یک‌ماهه تمرینات ارگونومی بر زمان فعال‌سازی عضلات اندام تحتانی همسو است.

نتایج نشان داد انجام هشت هفته SSE منجر به بهبود میزان فعالیت الکتریکی عضله نیمه تاندونی و دوسررانی مردان سالمند، شده است. نتایج تحقیق با تحقیق هان (۱۸) مبنی بر تغییرات فعالیت عضلانی با انجام هشت هفته تمرین استقامتی با تمرینات body vibration در زنان سالمند و نتایج تحقیق دیگری در خصوص مقایسه اثر تمرینات مقاومتی و تمرینات پله در افزایش فعالیت الکتریکی عضلات ران (۲۸-۲۶)که بیان می‌کند تمرینات پله مستقیم و پرس پا در مقایسه با تمرینات پله جانبی و باز کردن مقاومتی زانو میزان فعالیت الکتریکی عضله نیمه وتری را به میزان برابری، افزایش می‌دهند همسو است.

۱.۵. نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد انجام هشت هفته SSE می‌تواند به‌طور معنی‌داری، درصد فعالیت الکتریکی و زمان آغاز فعالیت الکتریکی عضلات دوقلوی داخلی، دوقلوی خارجی، ساقی قدامی، راست رانی، نیمه وتری، دوسررانی، سرینی بزرگ در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل در مردان سالمند را بهبود ببخشد. نقش این تغییرات در استفاده از راهبرد مچ پا مفید است و انجام این تمرینات خطر سقوط را در مردان سالمند را بهبود می‌بخشد. بنابراین، این نوع تمرین می‌تواند به‌عنوان روشی ساده، کاربردی و ارزان قیمت در جامعه مورد استفاده قرار گیرد.

۲.۵. محدودیت‌های پژوهش

در این مطالعه از سوییچ دستی برای تعیین محدوده تست حین ثبت فعالیت الکتریکی عضلات، استفاده شد که این موضوع ممکن است خطای تشخیص شروع فعالیت را افزایش دهد. نیاز است این موضوع به‌عنوان یک محدودیت در نظر گرفته شود.

مشارکت نویسندگان:

مفهوم و طرح مطالعه: م.ج.ن.، م.ز.، م.ح. و ز.الف.؛ کسب اطلاعات: م.ج.ن.و م.ز.؛ تجزیه و تحلیل و تفسیر داده ها: م.ج.ن.و م.ز.؛ تنظیم نسخه خطی: : م.ج.ن. و م.ح.؛ بازنگری انتقادی نسخه خطی برای محتوای فکری مهم: م.ز.، م.ح. و ز.الف.؛ تجزیه و تحلیل آماری: م.ج.ن.و م.ز.؛ پشتیبانی اداری، فنی و مادی: م.ز. و م.ح.؛ نظارت تحصیلی: م.ز. و م.ح.

کد کارآزمایی بالینی:

IRCT20230124057206N1

تضاد منافع:

نویسندگان این مقاله بدین‌وسیله گواهی می‌نمایند که

هیچ‌گونه وابستگی یا مشارکت با هیچ‌یک از سازمان‌ها یا نهادهایی که دارای منافع مالی (نظیر حق‌الزحمه، کمک‌هزینه‌های آموزشی، عضویت در هیئت سخنرانان، اشتغال، مشاوره، مالکیت سهام یا سایر منافع سرمایه‌ای، ارائه شهادت کارشناسی یا قراردادهای بهره‌برداری از امتیاز ثبت اختراع) و یا منافع غیرمالی (از جمله روابط شخصی یا حرفه‌ای، وابستگی‌ها، دانش یا باورهای مرتبط) در ارتباط با موضوع یا محتوای مطرح‌شده در این مقاله باشند، نداشته‌اند.

بازیابی داده‌ها:

مجموعه داده ارائه شده در مطالعه به درخواست نویسنده مربوطه در حین ارسال یا پس از انتشار در دسترس است.

کد اخلاق:

این مطالعه تحت کد تایید اخلاقی IR.SSRC.REC.1402.278 تایید شده است.

حمایت مالی و معنوی:

این تحقیق هیچ کمک مالی خاصی از سازمان های تأمین مالی در بخش‌های عمومی، تجاری یا غیرانتفاعی دریافت نکرد.

رضایت آگاهانه:

نویسندگان تأیید می‌کنند که رضایت‌نامه آگاهانه کتبی از شرکت‌کنندگان درگیر اخذ شده است.

References

1. Akinrolie O, Iwuagwu AO, Kalu ME, Rayner D, Oyinlola O, Ezulike CD, et al. Longitudinal Studies of Aging in Sub-Saharan Africa: Review, Limitations, and Recommendations in Preparation of Projected Aging Population. *Innov Aging*. 2024;**8**(4):igae002. [PubMed ID:38628825]. [PubMed Central ID:PMC11020233]. https://doi.org/10.1093/geroni/igae002.
2. Kletnieks U, Butkevichius A, Hladyshev VV, Sokolovskyi SS. Why do we age? The main signs of aging. *Current Issues Pharm Med: Sci Practice*. 2024;**17**(1):88-98. https://doi.org/10.14739/2409-2932.2024.1.289224.
3. Zhang T, Huo Y, Yin W, Xiang J. Postural balance disorders in sarcopenia based on surface electromyography. *Heliyon*. 2024;**10**(1):e24116. [PubMed ID:38283248]. [PubMed Central ID:PMC10818193]. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24116.
4. Zhang T, Li L, Hondzinski JM, Mao M, Sun W, Song Q. Tai Chi counteracts age-related somatosensation and postural control declines among older adults. *J Exerc Sci Fit*. 2024;**22**(2):152-8. [PubMed ID:38444520]. [PubMed Central ID:PMC10912684]. https://doi.org/10.1016/j.jesf.2024.02.004.
5. Pankanin ES. The influence of age on a postural balance. *J Educ, Health Sport*. 2018;**8**(7):261-8.
6. Salari N, Darvishi N, Ahmadipanah M, Shohaimi S, Mohammadi M. Global prevalence of falls in the older adults: a comprehensive systematic review and meta-analysis. *J Orthopaedic Surg Res*. 2022;**17**(1):334.
7. Tavan H, Azadi A. The frequency of fall, fear of fall and its related factors among Iranian elderly: A systematic review and meta-analysis. *Int J Africa Nurs Sci*. 2024;**20**:100660. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijans.2024.100660.
8. Morasso P. Integrating ankle and hip strategies for the stabilization of upright standing: An intermittent control model. *Front Comput Neurosci*. 2022;**16**:956932. [PubMed ID:36465968]. [PubMed Central ID:PMC9713939]. https://doi.org/10.3389/fncom.2022.956932.
9. Kasahara S, Saito H. Mechanisms of postural control in older adults based on surface electromyography data. *Hum Mov Sci*. 2021;**78**:102803. [PubMed ID:33962246]. https://doi.org/10.1016/j.humov.2021.102803.
10. Szczerbik E, Kalinowska M, Syczewska M. Kinematic and Electromyography Responses to Increasing Proprioception Demand and a Lack of Visual Feedback in Healthy, Middle-Aged Women Tested on an Unstable Platform. *Motor Control*. 2022;**26**(4):694-712. [PubMed ID:35894990]. https://doi.org/10.1123/mc.2021-0084.
11. Simpkins C, Yang F. Muscle power is more important than strength in preventing falls in community-dwelling older adults. *J Biomech*. 2022;**134**:111018. [PubMed ID:35228153]. https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2022.111018.
12. da Silva DA, Castelo Branco NFL, de Andrade Mesquita LS, Castelo Branco HMG, de Alencar Barreto G. Electromyography and dynamometry in the prediction of risk of falls in the elderly using machine learning tools. *Biomedical Signal Processing Control*. 2024;**88**:105635. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.bspc.2023.105635.
13. Fisseha B, Janakiraman B, Yitayeh A, Ravichandran H. Effect of square stepping exercise for older adults to prevent fall and injury related to fall: systematic review and meta-analysis of current evidences. *J Exerc Rehabil*. 2017;**13**(1):23-9. [PubMed ID:28349029]. [PubMed Central ID:PMC5331994]. https://doi.org/10.12965/jer.1734924.462.
14. Teixeira CV, Gobbi S, Pereira JR, Vital TM, Hernandez SS, Shigematsu R, et al. Effects of square-stepping exercise on cognitive functions of older people. *Psychogeriatrics*. 2013;**13**(3):148-56. [PubMed ID:25913763]. https://doi.org/10.1111/psyg.12017.
15. Cha HJ, Kim KB, Baek SY. Square-Stepping Exercise Program Effects on Fall-Related Fitness and BDNF Levels in Older Adults in Korea: A Randomized Controlled Tri-

al. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;**19**(12). [PubMed ID:35742280]. [PubMed Central ID:PMC9222997]. https://doi.org/10.3390/ijerph19127033.

16. Kalkhuran Alya MK, Changi Ashtiani J, Motamedi A. Comparing the Perception of Patterns of Aging in Adolescents and Young Adults Based on Grounded Theory. *Salmand*. 2022;**17**(1):96-107. https://doi.org/10.32598/sija.2021.3142.1.
17. Giannouli E, Morat T, Zijlstra W. A Novel Square-Stepping Exercise Program for Older Adults (StepIt): Rationale and Implications for Falls Prevention. *Front Med (Lausanne)*. 2019;**6**:318. [PubMed ID:31993435]. [PubMed Central ID:PMC6970979]. https://doi.org/10.3389/fmed.2019.00318.
18. Manini TM, Hong SL, Clark BC. Aging and muscle: a neuron's perspective. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2013;**16**(1):21-6. [PubMed ID:23222705]. [PubMed Central ID:PMC3868452]. https://doi.org/10.1097/MCO.0b013e32835b5880.
19. Yazdani S, Aghdasi M, Mohammadalinezhad S. [The Effect of Rhythmic Auditory Cue on the Lower Limb Muscle Activity during Cycling in the Elderly Subjects]. *J Adv Sport Technol*. 2020;**4**(1):93-104. Persian.
20. Besomi M, Hodges PW, Clancy EA, Van Dieen J, Hug F, Lowery M, et al. Consensus for experimental design in electromyography (CEDE) project: Amplitude normalization matrix. *J Electromyogr Kinesiol*. 2020;**53**:102438. [PubMed ID:32569878]. https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2020.102438.
21. Shigematsu R, Okura T, Nakagaichi M, Tanaka K, Sakai T, Kitazumi S, et al. Square-stepping exercise and fall risk factors in older adults: a single-blind, randomized controlled trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2008;**63**(1):76-82. [PubMed ID:18245764]. https://doi.org/10.1093/gerona/63.1.76.
22. Lam FM, Liao LR, Kwok TC, Pang MY. The effect of vertical whole-body vibration on lower limb muscle activation in elderly adults: Influence of vibration frequency, amplitude and exercise. *Maturitas*. 2016;**88**:59-64. [PubMed ID:27105700]. https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2016.03.011.
23. Park J, Lee J, Yang J, Lee B, Han D. Effects of combined exercise on changes of lower extremity muscle activation during walking in older women. *J Phys Ther Sci*. 2015;**27**(5):1515-8. [PubMed ID:26157253]. [PubMed Central ID:PMC4483431]. https://doi.org/10.1589/jpts.27.1515.
24. Kaneko K, Makabe H, Mito K, Sakamoto K, Kawanori Y, Yonemoto K. Characteristics of Lower Limb Muscle Activity in Elderly Persons After Ergometric Exercise. *Gerontol Geriatr Med*. 2020;**6**:2333721420979800. [PubMed ID:33354589]. [PubMed Central ID:PMC7734544]. https://doi.org/10.1177/2333721420979800.
25. Liu Y, Fan Y, Chen X. Effects of Whole-Body Vibration Training with Different Body Positions and Amplitudes on Lower Limb Muscle Activity in Middle-Aged and Older Women. *Dose Response*. 2022;**20**(3):15593258221112960. [PubMed ID:35859854]. [PubMed Central ID:PMC9289914]. https://doi.org/10.1177/15593258221112960.
26. Thachil A, Thomas L. Effect of Square-Stepping Exercise in Improving Lower Extremity Strength, Cadence and Confidence among Female Geriatric Population. *Int J Health Sci Res*. 2022;**12**(2):287-303. https://doi.org/10.52403/ijhsr.20220240.
27. Lees MA, Edwards J, McCain JE, Bouchard DR. Potential value of home square-stepping exercises for inactive older adults: an exploratory case study. *BMC Geriatr*. 2022;**22**(1):14. [PubMed ID:34979952]. [PubMed Central ID:PMC8722225]. https://doi.org/10.1186/s12877-021-02712-x.
28. Baggen RJ, Van Roie E, van Dieen JH, Verschueren SM, Delecluse C. Weight bearing exercise can elicit similar peak muscle activation as medium-high intensity resistance exercise in elderly women. *Eur J Appl Physiol*. 2018;**118**(3):531-41. [PubMed ID:29290017]. https://doi.org/10.1007/s00421-017-3793-8.

KOOMESH
doi: 10.69107/koomesh-149294
Volume 27, Issue 1, January 2025

Research Article

The Effect of Eight Weeks of Square Stepping Exercises on the Electromyography Change of Muscles Associated with Falls in Elderly Men: A Randomized Clinical Trial

Mohammad Javad Nejad Mohammadi [1], Mostafa Zarei [2,*], Seyed Mohammad Hosseini [3], Zahra Asadi Samani [4]

[1]*MSc Department of Sports Rehabilitation and Health, Faculty of Sports Sciences and Health, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran*
[2]*Associated professor, Department of Sports Rehabilitation and Health, Faculty of Sports Sciences and Health, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran*
[3]*Assisstant professor, Department of Sports Rehabilitation and Health, Faculty of Sports Sciences and Health, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran*
[4]*Assisstant professor, Department of Physical Education and Sports Sciences, Hasht Behesht Institute of Higher Education, Isfahan, Iran*

**Corresponding author: Associated professor, Department of Sports Rehabilitation and Health, Faculty of Sports Sciences and Health, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran*. Email: m_zareei@sbu.ac.ir

Received 09/06/2024; Accepted 09/04/2025

Abstract

Background: With aging, the efficiency of the body's postural stability systems gradually decreases, leading to changes in balance strategies among the elderly and an increased prevalence of falls.

Objectives: Therefore, this study aims to determine the effect of eight weeks of square-stepping exercises on the electromyographic changes in muscles associated with falls in elderly men.

Methods: This randomized clinical trial involved 30 elderly men aged 60 - 75 years, selected from the community based on specific entry criteria. Participants were randomly assigned into two groups: 15 participants in the square-stepping exercise group and 15 in the control group. Pre-test measurements were taken for the electromyography (EMG) of the internal and external gastrocnemius, anterior tibialis, quadriceps, semitendinosus, biceps femoris, and gluteus maximus muscles. The exercise group then performed the square-stepping exercise program for eight weeks, with three weekly sessions, each lasting 60 to 70 minutes. The control group continued with their usual daily activities. Post-test measurements were taken at the end of the study.

Results: The results demonstrated that eight weeks of square-stepping exercises significantly increased the percentage of electrical activity and the onset time of EMG in the internal and external gastrocnemius, anterior tibialis, quadriceps, semitendinosus, biceps femoris, and gluteus maximus muscles in the exercise group compared to the control group ($P = 0.001$).

Conclusion: Square-stepping exercises are recommended as a safe and effective method to improve the electrical activity of fall-related muscles, enhance balance, and prevent falls in elderly men within this age group.

Keywords: Elderly, Exercise Therapy, Accidental Falls, Walking

Copyright © 2025, Nejad Mohammadi et al. This open-access article is available under the Creative Commons Attribution 4.0 (CC BY 4.0) International License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which allows for unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided that the original work is properly cited.