DOI: 10.48305/jrrs.2026.46757.1159 Published by Vesnu Publications

اثر افزودن تمرینات تعادل مبتنی بر اغتشاش به برنامه تمرینات مدیریت سقوط بر تعادل واکنشی زنان سالمند: یک کارآزمایی نیمه تجربی با طرح موازی

یلدا بیگی[۱]، نادر رهنما[۲]، اشرف محمودزاده[۳]*

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: سقوط از مشکلات شایع سالمندان است و اختلال در تعادل واکنشی می‌تواند خطر سقوط را افزایش دهد. پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر افزودن تمرینات تعادل مبتنی بر اغتشاش به برنامه تمرینات مدیریت سقوط بر تعادل واکنشی زنان سالمند انجام شد.

مواد و روش‌ها: این مطالعه از نوع کارآزمایی تصادفی شده کنترل شده با طرح موازی بود که روی ۴۰ زن ۶۰ سال و بالاتر دارای سابقه سقوط انجام گردید. شرکت‌کنندگان با انتخاب یکی از ۴۰ پاکت مات، دربسته و هم‌شکل شامل ۲۰ تخصیص برای هر گروه، با نسبت ۱:۱ به گروه تمرینات مدیریت سقوط یا گروه ترکیبی اختصاص یافتند. هر دو گروه به مدت ۸ هفته، سه جلسه در هفته و در مجموع ۲۴ جلسه تمرین کردند و گروه ترکیبی در هر جلسه ۱۵ دقیقه تمرین تعادل مبتنی بر اغتشاش اضافی انجام داد. پیامد اولیه، شاخص‌های بهره و تأخیر فاز در آزمون Fall Risk Assessment (Sinus) دستگاه Synapsys Posturography System (SPS) در وضعیت‌های چشم‌باز و چشم‌بسته بود. داده‌های ۳۱ شرکت‌کننده شامل ۱۵ نفر در گروه مدیریت سقوط و ۱۶ نفر در گروه ترکیبی، با استفاده از آزمون‌های Paired t و ANCOVA در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: هر دو مداخله موجب بهبود معنی‌دار شاخص‌های تعادل واکنشی در شرایط چشم‌باز و چشم‌بسته شدند. اندازه اثر تغییرات درون‌گروهی از ۰/۶۰ تا ۱/۵۲ متغیر بود. پس از کنترل مقادیر پیش‌آزمون، هیچ‌یک از تفاوت‌های بین‌گروهی معنی‌دار نبود (۰/۰۹۶-۰ = ηp^2، ۰/۹۵۱-۰/۰۹۶ = P). درصد بهبود شاخص‌ها در گروه مدیریت سقوط بین ۱۵/۲ تا ۳۳/۶ درصد و در گروه ترکیبی بین ۱۲/۷ تا ۳۵/۹ درصد گزارش گردید.

نتیجه‌گیری: هشت هفته تمرینات مدیریت سقوط، با یا بدون افزودن تمرینات تعادل مبتنی بر اغتشاش، شاخص‌های تعادل واکنشی زنان سالمند را بهبود داد. با این حال، افزودن تمرینات تعادل مبتنی بر اغتشاش، برتری معنی‌داری نسبت به تمرینات مدیریت سقوط به‌تنهایی نشان نداد.

کلید واژه‌ها: سالمندان؛ سقوط؛ تعادل واکنشی؛ تعادل وضعیتی؛ تمرینات تعادل مبتنی بر اغتشاش؛ تمرینات مدیریت سقوط

ارجاع: بیگی یلدا، رهنما نادر، محمودزاده اشرف. **اثر افزودن تمرینات تعادل مبتنی بر اغتشاش به برنامه تمرینات مدیریت سقوط بر تعادل واکنشی زنان سالمند: یک کارآزمایی نیمه تجربی با طرح موازی.** پژوهش در علوم توانبخشی ۱۴۰۴؛ ۲۱.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۱۵ تاریخ چاپ: ۱۴۰۴/۱/۱۵

مقدمه

سالمندی جمعیت به تغییر تدریجی ساختار سنی جمعیت به سمت گروه‌های سنی بالاتر اشاره دارد که به طور عمده در نتیجه کاهش نرخ باروری و افزایش امید به زندگی رخ می‌دهد (۱). این پدیده به عنوان یکی از مهم‌ترین چالش‌های جمعیتی و اجتماعی قرن بیست و یکم شناخته می‌شود و پیامدهای گسترده‌ای برای نظام‌های سلامت، مراقبت و توان‌بخشی به همراه دارد (۲). بر اساس گزارش‌های سازمان ملل متحد، سهم جمعیت سالمندان در جهان در دهه‌های آینده به طور قابل توجهی افزایش خواهد یافت؛ به طوری که پیش‌بینی می‌شود جمعیت افراد ۶۵ ساله و بالاتر تا سال ۲۰۵۰ به حدود ۱۶ درصد جمعیت جهان برسد (۳، ۱). در ایران نیز روند سالمندی جمعیت با شتاب قابل توجهی در حال وقوع است و بر اساس سند ملی سالمندان، جمعیت افراد ۶۰ ساله و بالاتر تا سال ۱۴۱۰ به حدود ۱۳ میلیون نفر، معادل حدود ۱۴ درصد جمعیت کشور خواهد رسید (۴). از این‌رو، افزایش جمعیت سالمندان می‌تواند با پیامدهای مهمی از جمله افزایش خطر سقوط، کاهش استقلال عملکردی و افزایش نیاز به خدمات

۱- کارشناس ارشد، گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
۲- استاد، گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
۳- استادیار، گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم توان‌بخشی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
نویسنده مسؤول: اشرف محمودزاده؛ استادیار، گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم توان‌بخشی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
Email: a.mahmodzadeh@rehab.mui.ac.ir

مراقبتی و توان‌بخشی همراه باشد.

سقوط بر اساس راهنمای جهانی پیشگیری و مدیریت سقوط در سالمندان، رویدادی است که طی آن فرد به طور ناخواسته روی زمین، کف یا سطحی پایین‌تر قرار می‌گیرد و یکی از علل مهم آسیب و کاهش استقلال در سالمندان محسوب می‌شود (۵). گزارش‌ها نشان می‌دهند که حدود ۳۰ درصد از افراد بالای ۶۵ سال و حدود ۵۰ درصد از افراد بالای ۸۰ سال هر ساله دچار سقوط می‌شوند (۷، ۶). آسیب‌های مرتبط با سقوط در بخش قابل توجهی از موارد رخ می‌دهند و می‌توانند از آسیب‌های خفیف مانند کبودی تا شکستگی و آسیب سر متغیر باشند (۶).

تعادل واکنشی نقش مهمی در پیشگیری از سقوط دارد؛ چرا که هنگام از دست رفتن تعادل، فرد باید بتواند با پاسخ‌های سریع و مناسب از جمله راهبردهای گام‌برداری واکنشی، وضعیت بدن را بازیابی کند. شواهد نشان می‌دهد که ظرفیت تعادل واکنشی در سالمندان نسبت به افراد جوان‌تر کاهش می‌یابد؛ به‌گونه‌ای که سالمندان پس از مواجهه با اغتشاشات تعادلی، اغلب پاسخ‌های گام‌برداری ضعیف‌تری نشان می‌دهند که از جمله دلایل آن می‌توان به کوتاه‌تر بودن طول گام و پایین‌تر بودن آستانه گام‌برداری اشاره نمود (۸). این کاهش توانایی در بازیابی تعادل نه‌تنها خطر سقوط را افزایش می‌دهد، بلکه می‌تواند پیامدهای روان‌شناختی و رفتاری نیز به همراه داشته باشد. در همین راستا، ترس از سقوط یکی از مشکلات شایع در سالمندان است و می‌تواند موجب محدود شدن فعالیت‌های روزانه، کاهش مشارکت اجتماعی، افزایش عواطف منفی و کاهش سطح فعالیت بدنی شود (۱۰، ۹).

با توجه به پیامدهای جسمانی، روانی و اجتماعی سقوط، طراحی و اجرای راهبردهای مؤثر برای پیشگیری از سقوط در سالمندان ضروری است. آموزش پیشگیری از سقوط، یکی از مداخلات کم‌هزینه و قابل اجراست که می‌تواند آگاهی سالمندان را نسبت به عوامل خطر و راهبردهای پیشگیری افزایش دهد و در کاهش خطر سقوط نقش داشته باشد (۱۱). پژوهش‌ها نشان داده‌اند که مداخلات ورزشی شامل ترکیبی از تمرینات قدرتی، تعادلی و هوازی، می‌توانند موجب کاهش خطر سقوط در سالمندان به ویژه سالمندان سالم، شود (۱۳، ۱۲). با این‌حال، اثربخشی این تمرینات در سالمندان ناتوان یا گروه‌های دارای خطر بالاتر سقوط همواره یکسان گزارش نشده است و یکی از دلایل احتمالی آن، اختصاصی نبودن بسیاری از تمرینات متداول نسبت به پاسخ‌های لازم برای بازیابی تعادل هنگام سقوط است (۱۲). از سوی دیگر، پاسخ مؤثر به اغتشاشات ناگهانی نیازمند به کارگیری ساز و کارهایی مانند افزایش سریع پایه حمایت، گام‌برداری جبرانی و چرخش‌های جبرانی بخش‌های بدن حول مرکز جرم است؛ ساز و کارهایی که در تمرینات قدرتی یا تعادلی متداول به طور اختصاصی تمرین نمی‌شوند (۱۵، ۱۴). در مقابل، تمرینات تعادل مبتنی بر اغتشاش، افراد را در معرض شرایطی قرار می‌دهد که نیازمند بازیابی سریع تعادل است و می‌تواند منجر به بهبود بیشتر تعادل واکنشی و کاهش خطر سقوط شود (۱۵).

در سال‌های اخیر، تمرینات تعادل مبتنی بر اغتشاش به عنوان رویکردی تکلیف‌محور به منظور بهبود تعادل واکنشی و پیشگیری از سقوط مورد توجه قرار گرفته‌اند (۱۵، ۱۲). این تمرینات با استفاده از اغتشاشات خارجی، ناگهانی و تکرار شونده، فرد را در معرض شرایطی قرار می‌دهند که موجب از دست رفتن موقت پایداری می‌شود و برای جلوگیری از سقوط، نیازمند پاسخ سریع و مناسب است (۱۵). بنابراین، تمرین در شرایط اغتشاشی می‌تواند فرد را برای مواجهه با موقعیت‌های واقعی تهدیدکننده تعادل مانند لغزش، سکندری خوردن و از دست دادن ناگهانی تعادل آماده‌تر کند (۱۵، ۱۲). نتایج مطالعات نشان می‌دهد که تمرینات تعادل مبتنی بر اغتشاش، می‌توانند موجب بهبود پاسخ‌های بازیابی تعادل و برخی شاخص‌های عملکردی مرتبط با پیشگیری از سقوط در سالمندان شوند (۱۵، ۱۴، ۱۲). همچنین، شواهد حاصل از مرورهای نظام‌مند و فراتحلیل‌ها نشان داده است که این تمرینات ظرفیت قابل توجهی برای کاهش خطر سقوط دارند؛ هرچند میزان اثر آن‌ها می‌تواند تحت تأثیر دز تمرین، نوع اغتشاش، ویژگی آزمودنی‌ها و نوع پیامد اندازه‌گیری شده قرار گیرد (۱۶، ۱۳، ۱۲).

مرور نظام‌مند و فراتحلیل شبکه‌ای Kim و همکاران که ۳۹ کارآزمایی تصادفی شده و ۱۳۸۸ سالمند را در برمی‌گرفت، نشان داد که تمرینات تعادلی دارای مؤلفه واکنشی، بالاترین احتمال اثربخشی را برای بهبود تعادل واکنشی دارند. با این‌حال، آن‌ها تأکید کردند که سازگاری‌ها به نوع، جهت، شدت و محل اعمال اغتشاش وابسته است و انتقال اثر به تکالیف واکنشی تمرین نشده ممکن است محدود باشد (۱۷). این اصل، ضرورت بررسی اثر افزودن تمرینات مبتنی بر اغتشاش به یک برنامه ساختار یافته مدیریت سقوط و ارزیابی آن با یک آزمون عینی پوسچروگرافی را تقویت می‌کند.

با وجود افزایش تحقیقات درباره تمرینات تعادل مبتنی بر اغتشاش، هنوز مشخص نیست که افزودن یک بخش کوتاه‌مدت از این تمرینات به برنامه‌های ساختار یافته مدیریت سقوط، نسبت به اجرای تمرینات مدیریت سقوط به‌تنهایی، اثر افزوده معنی‌داری بر تعادل واکنشی ایجاد می‌کند یا خیر. برخی پژوهش‌ها ترکیب رویکردهای تمرینی مانند تای‌چی، تمرینات قدرتی- تعادلی یا اغتشاشات تعادلی را بررسی کرده‌اند. با این حال، شواهد درباره اثر افزوده تمرینات مبتنی بر اغتشاش در کنار برنامه مدیریت سقوط به ویژه در زنان سالمند دارای سابقه سقوط و با استفاده از ابزار عینی پوسچروگرافی محدود است. بنابراین، مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر افزودن ۱۵ دقیقه تمرین تعادل مبتنی بر اغتشاش به تمرینات مدیریت سقوط بر شاخص‌های عینی تعادل واکنشی زنان سالمند انجام شد. فرضیه اصلی تحقیق این بود که پس از کنترل مقادیر پیش‌آزمون، کاهش شاخص‌های بهره و تأخیر فاز در گروه ترکیبی بیش از گروه تمرینات مدیریت سقوط به‌تنهایی باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش از نوع کارآزمایی نیمه تجربی دوگروهی با طرح موازی و ارزیابی‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون بود که از ابتدای دی سال ۱۴۰۳ تا ابتدای اسفند سال ۱۴۰۳ انجام شد. همه شرکت‌کنندگان پیش از ورود، رضایت‌نامه آگاهانه کتبی را امضا کردند. جامعه مورد بررسی را زنان ۶۰ سال و بالاتر شرکت‌کننده در برنامه‌های فرهنگی فرهنگسرای سبحان در سپاهان‌شهر اصفهان تشکیل دادند و نمونه‌گیری به صورت در دسترس و هدفمند انجام شد.

با در نظر گرفتن مطالعات پیشین (۱۸)، توان آزمون، ۰/۸۰ و سطح آلفا نیز ۰/۰۵ در نظر گرفته شد و با استفاده از نرم‌افزار G*Power (3.1.9.7, freeware Released March 17, 2020, University of Düsseldorf, Düsseldorf, Germany) و همچنین، محاسبه با فرمول Cochran، حجم نمونه مناسب ۳۶ نفر برآورد گردید که با در نظر گرفتن ریزش، ۴۰ نفر از افراد انتخاب شدند. معیارهای ورود شامل زن بودن، سن ۶۰ سال و بالاتر، سلامت عمومی، سابقه سقوط و توانایی راه رفتن مستقل در داخل و خارج از منزل بود. بیماری شدید

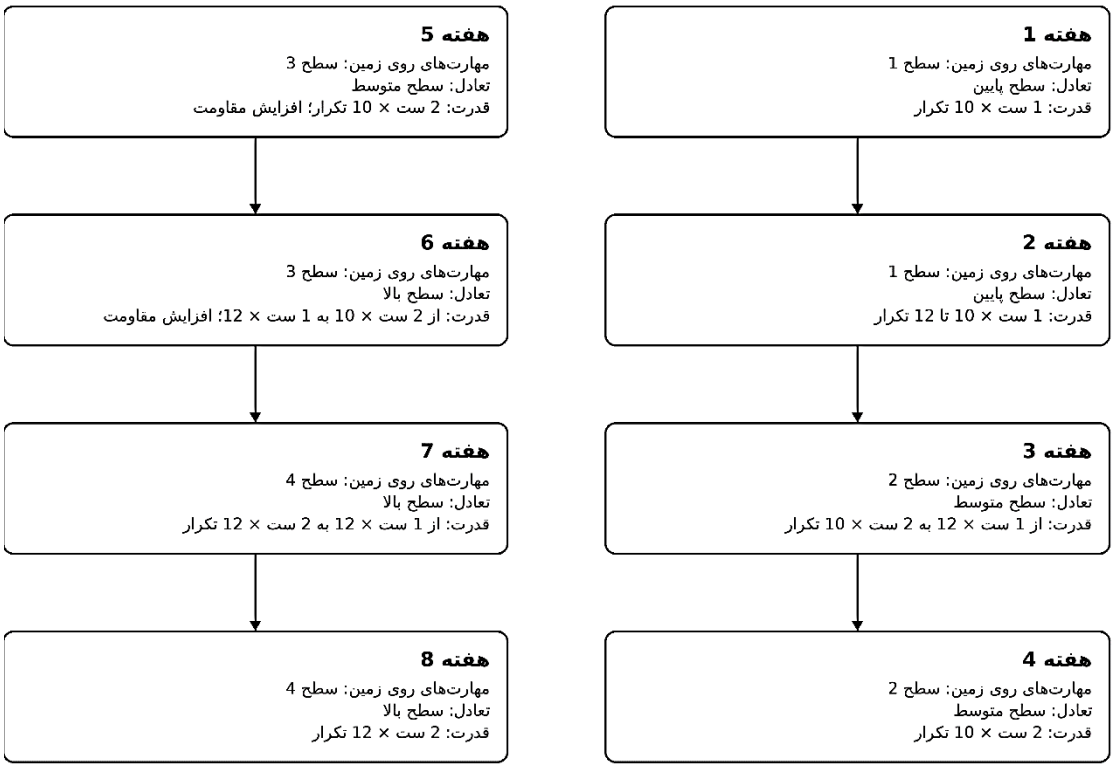
http://jrrs.mui.ac.ir

عصبی، ارتوپدی، قلبی- عروقی یا تنفسی، اختلال بینایی اصلاح نشده، سرگیجه شدید، اختلال شناختی، غیبت بیش از ۲۰ درصد جلسات، آسیب در طول مطالعه، مصرف مکمل پروتئینی، مصرف داروهای مؤثر بر قدرت عضلانی یا تعادل، ورزش منظم خارج از پروتکل، انصراف یا عدم حضور در پس‌آزمون نیز به عنوان معیارهای خروج در نظر گرفته شد.

پس از تکمیل ارزیابی‌های پیش‌آزمون، شرکت‌کنندگان با تصادفی‌سازی محدود شده و نسبت تخصیص ۱:۱ از طریق قرعه‌کشی به دو گروه ۲۰ نفری تخصیص یافتند. نام دو گروه، هر کدام روی ۲۰ برگه مشابه نوشته شد و برگه‌ها درون ۴۰ پاکت مات، دربسته و هم‌شکل قرار گرفتند. پاکت‌ها پیش از شروع تخصیص کاملاً مخلوط شدند و پس از ورود قطعی هر شرکت‌کننده، یک پاکت انتخاب و باز شد. بنابراین، تخصیص تا زمان باز شدن پاکت، پنهان باقی ماند. تهیه و مخلوط‌کردن پاکت‌ها و اجرای تخصیص توسط پژوهشگر اصلی انجام شد. به دلیل ماهیت مداخله، کورسازی شرکت‌کنندگان و مربی امکان‌پذیر نبود. ارزیابی تعادل واکنشی توسط پژوهشگر انجام گرفت و ارزیاب از تخصیص گروهی آگاه بود. با این حال، تحلیلگر آماری داده‌های کدگذاری شدن را بدون اطلاع از معنای کدهای گروهی تحلیل کرد.

روش انجام مداخله

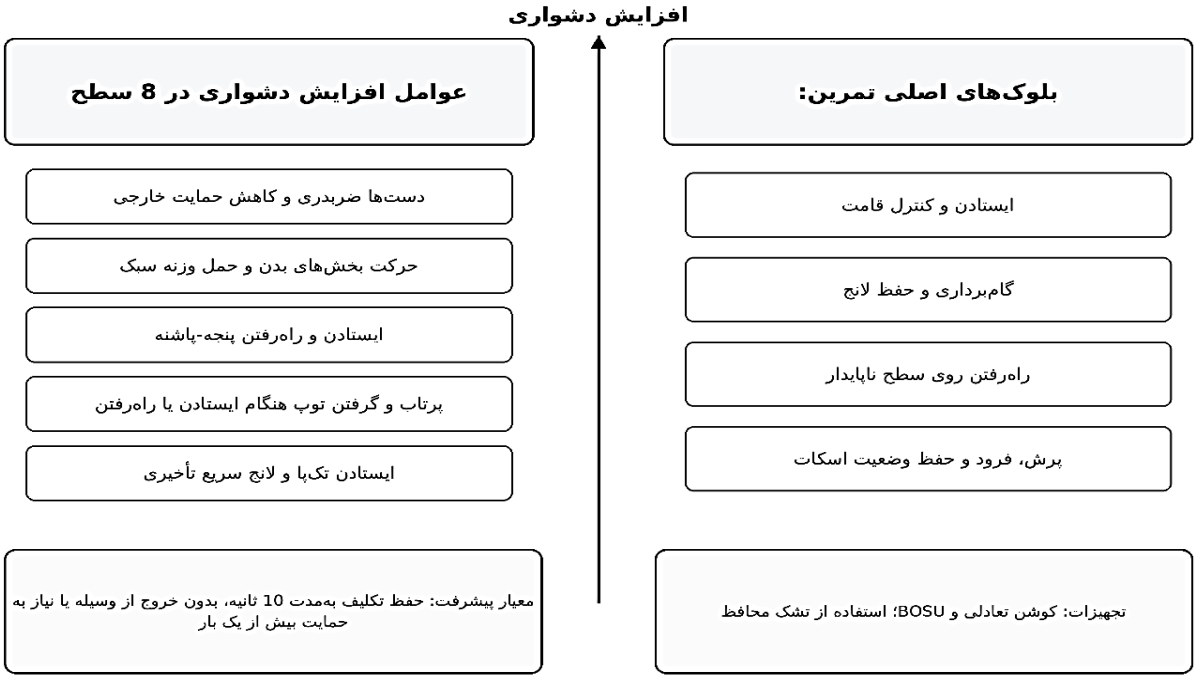
مداخله تمرینی در هر دو گروه به مدت ۸ هفته، سه جلسه در هفته و در مجموع، ۲۴ جلسه انجام شد. تمرینات تحت نظارت مربی اجرا گردید. هر جلسه تمرینی با ۵ دقیقه گرم‌کردن شامل فعالیت‌های هوازی با شدت کم تا متوسط آغاز و با ۵ دقیقه سرد کردن شامل تمرینات کششی پایان یافت. گروه تمرینات مدیریت سقوط، برنامه‌ای شامل تمرینات قدرتی، تعادلی و کار روی زمین را انجام داد. این برنامه بر اساس الگوی تمرینات مدیریت سقوط طراحی شده بود و شامل تمرینات انعطاف‌پذیری و تحرک، استقامت پویا، تمرینات مقاومتی اندام تحتانی و مچ پا، تمرینات مقاومتی اندام فوقانی و پشت، تعادل پویا، راه رفتن به عقب، کار روی زمین و سرد کردن به سبک تای‌چی بود و بر اساس برنامه ارایه شده در شکل ۱ انجام شد (۱۹). شدت تمرینات مدیریت سقوط در طول دوره مداخله به صورت تدریجی افزایش یافت. تمرینات مقاومتی با استفاده از باند کشی در سه مرحله اجرا گردید: مرحله افزایش مهارت در جلسات ۱ تا ۸، مرحله افزایش بار تمرینی در جلسات ۹ تا ۱۶ و مرحله حفظ دستاوردها در جلسات ۱۷ تا ۲۴. در آغاز هر مرحله، شرکت‌کنندگان با سبک‌ترین باند مقاومتی مناسب شروع کردند. در جلسه چهارم، باند 10-RM (10-Repetition maximum) هر فرد تعیین شد؛ به گونه‌ای که آزمودنی بتواند با حفظ فرم صحیح، ۱۰ تکرار را انجام دهد و در تکرار دهم به خستگی برسد. پس از ۲ تا ۳ جلسه تمرین با همان باند، در صورت توانایی انجام ۱۲ تکرار با فرم صحیح، مقاومت تمرین افزایش می‌یافت. در جلسه دوازدهم، باند 8-RM و در جلسات ۱۸ تا ۲۰، باند 6-RM تعیین شد و افزایش مقاومت بر اساس توانایی آزمودنی در حفظ اجرای صحیح تمرین انجام گرفت.



شکل ۱. روند هشت هفته‌ای برنامه تعدیل شده مدیریت سقوط

هر دو گروه سه جلسه در هفته و در مجموع ۲۴ جلسه را تکمیل کردند. برنامه شامل گرم کردن، انعطاف‌پذیری و تحرک مفصل، استقامت پویا، تقویت اندام‌ها با کش مقاومتی، تعادل پویا ، راه رفتن به عقب، مهارت‌های روی زمین و سردکردن بود. مقاومت بر اساس اصول تکرار بیشینه فردی و حفظ تکنیک صحیح پیشرفت کرد.

http://jrrs.mui.ac.ir



شکل ۲. مفهوم و پیشرفت تمرینات پایداری پویا مبتنی بر اغتشاش در گروه ترکیبی

گروه ترکیبی علاوه بر برنامه مدیریت سقوط در هر جلسه، ۱۵ دقیقه تمرین اضافی دریافت کرد. تکالیف روی کوشن تعادلی و بوسوبال انجام و با افزایش ناپایداری، پیچیدگی تکلیف و کاهش حمایت خارجی دشوارتر گردید. تمام تمرینات تحت نظارت نزدیک و با تشک محافظ اجرا شد. ساختار کلی بر اساس تمرین پایداری پویا در حضور اغتشاش و با تعدیل برای پژوهش حاضر طراحی گردید.

گروه تمرینات ترکیبی، علاوه بر تمرینات مدیریت سقوط، در هر جلسه ۱۵ دقیقه تمرین تعادل مبتنی بر اغتشاش را نیز اجرا کرد. این تمرینات با هدف به چالش کشیدن ساز و کارهای پایداری دینامیکی از جمله افزایش پایه حمایت و چرخش جبرانی بخش‌های بدن حول مرکز جرم در شرایط ناپایدار طراحی شد. تمرینات مبتنی بر اغتشاش شامل چهار بخش ایستادن، لانج، راه رفتن و پریدن روی کوشن‌بال و بوسوبال بود و مطابق برنامه ارایه شده در شکل ۲ انجام شد (۱۴). شدت و دشواری تمرینات در طول دوره مداخله به صورت تدریجی افزایش یافت. در پایان دوره، همه شرکت‌کنندگان گروه تمرینات ترکیبی توانستند به بالاترین سطح تمرینات پیش‌بینی‌شده دست یابند.

پایبندی به مداخله بر اساس حضور در دست‌کم ۸۰ درصد از ۲۴ جلسه تمرینی تعریف شد. تمامی شرکت‌کنندگانی که دوره مداخله را تکمیل کردند، در هر ۲۴ جلسه حضور داشتند. بنابراین، میانگین تعداد جلسات حضور در هر دو گروه ۰ ± ۲۴ جلسه و میزان پایبندی در شرکت‌کنندگان تکمیل‌کننده ۱۰۰ درصد بود. در طول دوره مداخله، ۵ نفر از گروه مدیریت سقوط و ۴ نفر از گروه ترکیبی به دلایلی شامل مشارکت ناکافی، غیبت، بیماری، مشکلات خانوادگی، مهاجرت یا عدم حضور در پس‌آزمون از تحقیق خارج شدند. داده‌های این افراد در تحلیل نهایی وارد نشد و تحلیل بر اساس شرکت‌کنندگانی انجام گرفت که مداخله و ارزیابی پس‌آزمون را تکمیل کرده بودند.

ابزار و روش جمع‌آوری اطلاعات

تعادل واکنشی با استفاده از آزمون Fall Risk Assessment (Sinus) در دستگاه SPS (شرکت Synapsys، فرانسه) ارزیابی گردید. در این آزمون، دو شاخص بهره (Gain) و تأخیر فاز (Phase lag) ثبت شد. بهره، نسبت دامنه پاسخ پاسچرال به دامنه تحریک سینوسی سکو بود و بدون واحد گزارش شد. تأخیر فاز، اختلاف زاویه فاز بین تحریک سینوسی سکو و پاسخ پاسچرال بود و بر حسب درجه گزارش گردید. در وضعیت چشم‌باز از فرد درخواست شد به علامت مثبت ثابت در مرکز صفحه روبه‌رو نگاه کند و آزمون در وضعیت چشم‌بسته نیز تکرار شد. در هر دو وضعیت، سکو به صورت آهسته و سینوسی با فرکانس ۰/۲۵ هرتز در جهت قدامی- خلفی حرکت کرد و فرد باید بدون جابه‌جایی پاها تعادل خود را حفظ می‌کرد. هر آزمون ۲۰ ثانیه ادامه داشت و دستگاه جابه‌جایی مرکز فشار را به طور پیوسته ثبت کرد. اگرچه تحریک سکو فقط در جهت قدامی- خلفی اعمال شد، پاسخ مرکز فشار در دو مؤلفه قدامی- خلفی و میانی- جانبی تحلیل شد. در چارچوب این پروتکل، کاهش بهره بیانگر کاهش دامنه پاسخ نسبت به تحریک ثابت و کاهش تأخیر فاز نشان دهنده نزدیک‌تر شدن زمانی پاسخ به محرک است (۲۱، ۲۰).

داده‌های کمی به صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شدند و تحلیل اصلی بر اساس موارد کامل بود. طبیعی بودن توزیع داده‌ها با آزمون Kolmogorov-Smirnov بررسی گردید. با توجه به برقرار بودن پیش‌فرض همگنی شیب رگرسیون و فرض تجانس واریانس‌ها که با آزمون Levene بررسی شد، استقلال مشاهدات بر اساس طراحی مطالعه، با تخصیص هر شرکت‌کننده به تنها یک گروه و تحلیل هر فرد به عنوان یک واحد مستقل برقرار در نظر گرفته شد. جهت مقایسه بین‌گروهی پس از مداخله از آزمون ANCOVA با کنترل مقادیر پیش‌آزمون به عنوان کوواریت استفاده گردید. همچنین، به منظور بررسی درون‌گروهی از آزمون Paired t استفاده شد. اندازه اثر درون‌گروهی با Cohen's dz و اندازه اثر بین‌گروهی با partial η^2 گزارش

شد. در نهایت، داده‌ها در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۷ (version 27, IBM Corporation, Armonk, NY) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. $P < ۰/۰۵$ به عنوان سطح معنی‌داری داده‌ها در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

از ۶۰ زن مشارکت‌کننده، ۴۰ نفر پس از غربالگری واجد شرایط شناخته شدند و به صورت تصادفی به گروه مدیریت سقوط (۲۰ نفر) یا گروه ترکیبی (۲۰ نفر) تخصیص یافتند. طی مداخله، ۵ نفر از گروه مدیریت سقوط و ۴ نفر از گروه ترکیبی ارزیابی پس‌آزمون را تکمیل نکردند. بنابراین، داده‌های پس‌آزمون ۹ نفر در دسترس نبود و تحلیل نهایی بر اساس موارد کامل، شامل ۱۵ نفر در گروه مدیریت سقوط و ۱۶ نفر در گروه ترکیبی انجام شد.

برای ۳۱ شرکت‌کننده وارد شده به تحلیل، داده مفقود دیگری در پیامدهای اولیه وجود نداشت و هیچ جای‌گذاری داده‌ای انجام نشد. هیچ عارضه ناخواسته یا آسیب مرتبط با اجرای مداخلات تمرینی گزارش نشد. ویژگی‌های دموگرافیک شرکت‌کنندگان در جدول ۱ و فرایند ورود، تخصیص، پیگیری و تحلیل در شکل ۳ ارایه شده است.

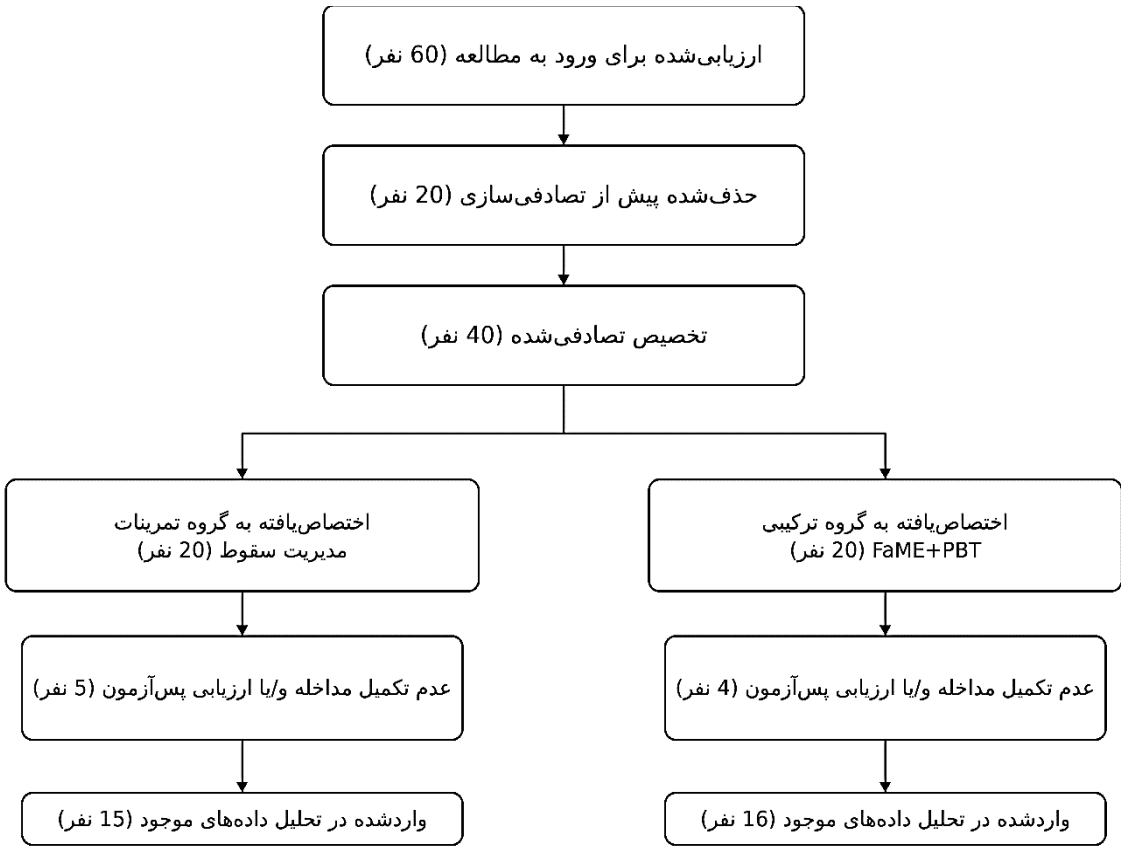
به منظور بررسی تغییرات درون‌گروهی شاخص‌های تعادل واکنشی از آزمون Paired t استفاده شد. پس از هشت هفته مداخله، هر دو گروه در شاخص‌های بهره و تأخیر فاز، در مؤلفه‌های پاسخ قدامی- خلفی و میانی- جانبی و در هر دو وضعیت چشم‌باز و چشم‌بسته بهبود معنی‌داری نشان دادند. اندازه اثر تغییرات درون‌گروهی از ۰/۶۰ تا ۱/۵۲ متغیر بود (جداول ۲ و ۳).

در وضعیت چشم‌باز، درصد بهبود شاخص G در مؤلفه قدامی- خلفی در گروه مدیریت سقوط، ۲۳/۷ درصد و در گروه ترکیبی، ۱۲/۷ درصد بود. همچنین، میزان بهبود شاخص P.L در همین وضعیت به ترتیب ۲۹/۲ و ۳۰/۳ درصد گزارش گردید. در مؤلفه میانی- جانبی با چشم‌باز نیز شاخص G در گروه مدیریت سقوط، ۲۵/۶ درصد و در گروه ترکیبی، ۲۷/۲ درصد بهبود یافت. درصد بهبود شاخص P.L در این وضعیت نیز به ترتیب ۳۳/۶ و ۳۵/۹ درصد بود.

جدول ۱. ویژگی‌های دموگرافیک شرکت‌کنندگان

متغیر	گروه مدیریت سقوط	گروه ترکیبی	مقدار P*
سن (سال)	۶۴/۵ ± ۶/۴	۶۳/۷ ± ۴/۰	۰/۹۰۳
وزن (کیلوگرم)	۶۷/۲ ± ۱۱/۴	۶۵/۵ ± ۸/۰	۰/۶۳۸
قد (سانتی‌متر)	۱۵۵/۲ ± ۶/۲	۱۵۸/۰ ± ۵/۷	۰/۱۸۳

داده‌ها بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.
*آزمون Independent t



شکل ۳. جریان جذب، تخصیص، پیگیری و تحلیل شرکت‌کنندگان

از ۶۰ زن مشارکت‌کننده، ۴۰ نفر پس از غربالگری وارد مطالعه و به نسبت ۱:۱ تصادفی‌سازی شدند. تحلیل نهایی بر اساس موارد کامل شامل ۱۵ نفر در گروه مدیریت سقوط و ۱۶ نفر در گروه ترکیبی بود. داده‌های پس‌آزمون ۹ شرکت‌کننده در دسترس نبود.

http://jrrs.mui.ac.ir

جدول ۲. مقایسه درون‌گروهی و بین‌گروهی شاخص‌های تعادل واکنشی در وضعیت چشم‌باز

چشم‌باز	گروه	مدیریت سقوط		مقایسه درون‌گروهی		ترکیبی		مقایسه درون‌گروهی		مقایسه بین گروه‌ها	
	مراحل	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	مقدار P	اندازه اثر	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	مقدار P	اندازه اثر	مقدار P	اندازه اثر
پاسخ	G	۱/۰۱ ± ۰/۲۹	۰/۷۷ ± ۰/۲۷	< ۰/۰۰۱	۱/۱۶۰	۱/۰۲ ± ۰/۲۹	۰/۸۹ ± ۰/۲۷	۰/۰۱۳	۰/۷۰۴	۰/۰۹۶	۰/۰۹۶
قدامی- خلفی	P.L (درجه)	۸۴/۵۳ ± ۲۷/۸۲	۵۹/۸۰ ± ۲۸/۲۰	۰/۰۰۶	۰/۸۳۷	۹۸/۴۰ ± ۴۳/۱۵	۶۸/۵۰ ± ۴۱/۶۴	۰/۰۲۹	۰/۶۰۳	۰/۷۵۸	۰/۰۰۳
پاسخ	G	۰/۳۹ ± ۰/۱۱	۰/۲۹ ± ۰/۰۷	< ۰/۰۰۱	۱/۳۸۰	۰/۴۴ ± ۰/۱۴	۰/۳۲ ± ۰/۰۹	< ۰/۰۰۱	۱/۱۵۰	۰/۸۴۵	۰/۰۰۱
میانی- جانبی	P.L (درجه)	۱۱۴/۵۰ ± ۵۰/۹	۷۶/۰۷ ± ۵۵/۴۸	۰/۰۱۴	۰/۷۲۳	۱۲۴/۵۰ ± ۵۲/۳۰	۷۹/۸۰ ± ۳۸/۱۲	۰/۰۰۱	۰/۹۹۳	۰/۹۵۱	۰

داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شده‌اند.

G: بهره، نسبت دامنه پاسخ پاسچرال به دامنه تحریک سینوسی سکو و شاخصی بدون واحد است. P.L: تأخیر فاز، اختلاف زاویه فاز میان تحریک سینوسی و پاسخ پاسچرال است و بر حسب درجه گزارش می‌شود. کاهش هر دو شاخص نشان دهنده بهبود است. مقایسه درون‌گروهی با آزمون Paired t و مقایسه بین‌گروهی با آزمون ANCOVA پس از کنترل مقدار پیش‌آزمون انجام شد.

در وضعیت چشم‌بسته، شاخص G در مؤلفه قدامی- خلفی در گروه مدیریت سقوط، ۲۲/۹ درصد و در گروه ترکیبی، ۲۱/۱ درصد بهبود نشان داد. همچنین، شاخص P.L در همین وضعیت به ترتیب ۱۵/۲ و ۱۵/۸ درصد کاهش یافت. در مؤلفه میانی- جانبی با چشم‌بسته نیز میزان بهبود شاخص G در گروه مدیریت سقوط، ۲۹/۸ درصد و در گروه ترکیبی، ۱۸/۹ درصد به دست آمد. علاوه بر این، شاخص P.L در این وضعیت به ترتیب ۲۷/۴ و ۳۴/۷ درصد بهبود پیدا کرد.

در مجموع، بیشترین درصد بهبود مربوط به شاخص P.L در مؤلفه میانی- جانبی با چشم‌باز در گروه ترکیبی بود که ۳۵/۹ درصد کاهش یافت. کمترین درصد بهبود نیز مربوط به شاخص G در مؤلفه قدامی- خلفی با چشم‌باز در گروه ترکیبی بود که ۱۲/۷ درصد کاهش نشان داد. برای مقایسه اثربخشی دو مداخله، از آزمون ANCOVA با کنترل مقادیر پیش‌آزمون استفاده شد. پس از کنترل اثر پیش‌آزمون، در هیچ‌یک از شاخص‌های تعادل واکنشی تفاوت معنی‌داری بین دو گروه مشاهده نشد (P = ۰/۰۹۶-۰/۹۵۱). اندازه اثر بین‌گروهی از ۰ تا ۰/۰۹۶ متغیر بود. بنابراین، اثر افزوده تمرینات تعادل مبتنی بر اغتشاش در مقایسه با تمرینات مدیریت سقوط از ناچیز تا متوسط برآورد گردید (جداول ۲ و ۳).

بحث

هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تأثیر هشت هفته تمرینات مدیریت سقوط و تمرینات ترکیبی مدیریت سقوط همراه با تمرینات تعادل مبتنی بر اغتشاش بر تعادل واکنشی زنان سالمند بود. نتایج نشان داد که هر دو برنامه تمرینی موجب بهبود معنی‌دار درون‌گروهی در شاخص‌های بهره و تأخیر فاز در مؤلفه‌های قدامی- خلفی و میانی- جانبی و در هر دو وضعیت چشم‌باز و چشم‌بسته شد. با این حال، پس از کنترل مقادیر پیش‌آزمون، در هیچ‌یک از شاخص‌های تعادل واکنشی تفاوت معنی‌داری بین دو گروه مشاهده نشد. بنابراین، افزودن ۱۵ دقیقه تمرین تعادل مبتنی بر اغتشاش به برنامه تمرینات مدیریت سقوط، در شرایط مطالعه حاضر، برتری معنی‌داری نسبت به تمرینات مدیریت سقوط به‌تنهایی نشان نداد.

تفسیر اندازه اثر نیز از همین الگو حمایت می‌کند. اندازه اثر تغییرات درون‌گروهی در شاخص‌های مختلف از ۰/۶۰ تا ۱/۵۲ متغیر و نشان دهنده تغییرات متوسط تا بزرگ در هر دو برنامه تمرینی است. در مقابل، اندازه اثر بین‌گروهی پس از کنترل مقادیر پیش‌آزمون از ۰ تا ۰/۰۹۶ متغیر بود.

جدول ۳. مقایسه درون‌گروهی و بین‌گروهی شاخص‌های تعادل واکنشی در وضعیت چشم‌بسته

چشم بسته	گروه	مدیریت سقوط		مقایسه درون‌گروهی		ترکیبی		مقایسه درون‌گروهی		مقایسه بین گروه‌ها	
	مراحل	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	مقدار P	اندازه اثر	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	مقدار P	اندازه اثر	مقدار P	اندازه اثر
پاسخ	G	۱/۹۶ ± ۰/۴۷	۱/۵۱ ± ۰/۴۱	< ۰/۰۰۱	۱/۲۵	۱/۹۴ ± ۰/۶۳	۱/۵۳ ± ۰/۴۴	< ۰/۰۰۱	۱/۳۳	۰/۷۳۲	۰/۰۰۴
قدامی- خلفی	P.L (درجه)	۸۱/۵۰ ± ۱۷/۶۰	۶۹/۱۰ ± ۱۸/۳۰	< ۰/۰۰۱	۱/۲۷	۷۹/۱۰ ± ۱۳/۹۰	۶۶/۶۰ ± ۱۲/۷۰	< ۰/۰۰۱	۱/۵۲	۰/۸۵۹	۰/۰۰۱
پاسخ	G	۰/۵۷ ± ۰/۰۷	۰/۴۰ ± ۰/۱۶	۰/۰۰۱	۱/۰۶	۰/۵۸ ± ۰/۱۵	۰/۴۷ ± ۰/۱۵	۰/۰۰۵	۰/۸۲۴	۰/۲۵۳	۰/۰۴۶
میانی- جانبی	P.L (درجه)	۹۹/۸۰ ± ۴۴/۷۰	۷۲/۴۰ ± ۲۳/۸۰	۰/۰۱۰	۰/۷۶۷	۱۰۰/۵۰ ± ۴۳/۱۰	۶۵/۶۰ ± ۱۴/۹۰	۰/۰۰۲	۰/۹۱۴	۰/۲۵۸	۰/۰۴۵

داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شده‌اند.

G: بهره، نسبت دامنه پاسخ پاسچرال به دامنه تحریک سینوسی سکو و شاخصی بدون واحد است. P.L: تأخیر فاز، اختلاف زاویه فاز میان تحریک سینوسی و پاسخ پاسچرال است و بر حسب درجه گزارش می‌شود. کاهش هر دو شاخص نشان‌دهنده بهبود است. مقایسه درون‌گروهی با آزمون تی زوجی و مقایسه بین‌گروهی با تحلیل کوواریانس پس از کنترل مقدار پیش‌آزمون انجام شد.

http://jrrs.mui.ac.ir

بزرگ‌ترین اندازه اثر بین‌گروهی مربوط به شاخص بهره در مؤلفه قدامی- خلفی با چشم‌باز بود (partial η^2 = ۰/۰۹۶، P = ۰/۰۹۶)، اما این مقایسه نیز معنی‌دار نبود. در سایر پیامدها، اندازه اثر بین‌گروهی به طور عمده ناچیز یا کوچک بود. بنابراین، بهبود درون‌گروهی قابل‌توجه بود، اما شواهد مربوط به اثر افزوده برنامه ترکیبی محدود بود. یافته‌های حاضر با شواهد پیشین درباره اثر مثبت برنامه‌های ساختار یافته تعادلی و پیشگیری از سقوط بر کنترل پاسچرال سالمندان همخوانی داشت. Brüll و همکاران با مقایسه دو الگوی تمرینات تعادل مبتنی بر اغتشاش شامل تمرین روی تردمیل همراه با اغتشاش و تمرین روی سطوح ناپایدار، نشان دادند که هر دو روش می‌توانند تعادل واکنشی و شاخص‌های مرتبط با خطر سقوط را بهبود بخشند. با این حال، آثار تمرینی تا حد زیادی وابسته به نوع تکلیف می‌باشد و برتری کلی یک روش نسبت به روش دیگر همواره مشاهده نشده است (۲۲). همچنین، Hezel و همکاران گزارش کردند که هر دو شیوه تمرینات تعادل مبتنی بر اغتشاش از نظر ایمنی، پذیرش و امکان‌پذیری برای سالمندان مطلوب هستند، اما میزان پاسخ به تمرین می‌تواند تحت تأثیر ویژگی‌های فردی و ماهیت تمرین قرار گیرد (۲۳). این نتایج با یافته تحقیق حاضر مشابهت دارد؛ چرا که در بررسی حاضر نیز تمرینات ترکیبی قابل اجرا بود و موجب بهبود درون‌گروهی شاخص‌های تعادل واکنشی شد، اما برتری آماری آن نسبت به تمرینات مدیریت سقوط مشاهده نشد.

شواهد موجود نشان می‌دهد که اثر تمرینات تعادل مبتنی بر اغتشاش ممکن است تحت تأثیر ویژگی‌های جمعیت مورد بررسی، دز و مدت مداخله و نوع تکلیف یا پیامد ارزیابی قرار گیرد (۱۷، ۱۵، ۱۲). Petrovic و همکاران نتیجه‌گیری کردند که یک پروتکل کوتاه تمرین تعادل واکنشی روی تردمیل اغتشاشی، می‌تواند برخی شاخص‌های عملکرد جسمانی را در بیماران سالمند بستری بهبود دهد؛ هرچند اثر مستقیم آن بر کاهش خطر سقوط قطعی نبود (۲۴). Nørgaard و همکاران نیز گزارش کردند که تمرینات تعادل مبتنی بر اغتشاش در کوتاه‌مدت، موجب بهبود زمان واکنش و سرعت راه رفتن دووظیفه‌ای می‌شود، اما بخشی از این اثرات در پیگیری‌های ۶ تا ۱۲ ماهه کاهش می‌یابد؛ موضوعی که می‌تواند با اثر سقف در سالمندان سالم‌تر یا کاهش ماندگاری پاسخ‌های تمرینی توضیح داده شود (۲۵). همچنین، نتایج پژوهش Gerards و همکاران نشان داد که افزودن تمرینات تعادل مبتنی بر اغتشاش به مراقبت معمول، تفاوت معنی‌داری در نمرات بالینی تعادل نسبت به مراقبت معمول ایجاد نکرد (۲۶). این شواهد می‌تواند عدم مشاهده تفاوت معنی‌دار بین دو گروه در مطالعه حاضر را تا حدی توجیه کند.

در مقابل، برخی تحقیقات اثر افزایشی تمرینات مبتنی بر اغتشاش را گزارش کرده‌اند. به عنوان مثال، Desai و همکاران دریافتند که ترکیب تمرینات تعادل مبتنی بر اغتشاش با برنامه تقویتی اوتاگو، علاوه بر بهبود درون‌گروهی شاخص‌هایی مانند آزمون برخاستن و رفتن و جابه‌جایی مرکز فشار، در مقایسه بین‌گروهی نیز نسبت به برنامه اوتاگو به‌تنهایی برتری معنی‌داری داشته است (۲۷). تفاوت یافته‌های بررسی حاضر با نتایج پژوهش Desai و همکاران (۲۷) ممکن است ناشی از تفاوت در نوع مداخله پایه، شدت و حجم تمرینات اغتشاشی، ابزارهای ارزیابی، ویژگی آزمودنی‌ها و شاخص‌های پیامدی باشد. همچنین، Van Wouwe و همکاران گزارش کردند که یک دوره سه هفته‌ای تمرین اغتشاشی، می‌تواند تعادل واکنشی در وضعیت ایستاده را بهبود بخشد، اما این اثر الزاماً به تعادل هنگام راه رفتن تعمیم نمی‌یابد (۲۸). این یافته بر اصل اختصاصی بودن تمرین تأکید دارد و نشان می‌دهد که انتقال اثر تمرینات اغتشاشی به آزمون‌ها یا موقعیت‌های حرکتی متفاوت همیشه قطعی نیست.

در مطالعه حاضر، بهبود تعادل واکنشی بر اساس کاهش دو شاخص بهره و تأخیر فاز در آزمون سینوسی دستگاه پوسچروگرافی تفسیر شد. کاهش بهره نشان می‌دهد که پس از مداخله، آزمودنی‌ها در پاسخ به اغتشاش خارجی، نوسانات بدنی کوچک‌تر و کنترل شده‌تری ایجاد کرده‌اند. به بیان دیگر، پاسخ پاسچرال آن‌ها متناسب‌تر و کمتر اغراق‌آمیز بوده است. از سوی دیگر، کاهش تأخیر فاز نشان دهنده کوتاه‌تر شدن فاصله زمانی بین محرک سینوسی اعمال شده و پاسخ بدن است که می‌تواند بیان‌کننده پاسخ سریع‌تر و هماهنگ‌تر سیستم عصبی- عضلانی به اغتشاش باشد. بهبود هم‌زمان این دو شاخص نشان می‌دهد که هر دو برنامه تمرینی توانسته‌اند کارایی پاسخ‌های وضعیتی زنان سالمند را در برابر اغتشاشات خارجی افزایش دهند. این تفسیر با گزارش تحقیق Ghulyan و Paolino (۲۰) هم‌راستا است که استفاده از پوسچروگرافی و شاخص‌های مرتبط با پاسخ بدن به اغتشاش را برای ارزیابی خطر سقوط در سالمندان ناپایدار مفید دانسته‌اند.

نکته قابل توجه دیگر در پژوهش حاضر، مشاهده بهبود معنی‌دار شاخص‌های تعادل واکنشی در هر دو وضعیت چشم‌باز و چشم‌بسته در هر دو گروه تمرینی بود. کنترل تعادل در وضعیت چشم‌باز تا حدی به اطلاعات بینایی وابسته است و بینایی از طریق فراهم‌کردن اطلاعات درباره موقعیت بدن نسبت به محیط، به تنظیم پاسخ‌های پاسچرال کمک می‌کند. سیستم کنترل تعادل سهم نسبی ورودی‌های بینایی، حس عمقی و دهلیزی را متناسب با دسترس‌پذیری و قابلیت اعتماد هر ورودی تنظیم می‌کند؛ فرایندی که «باز وزن‌دهی حسی» نامیده می‌شود (۳۰، ۲۹). در وضعیت چشم‌بسته، ورودی بینایی حذف می‌شود و کنترل تعادل ناچار است بیشتر بر اطلاعات حس عمقی، دهلیزی و پاسخ‌های عصبی- عضلانی تکیه کند. بنابراین، بهبود شاخص‌های تعادل واکنشی در هر دو وضعیت نشان می‌دهد که تمرینات مدیریت سقوط و تمرینات ترکیبی توانسته‌اند کنترل پاسچرال سالمندان را هم در حضور و هم در محدودیت اطلاعات بینایی بهبود دهند. این یافته از نظر کاربردی اهمیت دارد؛ چرا که بسیاری از موقعیت‌های واقعی سقوط مانند حرکت در نور کم، تغییر ناگهانی سطح اتکا یا از دست دادن تعادل در محیط‌های نامطمئن، مستلزم باز وزن‌دهی مناسب اطلاعات حسی و پاسخ‌های واکنشی سریع هستند (۳۰، ۲۹، ۱۵). با این‌حال، نبود تفاوت معنی‌دار بین دو گروه در هر دو وضعیت چشم‌باز و چشم‌بسته نشان می‌دهد که افزودن ۱۵ دقیقه تمرین تعادل مبتنی بر اغتشاش، در شرایط مطالعه حاضر، اثر افزوده مشخصی بر بهبود کنترل تعادل واکنشی وابسته یا غیر وابسته به بینایی نسبت به تمرینات مدیریت سقوط به‌تنهایی ایجاد نکرده است.

از نظر ساز و کار احتمالی، تمرینات مدیریت سقوط احتمالاً از طریق تقویت عضلات اندام تحتانی، بهبود کنترل قامت، افزایش آشنایی با وضعیت‌های نزدیک به سقوط و تمرین کار روی زمین، موجب ارتقای راهبردهای تعادلی سالمندان شده است. در گروه ترکیبی نیز تمرینات تعادل مبتنی بر اغتشاش با ایجاد شرایط ناپایدار و غیر قابل پیش‌بینی، سیستم عصبی- عضلانی را برای پاسخ‌دهی سریع‌تر و هماهنگ‌تر به تغییرات محیطی به چالش کشیده است. تمرین در چنین شرایطی می‌تواند توانایی تنظیم سریع پایه تکیه‌گاه، هماهنگی بین مفصلی و راهبردهای جبرانی بدن را بهبود بخشد. یافته‌های تحقیق Mileti و همکاران نیز نشان داد که سالمندی می‌تواند با کاهش کیفیت پاسخ‌های پاسچرال نسبت به اغتشاشات

http://jrrs.mui.ac.ir

چرخشی پیوسته و ضعف در هماهنگی بین بخش‌های بدن به ویژه در حرکات محوری و جانبی همراه باشد؛ این موضوع ضرورت استفاده از مداخلاتی را که پاسخ‌های واکنشی را هدف قرار می‌دهند، تقویت می‌کند (۳۱).

با وجود این، عدم مشاهده تفاوت معنی‌دار بین دو گروه در پژوهش حاضر می‌تواند دلایل مختلفی داشته باشد. نخست، احتمال دارد برنامه مدیریت سقوط به‌تنهایی محرک تمرینی کافی برای بهبود تعادل واکنشی فراهم کرده باشد و افزودن ۱۵ دقیقه تمرین مبتنی بر اغتشاش در هر جلسه، از نظر مدت و حجم تمرین، بار اضافی کافی برای ایجاد اثر افزایشی معنی‌دار نسبت به تمرینات مدیریت سقوط ایجاد نکرده باشد. دوم، شرکت‌کنندگان مطالعه حاضر سالمندان نسبتاً سالم و دارای توانایی راه رفتن مستقل بودند. بنابراین، احتمال وجود اثر سقف در برخی شاخص‌های تعادلی وجود دارد. سوم، تمرینات تعادل مبتنی بر اغتشاش ماهیتاً وابسته به نوع تکلیف هستند و ممکن است اثرات آن‌ها بیش از این که به صورت عمومی در همه آزمون‌های تعادلی ظاهر شود، در تکالیفی مشابه با تمرین آشکار گردد. چهارم، حجم نمونه نسبتاً محدود می‌تواند توان آماری مطالعه را برای آشکارسازی تفاوت‌های بین‌گروهی کاهش داده باشد.

باوجود نبود تفاوت معنی‌دار بین دو گروه، کاهش بهره و تأخیر فاز در هر دو مداخله نشان می‌دهد که پاسخ پاسچرال شرکت‌کنندگان به تحریک سینوسی سکو پس از تمرین با دامنه کمتر و هماهنگی زمانی بیشتری همراه بوده است (۲۱، ۲۰). از دیدگاه نظری، بهبود ظرفیت تعادل واکنشی می‌تواند برای بازیابی پایداری در مواجهه با اغتشاشات ناگهانی اهمیت داشته باشد. با این حال، سازگاری‌های تعادل واکنشی تا حد زیادی به نوع، جهت، شدت و شرایط اغتشاش تمرین شده وابسته هستند و انتقال آن‌ها به تکالیف متفاوت ممکن است محدود باشد (۱۷، ۱۵). بنابراین، یافته‌های حاضر از بهبود شاخص‌های آزمایشگاهی کنترل پاسچرال حمایت می‌کند، اما ارتباط این تغییرات با کاهش سقوط‌های واقعی در تحقیق حاضر ارزیابی نشده است.

محدودیت‌ها

پژوهش حاضر با محدودیت‌هایی همراه بود که باید در تفسیر نتایج مورد توجه قرار گیرد. از جمله این محدودیت‌ها می‌توان به ریزش ۹ شرکت‌کننده، انجام تحلیل بر اساس موارد کامل، حجم نمونه نهایی محدود، نمونه‌گیری در دسترس، نبود دوره پیگیری برای بررسی ماندگاری اثرات تمرین، ارزیابی نکردن تعداد واقعی سقوط‌ها پس از مداخله، محدود بودن نمونه به زنان سالمند دارای توانایی راه رفتن مستقل، محدود بودن حجم تمرینات تعادل مبتنی بر اغتشاش به ۱۵ دقیقه در هر جلسه و کور نبودن ارزیاب نسبت به تخصیص گروهی اشاره کرد. بنابراین، تعمیم نتایج به سالمندان مرد، سالمندان دارای ناتوانی حرکتی شدیدتر یا برنامه‌های تمرینی با دز متفاوت باید بااحتیاط انجام شود. پیشنهاد می‌گردد مطالعات آینده با حجم نمونه بزرگ‌تر، دوره پیگیری طولانی‌تر، کورسازی ارزیاب، بررسی دزهای متفاوت تمرینات تعادل مبتنی بر اغتشاش و ارزیابی پیامدهای بالینی مانند تعداد سقوط‌های رخ داده صورت گیرد.

پیشنهادها

پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده، اثر افزودن تمرینات تعادل مبتنی بر اغتشاش با حجم و شدت‌های متفاوت، در نمونه‌های بزرگ‌تر و با دوره پیگیری طولانی‌تر بررسی گردد. همچنین، ارزیابی پیامدهایی مانند تعداد سقوط‌های واقعی، ترس از سقوط، اعتماد به تعادل، عملکرد راه رفتن در شرایط دووظیفه‌ای و کیفیت زندگی می‌تواند به تعیین کاربرد بالینی این نوع تمرینات در برنامه‌های توان‌بخشی سالمندان کمک نماید.

نتیجه‌گیری

هشت هفته تمرینات مدیریت سقوط و برنامه ترکیبی مدیریت سقوط همراه با تمرینات تعادل مبتنی بر اغتشاش، هر دو با بهبود شاخص‌های تعادل واکنشی زنان سالمند همراه بودند. با این حال، پس از کنترل مقادیر پیش‌آزمون، شواهد آماری کافی برای برتری برنامه ترکیبی نسبت به تمرینات مدیریت سقوط به‌تنهایی مشاهده نشد. مطالعات بزرگ‌تر با دوره پیگیری، ارزیابی سقوط‌های واقعی و بررسی دزهای متفاوت تمرینات اغتشاشی برای تعیین ارزش افزوده این تمرینات ضروری به نظر می‌رسد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از تمامی شرکت‌کنندگانی که در انجام مطالعه حاضر مساعدت نمودند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

نقش نویسندگان

طراحی و ایده‌پردازی پروژه: یلدا بیگی
جذب منابع مالی برای انجام پروژه: یلدا بیگی
خدمات پشتیبانی و اجرایی و عملی پروژه: یلدا بیگی
فراهم کردن تجهیزات و نمونه‌های مطالعه: یلدا بیگی
جمع‌آوری داده‌ها: یلدا بیگی
تحلیل و تفسیر نتایج: یلدا بیگی، نادر رهنما
خدمات تخصصی آمار: یلدا بیگی، نادر رهنما
تنظیم دست‌نوشته: یلدا بیگی، نادر رهنما، اشرف محمودزاده
ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم علمی: یلدا بیگی، نادر رهنما، اشرف محمودزاده
تأیید دست‌نوشته نهایی جهت ارسال به دفتر مجله: یلدا بیگی، نادر رهنما، اشرف محمودزاده
مسؤول حفظ یکپارچگی فرایند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار و پاسخگویی به نظرات داوران: یلدا بیگی، نادر رهنما، اشرف محمودزاده

منابع مالی

پژوهش حاضر برگرفته از پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد با کد اخلاق IR.UI.REC.1403.125، مصوب دانشگاه اصفهان می‌باشد و بدون حمایت مالی تنظیم گردید. این مطالعه هیچ‌گونه حمایت مالی از سازمان، نهاد، مؤسسه یا مرکز خاصی دریافت نکرده است.

تعارض منافع

نویسندگان دارای تعارض منافع نمی‌باشند.

References

1. United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Population Prospects 2024: Summary of Results. New York: United Nations; 2024.
2. United Nations Population Fund, HelpAge International. Ageing in the Twenty-First Century: A Celebration and a Challenge. New York: United Nations Population Fund; 2012.
3. United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Population Ageing 2019: Highlights. New York: United Nations; 2019.
4. National Council of the Elderly. National Document on Older Persons [Internet]. Tehran: National Council of the Elderly; 2021 [cited 2026 Jul 31]. Available from: https://snce.ir/?page_id=23369. [In Persian].
5. Montero-Odasso M, van der Velde N, Martin FC, Petrovic M, Tan MP, Ryg J, et al. World guidelines for falls prevention and management for older adults: a global initiative. Age Ageing. 2022; 51(9): afac205.
6. Rubenstein LZ, Josephson KR. The epidemiology of falls and syncope. Clin Geriatr Med. 2002; 18(2): 141-58.
7. O'Loughlin JL, Robitaille Y, Boivin JF, Suissa S. Incidence of and risk factors for falls and injurious falls among the community-dwelling elderly. Am J Epidemiol. 1993; 137(3): 342-54.
8. Hsiao-Wecksler ET, Robinovitch SN. The effect of step length on young and elderly women's ability to recover balance. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2007; 22(5): 574-80.
9. Landers MR, Oscar S, Sasaoka J, Vaughn K. Balance confidence and fear of falling avoidance behavior are most predictive of falling in older adults: prospective analysis. Phys Ther. 2016; 96(4): 433-42.
10. Hicks GE. Addressing balance, mobility, and falls: are we moving the needle on fall prevention? J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2019; 74(9): 1487-8.
11. Ong MF, Soh KL, Saimon R, Wai MW, Mortell M, Soh KG. Fall prevention education to reduce fall risk among community-dwelling older persons: a systematic review. J Nurs Manag. 2021; 29(8): 2674-88.
12. Gerards MHG, McCrum C, Mansfield A, Meijer K. Perturbation-based balance training for falls reduction among older adults: current evidence and implications for clinical practice. Geriatr Gerontol Int. 2017; 17(12): 2294-303.
13. Devasahayam AJ, Farwell K, Lim B, Morton A, Fleming N, Jagroop D, et al. The effect of reactive balance training on falls in daily life: an updated systematic review and meta-analysis. Phys Ther. 2023; 103(1): pzac154.
14. Bohm S, Mandla-Liebsch M, Mersmann F, Arampatzis A. Exercise of dynamic stability in the presence of perturbations elicit fast improvements of simulated fall recovery and strength in older adults: a randomized controlled trial. Front Sports Act Living. 2020; 2: 52.
15. McCrum C, Bhatt TS, Gerards MHG, Karamanidis K, Rogers MW, Lord SR, et al. Perturbation-based balance training: principles, mechanisms and implementation in clinical practice. Front Sports Act Living. 2022; 4: 1015394.
16. Sharma S, Szabo IZ, Danielsen MB, Andersen S, Nørgaard JE, Lord SR, et al. Perturbation-based balance training reduces falls and fall injuries in older people: insights on mechanisms and training parameters from a systematic review. J Am Med Dir Assoc. 2026; 27(8): 106316.
17. Kim Y, Vakula MN, Bolton DAE, Dakin CJ, Thompson BJ, Slocum TA, et al. Which exercise interventions can most effectively improve reactive balance in older adults? A systematic review and network meta-analysis. Front Aging Neurosci. 2022; 13: 764826.
18. Alhamashi F, Rahnama N, Sadeghi M. Investigating the effect of eight weeks of reactive neuromuscular training (RNT) on body control, muscle strength and quality of life of older adults. J Sport Exerc Physiol. 2023; 16(2): 67-79. [In Persian].
19. Skelton D, Dinan S, Campbell M, Rutherford O. Tailored group exercise (Falls Management Exercise--FaME) reduces falls in community-dwelling older frequent fallers: an RCT. Age Ageing. 2005; 34(6): 636-9.
20. Ghulyan V, Paolino M. Posturography for evaluating risk of falls in elderly unstable patients. French Otorhinolaryngol. 2005; 88: 97-103.
21. Fawzan S, Kozou H, Baki F, Asal S. Fall risk assessment and effect of vestibular rehabilitation in the elderly population. Egypt J Otolaryngol. 2022; 38: 88.
22. Brüll L, Hezel N, Arampatzis A, Schwenk M. Comparing the effects of two perturbation-based balance training paradigms in fall-prone older adults: a randomized controlled trial. Gerontology. 2023; 69(7): 910-22.
23. Hezel N, Brüll L, Arampatzis A, Schwenk M. Acceptability of two perturbation-based balance training paradigms: perturbation treadmill versus dynamic stability training in the presence of perturbations. Gerontology. 2024; 70(6): 661-8.
24. Petrovic A, Wirth R, Klimek C, Lueg G, Daubert D, Giehl C, et al. Impact of reactive balance training on a perturbation treadmill on physical performance in geriatric patients: results of a single-center, assessor-blinded randomized controlled trial. J Clin Med. 2024; 13(19): 5790.
25. Nørgaard JE, Andersen S, Ryg J, Andreasen J, Oliveira ASC, Stevenson AJT, et al. Perturbation-based balance training of older adults and effects on physiological, cognitive and sociopsychological factors: a secondary analysis from a randomised controlled trial with 12-month follow-up. BMJ Open. 2024; 14(8): e080550.
26. Gerards M, Marcellis R, Senden R, Poeze M, de Bie R, Meijer K, et al. The effect of perturbation-based balance training on balance control and fear of falling in older adults: a single-blind randomised controlled trial. BMC Geriatr. 2023; 23(1): 305.
27. Desai P, Kaur T, Dsouza P, Shah MR. Effectiveness of perturbation based balance training in an older individuals: a randomized clinical trial. Int J Health Sci Res. 2018; 8(7): 122-34.

28. Van Wouwe T, Afschrift M, Dalle S, Van Roie E, Koppo K, De Groote F. Adaptations in reactive balance strategies in healthy older adults after a 3-week perturbation training program and after a 12-week resistance training program. Front Sports Act Living. 2021; 3: 714555.
29. Schmidt D, Carpes FP, Milani TL, Germano AMC. Different visual manipulations have similar effects on quasi-static and dynamic balance responses of young and older people. PeerJ. 2021; 9: e11221.
30. Assländer L, Peterka RJ. Sensory reweighting dynamics following removal and addition of visual and proprioceptive cues. J Neurophysiol. 2016; 116(2): 272-85.
31. Mileti I, Taborri J, Rossi S, Del Prete Z, Paoloni M, Suppa A, et al. Reactive postural responses to continuous yaw perturbations in healthy humans: the effect of aging. Sensors (Basel). 2020; 20(1): 63.

DOI: 10.48305/jrrs.2026.46757.1159 Published by Vesnu Publications

Effect of Adding Perturbation-Based Balance Training to a Falls Management Exercise Program on Reactive Balance in Older Women: A Quasi-experimental Trial

Yalda Beygi[1], Nader Rahnama[2], Ashraf Mahmoudzadeh[3]

Original Article

Abstract

Introduction: Falls are common among older adults, and impaired reactive balance may increase fall risk. This study investigated the effect of adding perturbation-based balance training to a falls management exercise program on reactive balance in older women.

Materials and Methods: This quasi-experimental trial included 40 women aged 60 years and older with a history of falls. Participants drew one of 40 identical, opaque, sealed envelopes containing 20 allocations for each group (1:1) and were assigned to either the falls management exercise or combined training. Both groups trained three times weekly for 8 weeks (24 sessions); the combined group additionally completed 15 minutes of perturbation-based balance training per session. The primary outcomes were the Gain and Phase Lag indices of the Fall Risk Assessment (Sinus) test using the Synapsys Posturography System under eyes-open and eyes-closed conditions. Complete-case analyses included 31 participants (n=15 and n=16) and used paired-samples t-tests and ANCOVA (alpha = 0.05).

Results: Both interventions significantly improved reactive-balance indices under eyes-open and eyes-closed conditions. Within-group effect sizes ranged from 0.60 to 1.52. After baseline adjustment, none of the between-group comparisons were significant (P = 0.096-0.951; partial eta squared = 0-0.096). Percentage improvements ranged from 15.2% to 33.6% in the falls management group and from 12.7% to 35.9% in the combined group.

Conclusion: Eight weeks of falls management exercise, with or without perturbation-based balance training, improved reactive-balance indices in older women. However, adding perturbation-based balance training did not provide a statistically significant additional benefit.

Keywords: Older adults; Falls; Reactive balance; Postural balance; Perturbation-based balance training; Falls management exercise

Citation: Beygi Y, Rahnama N, Mahmoudzadeh A. **Effect of Adding Perturbation-Based Balance Training to a Falls Management Exercise Program on Reactive Balance in Older Women: A Quasi-experimental Trial.** J Res Rehabil Sci 2025; 21.

Received date: 31.12.2024 Accept date: 04.02.2024 Published: 03.04.2025

1- Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, School of Sport Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran
2- Professor, Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, School of Sport Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran
3- Assistant Professor, Department of Physiotherapy, School of Rehabilitation Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
Corresponding Author: Ashraf Mahmoudzadeh; Assistant Professor, Department of Physiotherapy, School of Rehabilitation Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran; Email: a.mahmodzadeh@rehab.mui.ac.ir