Sport Medicine Studies, 2026, 18(49): 77-105. DOI: 10.22089/smj.2024.16985.1760

Sport Medicine Studies

Journal hompage: https://smj.ssrc.ac.ir

Original Article

Effect of Eight Weeks of Multicomponent Exercise Program and Balance Exercise Circuit on Balance, Knee Proprioception and Fear of Falling in Elderly Women

Mina Karimi [1], Nader Rahnama[2]

1. Department of Corrective Exercise and Sport Injuries, Faculty of Sport Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran.

Received: 24-Jul-2024 | **Accepted:** 28-Dec-2024 | **Published:** 23-Sep-2026

*Corresponding Author: Nader Rahnama , E-mail: n.rahnama@spr.ui.ac.ir

How to Cite: Karimi, M. & rahnama, N. (2026). Effect of eight weeks of multicomponent exercise program and balance exercise circuit on balance, knee proprioception and fear of falling in elderly women. (e4495). *Studies in Sport Medicine*, *18*(49), 77-105. https://doi.org/10.22089/smj.2024.16985.1760

Extended Abstract

Background and Purpose

As individuals age, they commonly experience progressive declines in various physical functions, notably balance, postural control, and proprioception. These impairments significantly increase fall risk, a leading cause of injury, disability, and reduced quality of life among the elderly. Fall-related injuries also induce psychological consequences such as fear of falling, loss of independence, and social isolation. Growing evidence suggests that structured exercise programs effectively mitigate these risks by enhancing physical fitness, neuromuscular control, and confidence in mobility.Against this background, the present study aimed to investigate the effects of an eight-week Balance Exercise Circuit (BEC) and a Multicomponent Exercise Program (MEP) on key fall-related outcomes—including balance, proprioception, and fear of falling—in community-dwelling older women.

Materials and Methods

This semi-experimental study employed a pre- and post-test design with 30 elderly women aged 65–75 years randomly assigned to two groups: BEC and MEP. Inclusion criteria required general good health, absence of acute or chronic diseases, and voluntary participation.Static balance was assessed using the Functional Reach Test (FRT) and a

Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

foot scan device. Dynamic balance was evaluated via the Timed Up and Go (TUG) and Y-Balance tests. The TUG test recorded completion time in seconds. Proprioception was measured with a Biodex device by assessing knee joint angle reproduction at 30° and 60°. Participants controlled device positioning by pressing a button; scores were recorded for each trial. Fear of falling was evaluated by the 16-item Falls Efficacy Scale-International (FES-I), where participants rated concern during activities on a 4-point Likert scale; higher scores indicated greater fear.Following pre-tests, both groups completed their respective interventions thrice weekly for eight weeks. Each session included a 10-minute warm-up and 10-minute cool-down. Data were analyzed using repeated measures ANOVA with SPSS version 21.

Results

Significant improvements were observed in both groups in static balance, dynamic balance, proprioception, and fear of falling after the intervention. Notably, significant differences between BEC and MEP groups occurred in proprioception measured at 30° and in the Functional Reach Test; other variables showed no between-group differences.

Conclusion

Results indicate that both BEC and MEP significantly enhance static balance compared to pre-test levels. MEP, incorporating balance, strength, and proprioception exercises within each session, exerted greater overall impact on balance. Although static balance improved by 24% in the MEP group and 18% in the BEC group, differences were statistically non-significant. Given proprioception's crucial role in balance maintenance, MEP's superior effect may result from its targeted proprioceptive training components.Functional Reach Test results showed significantly greater static balance improvement in the MEP group. Both programs improved knee proprioception, with MEP producing more pronounced enhancements. Both interventions reduced fear of falling, although the between-group difference was not significant.The BEC likely enhances movement confidence in older adults by simulating activities of daily living and inducing neuromuscular adaptations that help reduce fall-related fears. Overall, both programs improve balance, proprioception, and fear of falling in elderly women, with MEP yielding significantly greater functional gains. Consequently, inclusion of MEP is recommended in exercise programs for older adults.

Key Words: Balance, Proprioception, Fear of Falling, Older Women.

Article Message

This study compared BEC and MEP in older women, finding both improved balance, proprioception, and reduced fear of falling. MEP, however, led to greater improvements in Functional Reach and knee proprioception, highlighting multicomponent training as a more comprehensive approach to fall prevention.

Ethical Considerations

The study complied with ethical standards for human research. Participants provided informed consent. The protocol was approved by the Ethics Committee.

Authors' Contributions

- Conceptualization: Mina Karimi (First Author)
- Data Collection: Mina Karimi
- Data Analysis: Nader Rahnama (Corresponding Author / Supervisor)
- Manuscript Writing: Mina Karimi
- Review and Editing: Nader Rahnama
- Literature Review: Mina Karimi
- Project Management: Nader Rahnama
- Additional Contributions: Support from the health and wellness center staff with recruitment and coordination is acknowledged.

Conflict of Interest

The authors declare no conflict of interest regarding publication.

Acknowledgments

The authors thank all study participants for their valuable involvement.

مطالعات طب ورزشی، پاییز ۱۴۰۵، دوره ۱۸، شماره ۴۹، صص ۱۰۵-۷۷. DOI: 10.22089/smj.2024.16985.1760

Sport Medicine Studies

Journal hompage: https://smj.ssrc.ac.ir

مقاله پژوهشی

اثر هشت هفته تمرین‌های چندجزئی و تعادلی دایره‌ای بر تعادل، حس عمقی زانو و ترس از افتادن در زنان سالمند

مینا کریمی [۱] نادر رهنما [۲]

۱. دانشجوی دکتری گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۵/۰۳ | تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۰۸ | تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۷/۰۱

*نویسنده مسئول: Nader Rahnama، ایمیل: n.rahnama@spr.ui.ac.ir

How to Cite: Karimi, M. & rahnama, N. (2026). Effect of eight weeks of multicomponent exercise program and balance exercise circuit on balance, knee proprioception and fear of falling in elderly women. (e4495). *Studies in Sport Medicine*, *18*(49), 77-105. https://doi.org/10.22089/smj.2024.16985.1760

چکیده

هدف: هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر هشت هفته تمرین‌های چندجزئی و تعادلی دایره‌ای بر تعادل، حس عمقی و ترس از افتادن در زنان سالمند بود

مواد و روش‌ها: در این پژوهش، ۳۰ زن سالمند از مراکز تندرستی انتخاب و به‌صورت تصادفی در دو گروه تمرین تعادلی دایره‌ای و تمرین چندجزئی تقسیم شدند. متغیرهای تعادل ایستا (آزمون ایستادن روی دستگاه اسکن کف پا و آزمون دسترسی عملکردی)، تعادل پویا (آزمون تعادل وای و آزمون زمان برخاستن و حرکت کردن)، حس عمقی (با استفاده از دستگاه بایودکس) و ترس از افتادن (با استفاده از پرسشنامه مقیاس بین‌المللی اثر سقوط) پیش و پس از هشت هفته تمرین ارزیابی شدند. داده‌ها با استفاده از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های تکراری تجزیه‌وتحلیل شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد هر دو روش تمرینی موجب بهبود معنادار تعادل ایستا و پویا، حس عمقی پای راست و چپ در زوایای ۳۰ و ۶۰ درجه و کاهش ترس از افتادن در زنان سالمند شدند ($P>0/05$). همچنین، بین دو گروه در اغلب متغیرهای پژوهش تفاوت معناداری مشاهده نشد؛ بااین‌حال، در آزمون دسترسی عملکردی و برخی شاخص‌های حس عمقی تفاوت معناداری بین گروه‌ها گزارش شد ($P>0/05$).

نتیجه‌گیری: هر دو روش تمرینی چندجزئی و تعادلی دایره‌ای بر بهبود تعادل، حس عمقی و کاهش ترس از افتادن در زنان سالمند تأثیرگذار هستند. با توجه به بهبود نسبتاً بیشتر عملکرد در گروه تمرین چندجزئی، گنجاندن این نوع تمرینات در برنامه‌های فعالیت بدنی و تمرینی سالمندان توصیه می‌شود

واژگان کلیدی: تعادل، حس عمقی، ترس از افتادن، زنان سالمند.

Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

مقدمه

روند روبه‌رشد پیری در سراسر جهان انکارنشدنی است و آمار سازمان ملل نشان می‌دهد، جمعیت سالمندان در جهان تا سال ۲۰۵۰ به دو میلیارد نفر خواهد رسید (۱). ایران نیز از پدیده افزایش جمعیت افراد سالمند مستثنا نیست و داده‌های سازمان ملل نشان می‌دهد، تا سال ۲۰۵۰ میلادی جمعیت افراد مسن در ایران به بیش از ۲۶ میلیون نفر رشد کند (۲). در روند افزایش سن چندین تغییر ساختاری و عملکردی مانند کاهش توانایی راه رفتن، اختلال در تعادل، انعطاف‌پذیری و قدرت عضلانی روی می‌دهد. همچنین سلامت روان به‌شدت تحت‌تأثیر قرار می‌گیرد و زوال عقل و افسردگی در سالمندان شیوع پیدا می‌کند (۴، ۳). از طرف دیگر، با توجه به رشد امید به زندگی، هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی در حال افزایش است؛ بنابراین نه‌تنها حفظ استقلال در سالمندان مدنظر قرار می‌گیرد، بلکه چالش اقتصادی برای سیستم‌های مراقبت بهداشتی نیز است (۵).

یکی از مهم‌ترین مشکلات در سالمندان اختلال در تعادل است. وظیفه اصلی سیستم تعادل این است که مرکز ثقل بدن را چه در حالت استراحت و چه در حالت فعالیت با ایجاد پاسخ‌های مناسب برای کنترل وضعیت بدن در حالت تعادل نگه دارد (۶). در فرایند افزایش سن تغییراتی در مکانیسم‌های کنترل وضعیتی مربوط به ثبات رخ می‌دهد که موجب کاهش تعادل و زمین خوردن در سالمندان می‌شود (۷). زمین خوردن زمانی روی می‌دهد که مرکز جرم فرد خارج از سطح تکیه‌گاه قرار گیرد؛ بنابراین درک توانایی فرد برای حفظ تعادل در طول فعالیت‌های روزمره برای جلوگیری از زمین خوردن از اهمیت بسیار برخوردار است (۸). با افزایش سن، حس عمقی و تعداد گیرنده‌های پوستی در پاها کاهش می‌یابد و آستانه محرک‌های ارتعاشی تغییر می‌کند که می‌تواند منجر به اختلالات تعادل شود. از مهم‌ترین علل سقوط در سالمندان ضعف در تعادل و حس عمقی است (۹). زمین خوردن سالمندان، نگرانی جدی برای سلامتی و یکی از دلایل اصلی مرگ‌ومیر در افراد مسن یک جامعه است و موجب آسیب‌هایی مانند شکستگی و ضربه به سر، کاهش تحرک و اعتمادبه‌نفس، افزایش ترس از افتادن، کاهش کیفیت زندگی و حتی مرگ می‌شود (۱۱، ۱۰). ترس از افتادن را می‌توان واکنش محافظتی در نظر گرفت؛ زیرا به فرد اجازه می‌دهد که درمورد محیط اطراف خود محتاط‌تر باشد، اما زمانی که غیرمنطقی و اغراق‌آمیز باشد می‌تواند موجب اجتناب از فعالیت شود و بر سلامت جسمی و روانی-اجتماعی فرد تأثیر بگذارد و در درازمدت موجب ضعف عضلانی و بی‌ثباتی وضعیتی و درنهایت زمین خوردن‌های آینده شود (۱۲). ترس از افتادن با افزایش سن افزایش می‌یابد و در زنان حتی بیشتر است. شیوع ترس از افتادن در افراد مسن بدون سابقه زمین خوردن ۲۰–۳۹ درصد و در افراد دارای سابقه زمین خوردن ۴۰- ۷۳ درصد متغیر است (۱۳).

از میان مداخله‌های به‌کاررفته برای سالمندان، تمرینات چندجزئی به‌عنوان مداخله‌ای مؤثر برای به دست آوردن بیشترین تأثیرات مفید در افراد مسن است (۱۴). پژوهش‌ها نشان داده‌اند که تمرینات چندجزئی تأثیرات مثبت بر ظرفیت عملکردی و عملکرد شناختی افراد سالمند داشته‌اند (۱۷-۱۵). تمرینات چندجزئی شامل چهار مؤلفه تعادل، حس عمقی، قدرت عضلانی و زمان عکس‌العمل برای کاهش زمین خوردن افراد مسن است (۱۸). یکی دیگر از روش‌های تمرینی مؤثر بر سلامت سالمندان، تمرینات تعادلی دایره‌ای است که یک روش پیشگیری از سقوط است و فعالیت‌های زندگی روزمره را

شبیه‌سازی می‌کند و تعادل و قدرت اندام تحتانی را به چالش می‌کشد (۱۹). کاستا[1] و همکاران این روش را توسعه دادند که از سیزده ایستگاه تمرینی تشکیل شده است که گیرنده‌های مکانیکی و همچنین سیستم دهلیزی و بینایی را درگیر می‌کند (۲۰). تمرینات گنجانده‌شده در تمرینات تعادلی دایره‌ای، با ارجاع به پژوهش‌ها در زمینه ویژگی تمرینات مؤثر در پیشگیری از سقوط و ارجاع به بهترین دستورالعمل‌های تمرین برای پیشگیری از سقوط انتخاب شده‌اند (۲۲، ۲۱). تمرینات در هر ایستگاه فعالیت‌های زندگی افراد سالمند را شبیه‌ساز می‌کند و از این طریق علاوه‌بر بهبود تعادل موجب پیشرفت عملکرد فیزیکی در سالمندان می‌شود (۱۹). با وجود مطالعات انجام‌شده در خارج از کشور در زمینه مداخلات پیشگیرانه در زمینه سقوط سالمندان، مطالعات صورت‌گرفته در کشور محدود است. تاکنون پژوهشی به‌منظور مقایسه مستقیم اثربخشی تمرینات تعادلی دایره‌ای در مقابل تمرینات چندجزئی در زنان سالمند انجام نشده است. بیشتر مطالعات بر یک نوع تمرین تمرکز می‌کنند که موجب نبود شفافیت در تعیین بهترین رویکرد در این جمعیت می‌شود. این شکاف‌ها نیاز به انجام تحقیقات بیشتر به‌منظور بهینه‌سازی مداخلات ورزشی برای زنان سالمند را نشان می‌دهد؛ بنابراین محقق به دنبال این پرسش است که کدام‌یک از روش‌های تمرینات تعادلی دایره‌ای و چندجزئی می‌توانند تأثیر بیشتری بر بهبود عملکرد حرکتی و روانی زنان سالمند داشته باشند؟

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع مطالعات نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون همراه با مداخله تمرینی و دارای کد اخلاق IR.UI.RCE.1403.082 بود. جامعه آماری این پژوهش شامل زنان سالمند ۷۵-۶۵ سال شهر اصفهان مراجعه‌کننده به کلینیک تخصصی تندرستی بود. نمونه‌گیری به صورت هدفمند بود. با در نظر داشتن خطای آلفا ۰/۰۵، خطای بتا ۰/۲ و توان آزمون آماری ۰/۸، تعداد افراد محاسبه‌شده برای حضور در این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار جی‌پاور[2] ۳۰ نفر در نظر گرفته شد. همچنین محاسبه حجم نمونه مطابق با فرمول کوکران عدد ۱۳/۶ را تعداد نمونه مناسب برای انجام پژوهش حاضر نشان داد که انتخاب ۱۵ نفر با روش جی‌پاور را قبل تأیید کرد. آزمودنی‌ها به دو گروه ۱۵ نفره تمرینی تقسیم شدند. معیارهای ورود به مطالعه شامل زنان ۷۵-۶۵ سال، مبتلا نبودن فرد به بیماری حاد یا مزمن مغایر با ورزش، تکمیل فرم رضایت‌نامه و شرکت داوطلبانه در مطالعه، شرکت نداشتن قبلی در تمرینات مشابه بود. معیارهای خروج آزمودنی‌ها از مطالعه عبارت بودند از: تکمیل نکردن آزمون‌های تحقیق در پیش‌آزمون و پس‌آزمون؛ شرکت نامنظم در جلسات تمرینی؛ وجود هرگونه منع پزشکی برای شرکت در تمرینات. در این مطالعه قد آزمودنی‌ها با استفاده از قدسنج و وزن آن‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد.

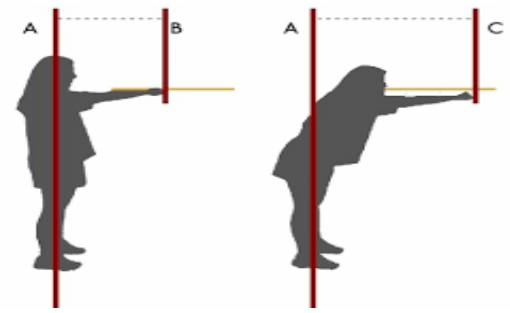
آزمون تعادل ایستا: برای ارزیابی تعادل ایستا و نحوه توزیع فشار کف پا از دستگاه اسکن کف پا (Rs Scan international) ساخت کشور بلژیک با تعداد ۴۰۹۶ سنسور و با ابعاد ۱۲ میلی‌متر در ۴۱۸ میلی‌متر در ۵۳۳ میلی‌متر با فرکانس اندازه‌گیری قابل‌تنظیم حداکثر ۲۵۴ هرتز استفاده شد. با استفاده از دستگاه اسکن کف پا داده‌های مسیر نوسان مرکز فشار (COP) تجزیه و تحلیل می‌شود (۲۳). روش کار به این شکل بود که ابتدا فرایند کالیبره کردن دستگاه

1. Costa

2 G*Power

انجام شد. سپس اطلاعات آزمودنی شامل روز، ماه و سال تولد و سایز پا به دستگاه وارد شد و برای اندازه‌گیری تعادل ایستا زمان ۳۰ ثانیه در نظر گرفته شد. پس از آماده کردن دستگاه، آزمودنی به صورت تک‌پا و بدون کفش روی دستگاه برای مدت‌زمان معین‌شده قرار گرفت و پس از آن تغییرات COP توسط دستگاه ثبت شد.

آزمون دسترسی عملکردی: یکی از آزمون‌های غربالگری سالمندان برای ارزیابی تعادل ایستا و احتمال زمین خوردن در این گروه افراد است. میزان پایایی بین آزمونگر (ICC =۰/۹۲) و پایایی درون‌آزمونگر (ICC =۰/۹۲) گزارش شده است. همین‌طور روایی هم‌زمان در ارتباط با جابه‌جایی مرکز فشار به میزان ۰/۷۱ گزارش شده است (۲۴). نحوه اجرای آزمون به این شکل است که آزمودنی در محل از پیش تعیین‌شده در کنار یک متر کاغذی که روی دیوار نصب شده می‌ایستد. او با بازکردن پا به اندازه عرض شانه به شکلی که بدنش با دیوار زاویه ۹۰ درجه ایجاد کند، می‌ایستد. بازوی نزدیک دیوار تا زاویه ۹۰ درجه با دست مشت شده بالا آورده می‌شود و با استفاده از متر طول دست اندازه‌گیری می‌شود. از آزمودنی خواسته می‌شود بدون قدم برداشتن و بر هم زدن تعادل تا حد ممکن به جلو خم شود پس از رسیدن به حداکثر ممکن، عدد مدنظر یادداشت می‌شود.. اختلاف اندازه‌گیری اول و دوم به‌عنوان امتیاز آزمودنی ثبت می‌شود (۲۴) (شکل ۱).



شکل ۱- آزمون دسترسی عملکردی برای ارزیابی تعادل ایستا

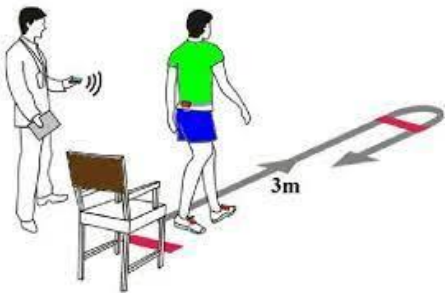
Figure 1- Functional reach test to measure static balance

برای ارزیابی تعادل پویا از آزمون زمان برخاستن و حرکت کردن[1](TUG) و آزمون تعادل وای استفاده شد.

آزمون زمان برخاستن و حرکت کردن: آزمون TUG یک آزمون اندازه‌گیری ساده ولی رایج برای ارزیابی عملکرد اندام تحتانی، تحرک عملکردی و میزان توانایی برای انجام فعالیت‌های روزانه، تعادل و خطر زمین خوردن سالمندان است (۲۵). برای اجرای این آزمون، آزمودنی ابتدا باید روی صندلی دسته‌دار بنشیند و ارتفاع صندلی باید قابل‌تنظیم باشد؛ به طوری که کف پا آزمودنی به‌راحتی روی زمین قرار گیرد. یک مخروط در فاصله سه‌متری صندلی روی زمین قرار داده می‌شود. با اعلام حرکت توسط آزمونگر، آزمودنی باید از جا برخیزد و تا فاصله سه‌متری راه برود. پس از رسیدن به محل مشخص‌شده توسط مخروط به سمت صندلی برمی‌گردد و روی آن می‌نشیند. آزمودنی در طول مسیر می‌تواند بایستد و

1. Timed Up and Go

استراحت کند، ولی نمی‌تواند از شیء یا شخصی کمک بگیرد یا بنشیند. با فرمان حرکت تا نشستن دوباره آزمودنی روی صندلی، کرنومتر شروع به ثبت زمان می‌کند. مدت‌زمان اجرای آزمودنی به‌عنوان امتیاز وی محسوب می‌شود (شکل ۲).



شکل ۲- آزمون زمان برخاستن و حرکت کردن
Figure 2- Timed up and go test

آزمون تعادل وای: قبل از انجام آزمون تعادل وای، پای برتر افراد شناسایی شد. اگر پای برتر آن‌ها پای راست بود، انجام آزمون در خلاف جهت عقربه‌های ساعت انجام می‌شد و در صورت برتر بودن پای چپ، آزمون در جهت عقربه‌های ساعت انجام می‌شد. نحوه اجرای آزمون تعادل وای به این شکل است که ابتدا فرد با یک‌پا روی مرکز تلاقی سه خط می‌ایستد و از فرد خواسته می‌شود با جلو بردن پای مقابل در مسیر خط قدامی بدون از دست دادن تعادل حرکت دهد و سپس این کار را در مسیر دو خط دیگر نیز تکرار کند. آزمونگر باید نقطه انتهایی را که فرد در هر سه خط انجام می‌دهد، یادداشت کند و امتیازات هر فرد ثبت شود. برای به دست آوردن امتیاز افراد میانگین هر سه جهت محاسبه و بر طول پا (بر حسب سانتی‌متر) تقسیم و در عدد ۱۰۰ ضرب می‌شود. سایپ[1]و همکاران این آزمون را برای ۳۰ مرد سالمند اعتباریابی کرده و پایایی آن را ۰/۸۹ تا ۰/۹۷ گزارش کردند (۲۶).

ارزیابی حس عمقی: در این مطالعه به‌منظور ارزیابی حس عمقی زانو از دستگاه بایودکس استفاده شد. ابتدا فرد باید روی صندلی دستگاه بنشیند و کمربندهای صندلی نیز محکم شود. تنظیمات صندلی متناسب با فرد باید انجام شود؛ به نحوی که زانوی فرد باید روبه‌روی اهرم دستگاه قرار گیرد. بعد از کالیبره کردن دستگاه اهرم به پای آزمودنی محکم بسته می‌شود و سپس اطلاعات فرد در سیستم ثبت شده و پروتکل برای وی طراحی می‌شود. پس از ثبت دامنه حرکتی کامل زانو، آزمودنی با چشمان بسته زانوی خود را به سمت صاف شدن حرکت می‌دهد. براساس مطالعات، در اندازه‌گیری حس عمقی دو زاویه ۳۰ و ۶۰ درجه برای ارزیابی تعریف شده است (۲۸، ۲۷). به آزمودنی گفته می‌شود مانند دستگاه در زاویه مشخص حرکت را با زدن دکمه متوقف کند و امتیاز وی در هر تکرار توسط دستگاه ثبت می‌شود (۲۹).

ترس از افتادن: برای ارزیابی ترس از افتادن از پرسشنامه بین‌المللی کارآمدی افتادن (FES-I) استفاده شد. این ابزار به‌عنوان اولین مقیاس اندازه‌گیری ترس از افتادن تدوین شد و می‌تواند میزان اعتماد را در انجام فعالیت‌های زندگی روزانه بدون افتادن، اندازه‌گیری کند. میزان پایایی درونی با آلفای کرونباخ (۰/۹۸) و پایایی آزمون مجدد با ضریب همبستگی

1.Sipe

پیرسون (۰/۷) محاسبه شد (۳۰). مقیاس کارآمدی افتادن بین‌المللی، ۱۶ سؤالی است که پرسش‌های ۱ تا ۱۰ کارآمدی افتادن اصلی و شش سؤال شامل راه رفتن روی سطح لغزنده، به دیدن دوستان رفتن، دسته‌جمعی به محلی رفتن، راه رفتن روی مکانی غیر هم سطح، بالا و پایین آمدن از سراشیبی و بیرون رفتن به‌منظور شرکت در مراسم به آن اضافه شده است. در هر سؤال میزان ترس یا نگرانی از افتادن در مقیاسی چهارامتیازی ارزیابی می‌شود. به دست آوردن نمرهٔ زیاد در این پرسشنامه، به مفهوم داشتن ترس از افتادن بیشتر است (۳۱).

پروتکل تمرین‌های چندجزئی

برنامه تمرینی چندجزئی شامل چهار بخش ازجمله حس عمقی، تقویت عضلانی، تعادل و زمان واکنش است و برای کاهش خطر زمین خوردن در افراد سالمندان کاربرد دارد. آزمودنی‌ها در این گروه در برنامه تمرینی چندجزئی که براساس مؤلفه‌های ارزیابی خطر سقوط با استفاده از ارزیابی‌های مشخصات فیزیولوژیکی (PPA) و مداخلات ورزشی برای پیشگیری از سقوط (۳۲) طراحی شده است، شرکت کردند. برنامه تمرینی سه روز در هفته به مدت هشت هفته و هر جلسه ۶۰ دقیقه انجام شد که با ۱۰ دقیقه گرم کردن شروع می‌شد و با ۱۰ دقیقه سرد کردن پایان می‌یافت. این برنامه به سه سطح مبتدی، متوسط و پیشرفته تقسیم شد و همه شرکت‌کنندگان از سطح مبتدی شروع به تمرین کردند. برنامه تمرینی به‌نحوی طراحی شده بود که افراد بتوانند همه سطوح را پشت سر بگذارند. هر بخش تمرین در سه ست و ۱۲ تکرار با فواصل استراحت ۱۵ ثانیه بین هر ست انجام شد (۱۸، ۱۶، ۱۴). جزئیات برنامه تمرینات چندجزئی در جدول (۱) ذکر شده است.

جدول ۱- پروتکل تمرینات چندجزئی

Table1- Multicomponent exercise program protocol

مبتدی جلسات ۱-۸ Beginner Sessions 1-8	متوسط جلسات ۹-۱۶ Intermediate Sessions 9-16	پیشرفته جلسات ۱۷-۲۴ Advanced Sessions 17-24
حس عمقی **رول هر دو پا روی توپ در حالت نشسته** **ایستادن تک‌پا در حالت فلکشن هیپ با حمایت (صندلی) و انجام فلکشن و اکستنشن زانو** **ایستادن تک‌پا در حالت اکستنشن هیپ با حمایت (صندلی) و انجام فلکشن و اکستنشن زانو**	**حس عمقی** ایستادن روی توپ تعادل با حمایت ایستادن تک‌پا در حالت فلکشن هیپ با چشم بسته و انجام فلکشن و اکستنشن زانو (با حمایت) ایستادن تک‌پا در حالت اکستنشن هیپ با چشم بسته و انجام فلکشن و اکستنشن زانو (با حمایت)	**حس عمقی** ایستادن روی توپ تعادل بدون تکیه‌گاه ایستادن تک‌پا در حالت فلکشن هیپ و انجام فلکشن و اکستنشن زانو (بدون حمایت) ایستادن تک‌پا در حالت فلکشن هیپ و انجام فلکشن و اکستنشن زانو (بدون حمایت)

تقویت عضلاتی **بلند کردن متناوب زانوها در حالت نشسته** **نشستن و ایستادن روی صندلی** **باز کردن زانوها به طور متناوب در حالت نشسته روی صندلی** **اکستنشن هیپ در حالت ایستاده با حمایت**	**تقویت عضلاتی** بلند شدن از حالت نشسته با حمایت بلند کردن زانو در حالت ایستاده با وزنه و با حمایت اسکوات روی صندلی با حمایت لانگز به عقب با حمایت	**تقویت عضلاتی** بلند شدن از حالت نشسته بدون حمایت بلند کردن زانو در حالت ایستاده با وزنه و بدون حمایت اسکوات روی صندلی بدون حمایت لانگز به عقب بدون حمایت
زمان عکس‌العمل **رسیدن به هدف (جلو) در حالت نشسته به طور متناوب** **رسیدن به هدف (عقب) در حالت نشسته به طور متناوب** **رسیدن به هدف (پهلو) در حالت نشسته به طور متناوب** **رسیدن به سه هدف (جلو، عقب، پهلو) در حالت نشسته به طور متناوب**	**زمان عکس‌العمل** قدم گذاشتن روی استپ با حمایت گام به جلو در حالت ایستاده با حمایت گام به عقب در حالت ایستاده با حمایت سه گام در حالت ایستاده (جلو، عقب، پهلو) با حمایت	**زمان عکس‌العمل** قدم گذاشتن روی استپ بدون حمایت گام به جلو در حالت ایستاده بدون حمایت گام به عقب در حالت ایستاده بدون حمایت سه گام در حالت ایستاده (جلو، عقب، پهلو) بدون حمایت
تعادل **جابه‌جایی وزن به چپ و راست نشسته روی صندلی** **بالا و پایین بردن پاشن‌ه‌ها در حالت نشسته** **بلند کردن پاشنه‌ها از زمین ایستاده و با حمایت** **ایستادن با پاهای X با حمایت**	**تعادل** ایستادن با پاهای پشت سرهم با حمایت بالابردن یک‌پا از پهلو در حالت ایستاده با حمایت بلند کردن پاشته ها اززمین در حالت ایستاده بدون حمایت رفتن روی پاشنه و پنجه در حالت ایستاده بدون حمایت ایستادن با پاهای X بدون حمایت	**تعادل** راه رفتن روی پاشنه و پنجه در حالت ایستاده بدون حمایت ایستادن روی یک‌پا و حرکت پای دیگر در جهات مختلف (جلو، عقب، طرفین) راه رفتن روی پاشنه راه رفتن روی پنجه راه رفتن به شکل 8 روی تشک

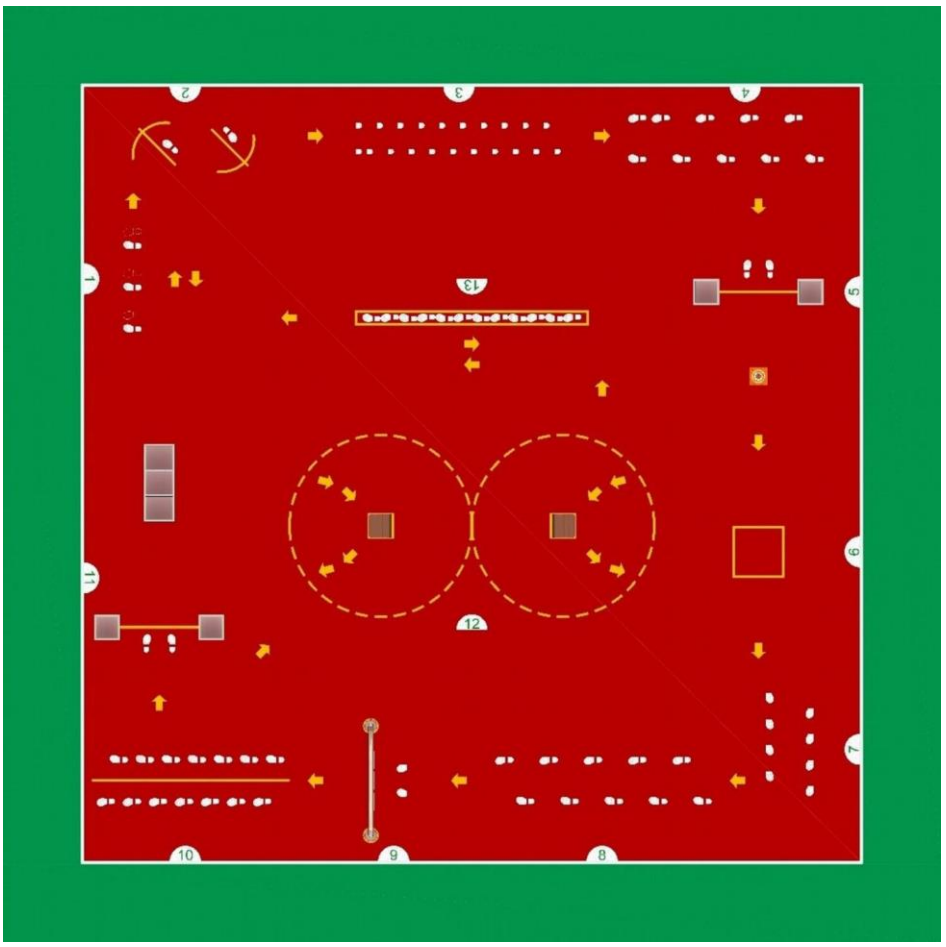
پروتکل تمرینات تعادلی دایره‌ای

تمرینات تعادلی دایره‌ای از سیزده ایستگاه تمرینی تشکیل شده است که شامل تمرینات تعادل ایستا و پویا ازجمله راه رفتن پشت سر هم، گام برداشتن به جلو و عقب، راه رفتن با پاهای باز، دسترسی عملکردی، ایستادن روی پنجه، تعادل روی سطوح ناپایدار و ایستادن روی یک‌پا است (۲۰). شرکت‌کنندگان در این گروه به مدت ۶۰ دقیقه سه بار در هفته به مدت هشت هفته در تمرینات شرکت کردند. هر جلسه شامل گرم کردن (۱۰ دقیقه)، تمرینات تعادلی دایره‌ای (۴۰ دقیقه) و سرد کردن (۱۰ دقیقه) بود. برای افزایش تعامل اجتماعی و لذت بردن از تمرین، ایستگاه‌ها به صورت دونفره تکمیل می‌شد و شرکت‌کنندگان به مدت دو دقیقه در هر ایستگاه تمرین کرده (هر دقیقه برای یک فرد) و پس از شنیدن صدای سوت به ایستگاه بعدی حرکت می‌کردند. پیشرفت در تمرینات هر شش جلسه یک‌بار انجام می‌شد. پیشرفت در تمرینات به این شرح بود: ۱. انجام تمرینات با چشم باز، ۲. انجام تمرینات با چشم بسته، ۳. انجام تمرینات با استفاده از

موانع و چشم باز و ۴. انجام تمرینات با استفاده از موانع و چشم بسته (۱۹). پیشرفت در تمرینات به صورت فردی اعمال می‌شود. جزئیات تمرینات در جدول (۲) و شکل (۳) نشان داده شده است.

جدول ۲- پروتکل تمرینات تعادلی دایره‌ای
Table 2- Balance exercise circuit protocol

گرم کردن و کشش Warm-up and stretching	تمرینات تعادلی دایره‌ای Balance exercise circuit	سرد کردن Cool-down
کشش: اندام تحتانی-اندام فوقانی تمرینات گرم کردن: راه رفتن در جهات مختلف راه رفتن ریتمیک راه رفتن با توقف راه رفتن با چرخش فلکشن هیپ ابداکشن هیپ اداکشن هیپ اکستنشن هیپ فلکشن زانو پلانتار فلکشن	تمرینات به صورت جفتی و به مدت دو دقیقه انجام شود: 1. گام برداشتن به پهلو به سمت راست و چپ 2. شکل هواپیما: ایستادن روی یک‌پا (راست و چپ) 3. راه رفتن به عقب (روی پاشته) 4. راه رفتن به عقب روی کل پا 5. با چرخش به توپ‌های متصل به طناب ضربه بزنید 6. تعادل و راه رفتن روی تشک 7. راه رفتن فقط با قسمت قدامی پا 8. راه رفتن به جلو روی کل پا با پاهای باز 9. دسترسی عملکردی (سطوح دشواری با اعداد 1-2-3 نشان داده شد) 10. راه رفتن به جلو روی کل پا با پاهای X 11. ارسال توپ به سبد (سطوح دشواری با فواصل مختلف با سه بخش جعبه نشان داده شده است) 12. راه رفتن روی سطوح 13. راه رفتن با پاهای پشت سرهم (راه رفتن مستقیم به جلو و عقب)	تمرینات گروهی: تمرینات تنفسی تمرینات کششی تمرینات ریتمیک



شکل ۳- تمرینات تعادلی دایره‌ای (اقتباس از مقاله کاستا و همکاران (۳۳))

Figure 3- Balance exercise circuit (adapted from Costa et al's article (33))

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ استفاده شد. آزمون آمار توصیفی مانند میانگین و انحراف معیار برای توصیف داده‌ها و در قسمت آمار استنباطی، آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های تکراری به کار رفت.

نتایج

مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌های هر دو گروه در جدول (۳) ارائه شده است.

جدول ۳- مشخصات آنتروپومتریک آزمودنی‌ها

Table 3- Anthropometric characteristic of subjects

متغیر Variables	گروه Group	میانگین Mean	انحراف معیار SD
سن (سال) Age (years)	چندجزئی Multicomponent	67.9	3.5
	دایره‌ای Circuit	67.3	3.0
وزن (کیلوگرم)	چندجزئی	67.8	7.8

weight (kg)	Multicomponent		
	دایره‌ای Circuit	67.7	4.0
قد (سانتی‌متر) **height (cm)**	چندجزئی Multicomponent	158.9	6.9
	دایره‌ای Circuit	158.6	6.8
توده بدنی BMI	چندجزئی Multicomponent	26.8	1.9
	دایره‌ای Circuit	27.1	2.5

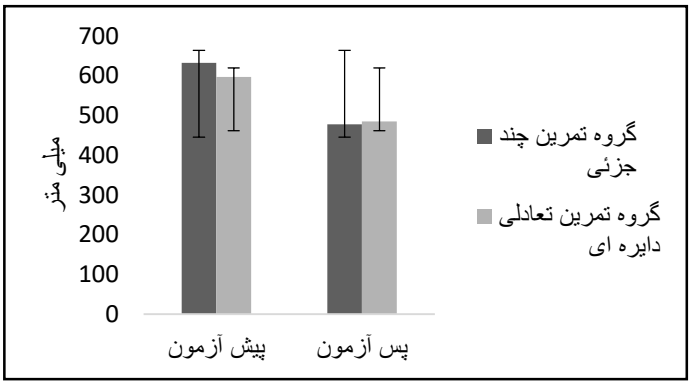
اطلاعات مربوط به میانگین متغیرهای پژوهش در پیش‌آزمون و پس‌آزمون پروتکل‌های تمرینی در شکل‌های (۴) تا (۱۱) ارئه شده است.

تعادل ایستا

جدول ۴ – اطلاعات توصیفی مربوط به تعادل ایستا (میلی‌متر)

Table 4 – Descriptive information about static balance (mm)

	پیش‌آزمون Pre-test		پس‌آزمون Post-test		
گروه Group	**میانگین Mean**	**انحراف معیار SD**	**میانگین Mean**	**انحراف معیار SD**	**درصد پیشرفت Progress percentage**
تمرینات چندجزئی MEP Group	631.8	207.8	477.5	211.3	24.4%
تمرینات تعادلی دایره‌ای BEC Group	596.4	156.5	484.6	138.3	18.7%



شکل ۴- مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون تعادل ایستا در آزمون ایستادن بر دستگاه اسکن کف پا

Figure 4- Comparison of pre-test and post-test of static balance in standing test on foot scan device

جدول ۵- نتایج آنالیز واریانس با اندازه‌های مکرر بین گروه‌ها

Table 5- Results of ANOVA repeated measures between groups

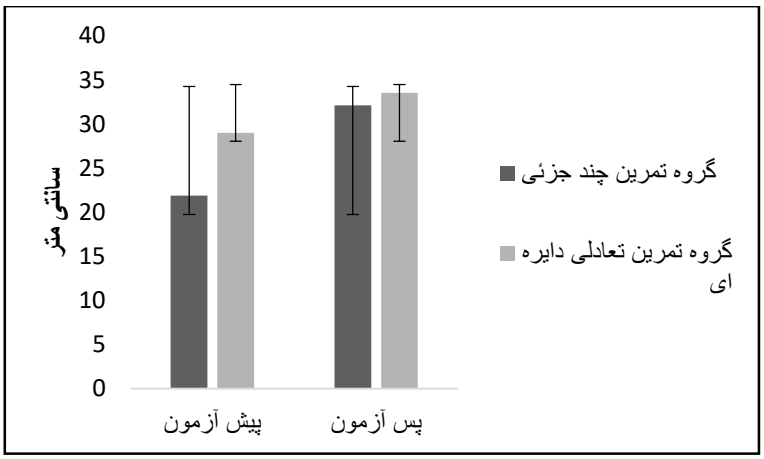
تأثیرات Sources of Variation	سطح معناداری P-Value	مقدار F F-Value	اندازه اثر Effect Size
درون‌گروهی (اثر زمان) Time Effect (Time)	<0.001	39.49	0.58
بین‌گروهی (اثر گروه) Group Effect (Group)	0.826	0.05	0.002
تعاملی (اثر زمان×گروه) Interaction Effect (Time × Group)	0.324	1.01	0.035

تعادل ایستا در گروه تمرینات چندجزئی ۲۴ درصد و در گروه تمرینات تعادلی دایره‌ای ۱۸ درصد بهبود یافت، ولی بین پیشرفت گروه‌های چندجزئی و دایره‌ای در تعادل ایستا با استفاده از دستگاه اسکن کف پا تفاوت معناداری مشاهده نشد و تفاوت معناداری بین هشت هفته تمرینات تعادلی دایره‌ای و تمرینات چندجزئی بر تعادل ایستای زنان سالمند وجود نداشت ($F(۱ ،۲۸)=۱/۰۱$ ، $\eta^2=۰/۰۳۵$ ،$P>۰/۰۵$).

جدول ۶ - اطلاعات توصیفی مربوط به آزمون دسترسی عملکردی (سانتی متر)

Table 6 – Descriptive information about functional reach test (cm)

	پیش‌آزمون Pre-test		پس‌آزمون Post-test		
گروه Group	**میانگین Mean**	**انحراف معیار SD**	**میانگین Mean**	**انحراف معیار SD**	**درصد پیشرفت Progress Percentage**
تمرینات چندجزئی MEP Group	21.8	4.5	32.1	5.8	47.2%
تمرینات تعادلی دایره‌ای BEC Group	29.0	6.9	33.5	5.3	15.5%



شکل ۵- مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون تعادل ایستا در آزمون دسترسی عملکردی گروه‌های تمرینی
Figure 5- Comparison of per-test and post-test of static balance in Functional reach test

جدول ۷- نتایج آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر بین گروه‌ها
Table 7- Results of ANOVA repeated measures between groups

تأثیرات Sources of Variation	سطح معناداری P-Value	مقدار F F-Value	اندازه اثر Effect Size
درون‌گروهی (اثر زمان) Time Effect (Time)	<0.001	90.78	0.76
بین‌گروهی (اثر گروه) Group Effect (Group)	<0.001	4.86	0.15
تعاملی (اثر زمان×گروه) Interaction Effect (Time × Group)	<0.001	13.62	0.33

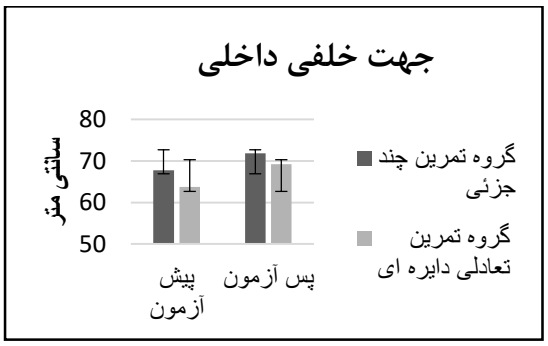
با توجه به جدول (۷) می‌توان نتیجه گرفت، بین پیشرفت‌های گروه تمرینات چندجزئی و تعادلی دایره‌ای در آزمون دسترسی عملکردی تفاوت معناداری وجود داشت و تمرینات چندجزئی موجب بهبودی بیشتری در تعادل ایستا در آزمون دسترسی عملکردی شد ($F(۱ ،۲۸)=۱۳/۶۲$ ، $\eta^2=۰/۳۳$ ،$P<۰/۰۵$).

تعادل پویا

جدول ۸- اطلاعات توصیفی موبوط به آزمون تعادل وای (سانتی متر)

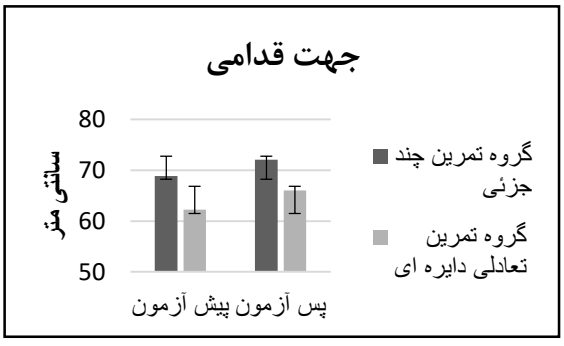
Table 8 – Descriptive information about Y balance test (cm)

	پس‌آزمون Post-test		پیش‌آزمون Pre-test			
گروه Group	**جهت Direction**	**میانگین Mean**	**انحراف معیار SD**	**میانگین Mean**	**انحراف معیار SD**	**درصد پیشرفت Progress percentage**
تمرینات چندجزئی MEP Group	قدامی Anterior	72.0	10.8	68.8	10.7	4.6%
	خلفی-داخلی Posteromedial	71.8	13.8	67.7	12.9	6%
	خلفی-خارجی Posterolateral	54.1	12.4	47.8	13.3	13.1%
تمرینات تعادلی دایره‌ای BEC Group	قدامی Anterior	66.0	10.5	62.2	11.4	6.1%
	خلفی-داخلی Posteromedial	69.1	12.2	63.7	12.7	8.4%
	خلفی-خارجی Posteromedial	53.9	11.5	48.9	12.6	10.2%



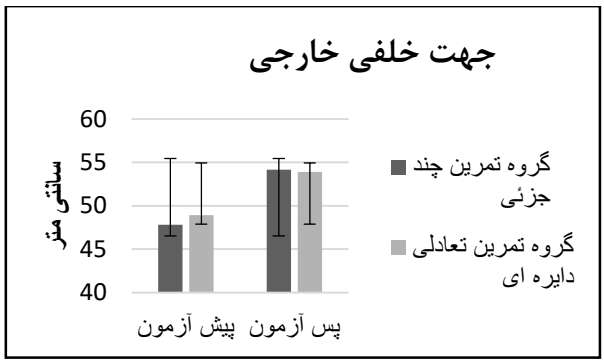
شکل ۶- مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون تعادل پویا

Figure 6- Comparison of per and post-test of dynamic balance



شکل ۷- مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون تعادل پویا

Figure 7- Comparison of per and post-test of dynamic balance



شکل ۸- مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون تعادل پویا

Figure 8- Comparison of per-test and post-test of dynamic balance

جدول ۹- نتایج آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر بین گروه‌ها

Table 9- Results of ANOVA repeated measures between groups

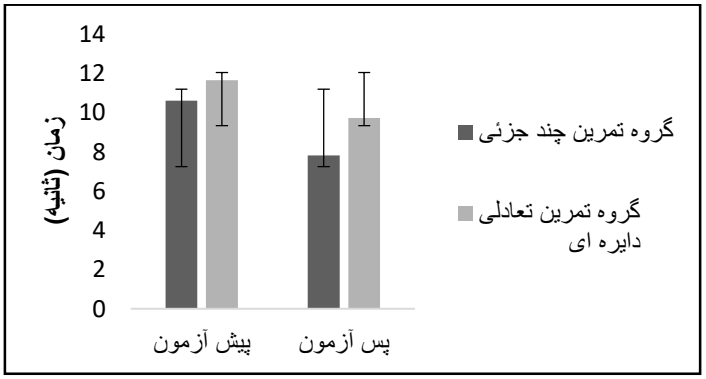
جهت **Direction**	تأثیرات Sources of Variation	سطح معناداری **P-Value**	مقدار **F F-Value**	اندازه اثر **Effect Size**
قدامی Anterior	درون‌گروهی (اثر زمان) Time Effect (Time)	<0.001	69.59	0.713
	بین‌گروهی (اثر گروه) Group Effect (Group)	0.112	2.55	0.083
	تعاملی (اثر زمان*گروه) Interaction Effect (Time × Group	0.498	0.47	0.017
خلفی-داخلی Posteromedial	درون‌گروهی (اثر زمان) Time Effect (Time)	<0.001	59.08	0.678
	بین‌گروهی (اثر گروه) Group Effect (Group)	0.486	0.499	0.018
	تعاملی (اثر زمان*گروه) Interaction Effect (Time × Group	0.294	1.14	0.039
خلفی-خارجی Posteromedial	درون‌گروهی (اثر زمان) Time Effect (Time)	<0.001	30.42	0.521
	بین‌گروهی (اثر گروه) Group Effect (Group)	0.926	0.009	0.000
	تعاملی (اثر زمان*گروه) Interaction Effect (Time × Group	0.521	0.423	0.015

براساس شکل‌های (۶) تا (۸)، بین سطح تعادل پویا در آزمون وای کل نمونه‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون تفاوت معناداری وجود داشت، ولی تفاوت معناداری بین دو گروه مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

جدول ۱۰- اطلاعات توصیفی مربوط به آزمون TUG (ثانیه)

Table 10– Descriptive information about TUG test (s)

	پس‌آزمون Post-test		پیش‌آزمون Pre-test		
درصد پیشرفت Progress Percentage	**انحراف معیار SD**	**میانگین Mean**	**انحراف معیار SD**	**میانگین Mean**	**گروه Group**
26.4%	2.0	7.8	2.3	10.6	**تمرینات چندجزئی MEP Group**
16.3%	1.8	9.7	2.3	11.6	**تمرینات تعادلی دایره‌ای BEC Group**



شکل ۹- مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون تعادل پویا در آزمون TUG

Figure 9- Comparison of pre-test and post-test of dynamic balance in TUG test

جدول ۱۱- نتایج آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر بین گروه

Table 11- Results of ANOVA repeated measures between groups

اندازه اثر Effect Size	**مقدار F F-Value**	**سطح معناداری P-Value**	**تأثیرات Sources of Variation**
0.74	78.78	<0.001	**درون‌گروهی (اثر زمان)** Time Effect (Time)
0.12	3.86	0.059	**بین‌گروهی (اثر گروه)** Group Effect (Group)

تعاملی (اثر زمان×گروه) Interaction Effect (Time × Group)	0.112	2.69	0.09

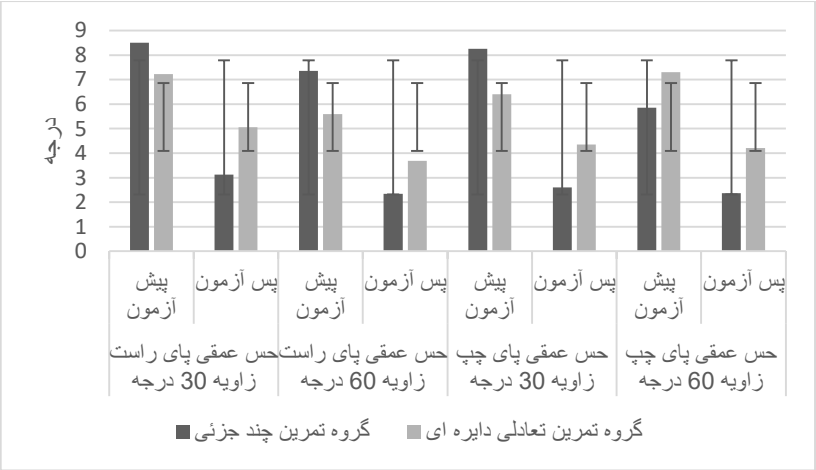
بررسی تعادل پویا در شکل (۹) با استفاده از آزمون زمان برخاستن و حرکت کردن نیز نشان از بهبود این فاکتور در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون در هر دو روش تمرینی داشت، ولی تفاوت معناداری بین دو پروتکل تمرینی مشاهده نشد ($F(۱ ،۲۸)=۲/۶۹$ ، $\eta^2=۰/۰۹$ ،$P>۰/۰۵$).

حس عمقی

جدول ۱۲- اطلاعات توصیفی مربوط به حس عمقی (درجه)

Table 12– Descriptive information about proprioception (degree)

			پیش‌آزمون Pre-test		پس‌آزمون Post-test		
گروه Group	**زاویه Degree**	**پا Foot**	**میانگین Mean**	**انحراف معیار SD**	**میانگین Mean**	**انحراف معیار SD**	**درصد پیشرفت Progress Percentage**
تمرینات چندجزئی MEP Group	زاویه ۳۰ درجه 30°	پای راست Right Foot	8.5	2.6	3.1	1.8	63.5%
		پای چپ Left Foot	8.2	5.1	2.6	2.1	68.2%
	زاویه ۶۰ درجه 60°	پای راست Right Foot	7.3	4.8	2.3	1.1	68.4%
		پای چپ Left Foot	5.8	1.7	2.3	1.1	60.3%
تمرینات تعادلی‌دایره ای BEC Group	زاویه ۳۰ درجه 30°	پای راست Right Foot	7.2	3.7	5.0	2.6	30.5%
		پای چپ Left Foot	6.4	2.5	4.3	2.9	32.8%
	زاویه ۶۰ درجه 60°	پای راست Right Foot	5.5	2.5	3.6	2.5	34.5%
		پای چپ Left Foot	7.3	2.4	4.2	2.0	3.1%



شکل ۱۰- مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون حس عمقی

Figure 10- Comparison of pre-test and post-test of proprioception

جدول ۱۳- تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر مربوط به حس عمقی

Table 13- Results of ANOVA repeated measures between groups

پا و درجه Foot and Degree	تأثیرات Sources of Variation	سطح معناداری P-Value	مقدار F F-Value	اندازه اثر Effect Size
پای راست زاویه ۳۰ درجه Right Foot Degree 30°	درون‌گروهی (اثر زمان) Time Effect (Time)	<0.001	56.57	0.67
	بین‌گروهی (اثر گروه) Group Effect (Group)	0.712	0.14	0.005
	تعاملی (اثر زمان*گروه) Interaction Effect (Time × Group)	0.003	10.32	0.27
پای راست زاویه ۶۰ درجه Right Foot Degree 60°	درون‌گروهی (اثر زمان) Time Effect (Time)	<0.001	31.08	0.53
	بین‌گروهی (اثر گروه) Group Effect (Group)	0.002	0.046	0.002
	تعاملی (اثر زمان*گروه) Interaction Effect (Time × Group)	0.018	6.29	0.18
پای چپ زاویه ۳۰ درجه Left Foot Degree 30°	درون‌گروهی (اثر زمان) Time Effect (Time)	<0.001	47.67	0.63
	بین‌گروهی (اثر گروه) Group Effect (Group)	0.955	0.003	0.00
	تعاملی (اثر زمان*گروه) Interaction Effect (Time × Group)	0.003	10.46	0.27
	درون‌گروهی (اثر زمان) Time Effect (Time)	<0.001	65.11	0.70

پای چپ زاویه ۶۰ درجه Left Foot Degree 60°	بین‌گروهی (اثر گروه) Group Effect (Group)	0.008	8.18	0.23
	تعاملی (اثر زمان*گروه) Interaction Effect (Time × Group)	0.622	0.25	0.01

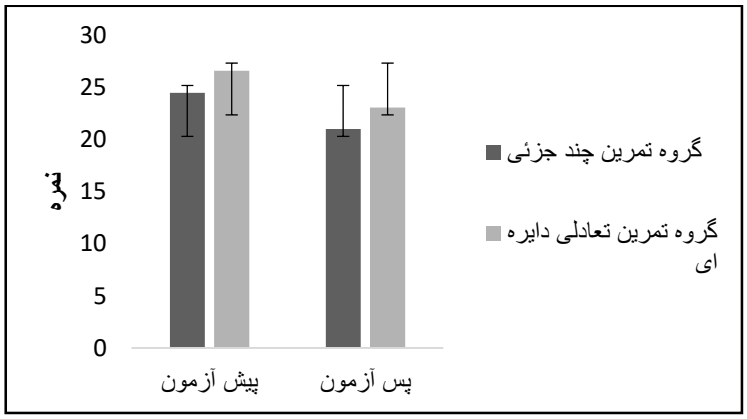
با توجه به شکل (۱۰)، حس عمقی پای راست و چپ در هر دو زاویه ۳۰ و ۶۰ درجه در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون بهبودی معنادار داشت. همچنین تفاوت معناداری بین دو پروتکل تمرینی در حس عمقی هر دو پا در زاویه ۳۰ درجه و پای راست در زاویه ۶۰ درجه مشاهده شد (P<۰/۰۵)، ولی تفاوت معناداری در حس عمقی پای چپ زاویه ۶۰ درجه مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

ترس از افتادن

جدول ۱۴- اطلاعات توصیفی مربوط به ترس از افتادن (نمره)

Table 14– Descriptive information about proprioception (points)

	پس‌آزمون Post-test		پیش‌آزمون Pre-test		
گروه Group	**میانگین Mean**	**انحراف معیار SD**	**میانگین Mean**	**انحراف معیار SD**	**درصد پیشرفت Progress Percentage**
تمرینات چندجزئی MEP Group	21.0	5.5	24.4	4.2	13.9%
تمرینات تعادلی دایره‌ای BEC Group	23.0	4.8	26.6	7.0	13.5%



شکل ۱۱- مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون ترس از افتادن

Figure 11- Comparison of pre-test and post-test of fear of falling

جدول ۱۵ – تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر مربوط به ترس از افتادن
Table 15- Results of ANOVA repeated measures between groups

اندازه اثر Effect Size	مقدار F F-Value	سطح معناداری P-Value	تأثیرات Sources of Variation
0.64	49.12	<0.001	درون‌گروهی (اثر زمان) Time Effect (Time)
0.05	1.37	0.252	بین‌گروهی (اثر گروه) Group Effect (Group)
0.00	0.004	0.947	تعاملی (اثر زمان×گروه) Interaction Effect (Time × Group)

براساس شکل (۱۱)، بین سطح نسبت ترس از افتادن کل نمونه‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون تفاوت معناداری وجود داشت، ولی تفاوت معناداری بین دو روش تمرینی در ترس از افتادن مشاهده نشد (P>۰/۰۵، η^2=۰/۰۰ ، F(۱، ۲۸)=۰/۰۰۴).

بحث و نتیجه‌گیری

هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر هشت هفته تمرینات تعادلی دایره‌ای با تمرینات چندجزئی بر تعادل ایستا و پویا، حس عمقی و ترس از افتادن در زنان سالمند بود. به طور کلی، نتایج پس از دوره تمرینی تفاوت معناداری را در شاخص‌های تعادل ایستا، تعادل پویا، حس عمقی و ترس از افتادن در زنان سالمند در مقایسه با پیش‌آزمون در هر دو گروه تمرینات تعادلی دایره‌ای و تمرینات چندجزئی نشان داد؛ یعنی هر دو نوع روش تمرینی برای زنان سالمند تأثیرگذار بودند. همچنین مقایسه نتایج بین دو روش تمرین نشان داد، در آزمون دسترسی عملکردی و حس عمقی تفاوت معنادار مشاهده شد که نشان‌دهنده اثربخشی بیشتر تمرینات چندجزئی در مقایسه با تمرینات تعادلی دایره‌ای بود؛ با این حال، تفاوت معناداری بین دو پروتکل تمرین در فاکتورهای تعادل ایستا، تعادل پویا در آزمون وای و آزمون زمان برخاستن و حرکت کردن و امتیاز ترس از افتادن زنان سالمند مشاهده نشد که نشان می‌دهد تمرین تعادلی دایره‌ای تقریباً به طور برابر باعث بهبود متغیرهای پژوهش شد. نتایج تعادل ایستا نشان داد، هر دو روش تمرینی چندجزئی و تعادلی دایره‌ای بطور معناداری موجب بهبود تعادل ایستا در مقایسه با پیش‌آزمون شدند. نتایج پژوهش حاضر با مطالعات گانزالز[6] و همکاران (۱۴)،

6. Gonzalez

ییینگ چیو[۱]و همکاران (۱۶)، چیتراکول[۲]و همکاران (۱۸)، پیریرا[۳]و همکاران (۱۹)، کاستا و همکاران (۲۰) و کاستا و همکاران (۳۳) همسوست. باوجود اینکه نتایج تعادل ایستا با استفاده از دستگاه اسکن کف پا در گروه تمرین چندجزئی ۱۸ درصد و در گروه تمرین تعادلی دایره‌ای ۱۱ درصد بهبود یافت، ولی تفاوت معناداری بین دو گروه مشاهده نشد؛ درحالی که نتایج آزمون دسترسی عملکردی نشان‌دهنده وجود تفاوت معنادار بین دو گروه بود و گروه تمرین چندجزئی بهبودی بیشتری را در تعادل ایستا نسبت به گروه تمرین تعادلی دایره‌ای نشان داد (شکل ۵). با توجه به اهمیت حس عمقی در حفظ تعادل، تمرینات چندجزئی به دلیل تأثیر بیشتر بر حس عمقی و انجام تمرینات مربوط به آن در هر جلسه تمرینی موجب بهبودی بیشتری در تعادل شده است. همچنین به نظر می‌رسد تمرینات چندجزئی با داشتن بخش‌های تعادل، قدرت، حس عمقی و به‌کارگیری هر چهار بخش در هر جلسه تمرین بیشترین تأثیر بر بهبود تعادل دارد (۲۱) که نتایج پژوهش حاضر را تأیید می‌کند. همچنین نتایج تعادل پویا و مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه‌های تمرینی نشان می‌دهد، هر دو روش تمرین چندجزئی و تعادلی دایره‌ای موجب بهبود تعادل پویا شدند، اما تفاوت معناداری بین دو روش تمرینی در بهبود تعادل پویا یافت نشد. گانزالز و همکاران به بررسی تأثیر کوتاه‌مدت و میان‌مدت تمرینات چندجزئی بر میزان زمین خوردن، تعادل و راه رفتن در سالمندان پرداختند. گروه تجربی برنامه تمرینی چندجزئی را که شامل تمرینات تعادلی قدرتی و مقاومتی هوازی بود، سه جلسه در هفته انجام دادند. همچنین عملکردهای فیزیکی آزمودنی‌ها شامل راه رفتن، تعادل و تراکم استحوان در هر دو گروه تجربی و کنترل در ماه اول، سوم و ششم دوره تمرینی ارزیابی شد. نتایج نشان داد، برنامه تمرینات چندجزئی می‌تواند موجب بهبود تعادل و راه رفتن در افراد سالمند شود (۱۴). چیتراکول و همکاران در پژوهشی با هدف تأثیر تمرینات چندجزئی در پیشگیری از زمین خوردن و بهبود کیفیت زندگی مرتبط با سلامتی، ۷۲ فرد سالمند بیشتر از ۶۵ سال را بررسی کردند و آزمودنی‌ها به دو گروه تجربی و کنترل ۳۶ نفره تقسیم شدند. تمرینات چندجزئی از چهار بخش تمرینات تعادلی، حس عمقی، زمان واکنش و قدرت تشکیل شده بود که گروه تجربی تمرینات را به مدت دوازده هفته و سه جلسه در هفته انجام دادند. ارزیابی از هر دو گروه قبل از شروع دوره تمرینی، در پایان دوازده هفته تمرین و همچنین هفته بیست و چهارم انجام گرفت. نتایج تفاوت معناداری را در میزان زمین خوردن، حس عمقی، زمان واکنش و تعادل در گروه تمرینات چندجزئی در هفته‌های دوازدهم و هفته بیست و چهارم در مقایسه با گروه کنترل نشان داد. همچنین کیفیت زندگی در گروه تجربی پیشرفت درخورملاحظه‌ای داشت. براساس نتایج بیان شد که برنامه تمرینات چندجزئی به‌عنوان یک روش تمرینی مؤثر در سالمندان موجب بهبود تعادل می‌شود (۱۸). کاستا و همکاران با استفاده از تمرینات تعادلی دایره‌ای تلاش کردند آمادگی عملکردی را در افراد سالمند بهبود ببخشند. در این مطالعه ۲۲ داوطلب به دو گروه تقسیم شدند و تعادل آزمودنی‌ها با استفاده از دستگاه پلت فرم نیرو اندازه‌گیری شد. پس از پایان دوره تمرین و ارزیابی مجدد، نتایج نشان داد که تمرینات تعادلی دایره‌ای توانست تعادل را در افراد سالمند بهبود دهد و از زمین خوردن آن‌ها جلوگیری کند (۳۳). از طرفی، کاستا و همکاران به دنبال یافتن پروتکل‌های خاص برای پیشگیری از زمین خوردن و بهبود تعادل در افراد سالمند به بررسی تأثیر تمرینات تعادلی دایره‌ای

8. Ying Chiu

7. Chitrakul

5. Pereira

پرداختند. تعداد ۵۷ زن سالمند به دو گروه تجربی و کنترل تقسیم شدند و به مدت دوازده هفته در تمرینات شرکت کردند. آزمودنی‌ها براساس آزمون تعادل برگ و شاخص زمین خوردن ارزیابی شدند. نتایج پس از اتمام دوره تمرین مشابه پژوهش حاضر نشان داد که تمرینات تعادلی دایره‌ای به‌عنوان روش کاربردی و آسان می‌تواند موجب بهبود تعادل و کاهش زمین خوردن در سالمندان شود (۲۰).

یکی دیگر از فاکتورهای بررسی‌شده در مطالعه، حس عمقی بود. نتایج پژوهش حاضر در زمینه حس عمقی نشان‌دهنده تأثیر هر دو برنامه تمرینی تعادلی دایره‌ای و تمرینات چندجزئی در بهبود حس عمقی سالمندان بود. همچنین نتایج نشان داد، تأثیر تمرینات چندجزئی بیشتر از تعادلی دایره‌ای است. نتایج مطالعه حاضر در زمینه اثر تمرین بر حس عمقی با نتایج پژوهش اسپجو[1] و همکاران که به تأثیر تمرینات چندجزئی و حس عمقی اشاره کردند (۳۴) و نیز مطالعه چیتراکول و همکاران که به تأثیر تمرینات چندجزئی و بهبود حس حس عمقی و تعادل اشاره کردند (۱۹)، هم‌راستا است. با افزایش سن، حس عمقی در سطح مرکزی و محیطی کاهش می‌یابد و پژوهش‌ها نشان می‌دهند این کاهش به دلیل تغییرات دوک عضلانی است. تغییر در تعداد و عملکرد واحدهای حرکتی بر تولید و کنترل نیروی عضلانی تأثیر می‌گذارد و موجب کاهش حس عمقی می‌شود. در سطح مرکزی فعالیت بدنی با تعدیل افزایش مکانیکی گیرنده و ایجاد تغییر در سیستم عصبی مرکزی حس عمقی را تغییر می‌دهد. تمرین مکرر یک مهارت حرکتی موجب افزایش خروجی دوک عضلانی و تغییرات در سیستم عصبی مرکزی مانند افزایش قدرت اتصالات سیناپسی و تعداد اتصالات می‌شود و از این طریق حس عمقی را بهبود می‌بخشد. در سطح محیطی بهبود حس عمقی با تغییرات دوک عضلانی مرتبط است. تمرین موجب سازگاری‌های مورفولوژیک در دوک عضلانی و کاهش تأخیر پاسخ رفلکسی می‌شود (۳۵). پژوهش‌های گذشته نشان می‌دهند که تمرینات چندجزئی و تعادلی می‌تواند موجب بهبود حس عمقی در سالمندان شود. در همین زمینه، پیریرا و همکاران به بررسی تأثیر تمرینات تعادلی دایره‌ای بر قدرت عضلانی، تعادل و عمکرد در زنان سالمند پرداختند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که در این روش تمرینی با انجام تمرینات با چشم بسته و به‌کارگیری حس عمقی می‌توان موجب بهبود آن و پیشگیری از زمین خوردن در سالمندان شد (۱۹). همچنین سانگ[2] و همکاران به بررسی تأثیر یک برنامه تمرینی بر تعادل و حس عمقی در سالمندان پرداختند. تعداد ۳۸ فرد سالمند به دو گروه ۱۹ نفره کنترل و تجربی تقسیم شدند و گروه تجربی به مدت هشت هفته در در برنامه تمرینی شرکت کردند. نتایج آزمون‌های تعادل ایستادن روی یک‌پا، تست تعادل برگ، دسترسی عملکردی و TUG نشان داد، تعادل به طور درخورتوجهی بهبود یافت. همچنین ارزیابی حس عمقی تنه نشان داد، پس از انجام هشت هفته فعالیت بدنی خطاهای جابه‌جایی تنه کاهش و حس عمقی نیز بهبود پیدا کرد (۳۶).

فعالیت بدنی که موجب بهبود تعادل و قدرت عضلانی می‌شود، می‌تواند حس عمقی را افزایش دهد. بهبود قدرت عضلانی موجب کنترل بهتر حرکت می‌شود و درنتیجه حس عمقی مفصل را در شرایط تحمل وزن افزایش می‌دهد (۳۵). با توجه به اهمیت قدرت در حس عمقی، به نظر می‌رسد تمرینات چندجزئی با دارا بودن اجزای مختلف ازجمله بخش‌های تعادلی،

9. Espejo

10. Song

قدرت عضلانی و حس عمقی و به‌کارگیری هرکدام از اجزا در همه جلسات تمرینی موجب پیشرفت بیشتری در حس عمقی نسبت به تمرینات تعادلی دایره‌ای شده است. همچنین تمرینات تعادلی دایره‌ای با به چالش کشیدن ورودی‌های حسی از گیرنده‌های مکانیکی، سیستم بینایی و سیستم دهلیزی موجب بهبود حس عمقی در سالمندان می‌شود.

همچنین نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد، هر دو روش تمرین تعادلی دایره‌ای و چندجزئی موجب کاهش ترس از افتادن در سالمندان شدند، ولی تفاوت معناداری بین دو روش یافت نشد (شکل ۱۱). در زمینه تمرینات تعادلی دایره‌ای به نظر می‌رسد، این نوع تمرینات به دلیل شبیه سازی فعالیت‌های زندگی روزمره و تمرین و تکرار آن‌ها می‌تواند موجب افزایش اعتمادبه‌نفس حرکتی در سالمندان شده و با ایجاد سازگاری‌های عصبی‌عضلانی و تسهیل به‌کارگیری این الگوها در فعالیت‌های روزمره باعث کاهش ترس از زمین خوردن در این افراد شود. در این راستا، کاستا و همکاران به بررسی تأثیر تمرینات تعادلی دایره‌ای در پیشگیری از زمین خوردن در سالمندان پرداختند. نتایج نشان داد، پس از سه ماه تمرینات تعادلی دایره‌ای قدرت عضلانی و تعادل در سالمندان بهبود پیدا کرد و تعداد زمین خوردن و ترس از آن در این افراد کاهش یافت (۳۳). پیریرا و همکاران به بررسی تأثیر تمرینات تعادلی دایره‌ای بر تعادل و قدرت عضلانی سالمندان پرداختند و ترس از افتادن این گروه از افراد را نیز بررسی کردند. بررسی نتایج پس از دوازده هفته تمرینات تعادلی دایره‌ای نشان داد، تعادل و قدرت عضلانی در افراد بهبود یافت و به دنبال آن ترس از سقوط در سالمندان کاهش یافت (۱۹). از طرفی، گاریگا[11] و همکاران به بررسی تأثیر تمرینات دایره‌ای بر ترس از زمین خوردن و وضعیت سلامتی افراد سالمند پرداختند. تعداد ۸۴ فرد سالمند به دو گروه تجربی و کنترل تقسیم و گروه تجربی به مدت دوازده هفته در یک برنامه تمرینی دایره‌ای که شامل تمرینات تعادلی و قدرتی بود، شرکت کردند. ترس از افتادن افراد از طریق مقیاس اعتماد به تعادل حین انجام فعالیت ارزیابی شد. نمره بیشتر از ۸۰ نشان‌دهنده سطح بالای عملکرد فیزیکی و حداقل ترس از افتادن، نمره ۵۰-۸۰ نشان‌دهنده سطح متوسط و نمره کمتر از ۵۰ نشان‌دهنده سطح پایین عملکرد فیزیکی بود. در این آزمون نمرات کمتر از ۶۷ افراد درمعرض زمین خوردن را شناسایی کرد. پس از پایان دوره تمرینی، نتایج نشان داد که تمرینات دایره‌ای موجب کاهش ترس از افتادن و بهبود وضعیت سلامتی در سالمندان شد (۳۷).

پس از تجربه زمین خوردن ضعف در سالمندان افزایش می‌یابد و باعث کاهش استقلال، فعالیت فیزیکی و اجتماعی می‌شود. همچنین افزایش ترس از افتادن با افزایش خطر زمین خوردن همراه است. بهبود تعادل و قدرت عضلانی پس از فعالیت بدنی با کاهش ترس از افتادن همراه است (۳۸). نشان داده شده است که قدرت عضلات چهارسر به طور مستقیم با خطر سقوط در سالمندان مرتبط است و تقویت این عضلات می‌تواند احتمال زمین خوردن را کاهش دهد (۳۸)؛ بر این اساس، تمرینات چندجزئی با دارا بودن مجزای بخش تمرینات تقویتی اندام تحتانی و بخش تمرینات تعادلی می‌تواند موجب افزایش اعتمادبه‌نفس سالمندان حین فعالیت‌های روزمره شود و ترس از زمین خوردن در این گروه افراد را کاهش دهد. در این راستا، فیلیپ[12] و همکاران به بررسی تأثیر هشت جلسه تمرینات چندجزئی بر ترس از زمین خوردن و کاهش افتادن در افراد سالمند پرداختند. تعداد ۳۵ فرد سالمند در این برنامه تمرینی هشت جلسه‌ای شرکت کردند. ترس از

11. Garriga

12. Philippe

افتادن آزمودنی‌ها با پاسخ «بله» یا «خیر» به سؤال «آیا از زمین خوردن می‌ترسی؟» ارزیابی شد. پس از پایان هشت جلسه تمرین چندجزئی، نتایج نشان‌دهنده بهبود تعادل و کاهش ترس از زمین خوردن بود (۳۸). چیتراکول و همکاران به بررسی تأثیر تمرینات چندجزئی بر جلوگیری از زمین خوردن در افراد سالمند پرداختند. در این مطالعه ۷۲ فرد سالمند بیشتر از ۶۵ سال به دو گروه تقسیم شدند و گروه تجربی در یک برنامه تمرینی چندجزئی شامل تمرینات تعادلی، قدرت، حس عمقی و زمان واکنش شرکت کردند. در این مطالعه، ترس از افتادن افراد از طریق پرسشنامه بین‌المللی ترس از افتادن بررسی شد. پس از پایان دوره تمرین، ارزیابی نتایج نشان داد که ترس از زمین خوردن در افراد گروه تجربی کاهش یافت و این روش تمرینی توانست ترس از افتادن و نرخ زمین خوردن سالمندان را کاهش دهد (۱۸). از طرفی کورل[۱] و همکاران به مطالعه تأثیر تمرینات چندجزئی بر جلوگیری از ضعف و زمین خوردن در افراد پرداختند. تمرینات چندجزئی شامل بخش‌های تعادل، قدرت عضلانی، انعطاف‌پذیری و استقامت قلبی عروقی بود. تعداد ۲۴ فرد سالمند به دو گروه تقسیم و گروه تجربی به مدت ۲۴ هفته در تمرینات چندجزئی شرکت کردند. ترس از افتادن افراد در این مطالعه با استفاده از پرسشنامه بین‌المللی ترس از افتادن (FES-I) ارزیابی شد. نتایج نشان داد، تمرینات چندجزئی علاوه بر اینکه توانست موجب بهبود قدرت در سالمندان شود، ترس از زمین خوردن را نیز در این افراد کاهش داد (۳۹).

به نظر می‌رسد، هر دو روش تمرینی برای سالمندان تأثیرگذار بودند. تمرینات چندجزئی نیز باعث بهبودی بیشتری در مقایسه با تمرینات تعادلی دایره‌ای در متغیرهای شاخص تعادل ایستا و تعادل پویا در آزمون تعادل وای، آزمون زمان برخاستن و حرکت کردن و آزمون دسترسی عملکردی، حس عمقی و نمره ترس از افتادن شد. همچنین این روش تمرینی در مقایسه با روش تعادل دایره‌ای موجب بهبودی بیشتری در حس عمقی و تعادل ایستا در آزمون دسترسی عملکردی شد. با توجه به سادگی انجام تمرینات چندجزئی و تعادلی دایره‌ای و هزینه اندک و در دسترس بودن برای سالمندان، توصیه می‌شود همه مسئولان، مدیران ورزش و مربیان از این روش‌های تمرینی استفاده کنند

پیام مقاله

نتایج این تحقیق حاکی از آن است که هر دو روش تمرینات چندجزئی و تعادلی دایره‌ای موجب بهبود عملکرد حرکتی و کاهش ترس از افتادن در سالمندان می‌شود. همچنین به دلیل اینکه تمرینات چندجزئی موجب بهبودی بیشتری در تعادل و حس عمقی زنان سالمند می‌شود، می‌توان از این تمرینات در برنامه‌های توان‌بخشی سالمندان استفاده کرد.

ملاحظات اخلاقی

این مطالعه مطابق با استانداردهای اخلاقی برای تحقیقات مربوط به شرکت‌کنندگان انسانی انجام شد. همه شرکت‌کنندگان قبل از ورود به مطالعه، رضایت آگاهانه خود را ارائه دادند. پروتکل تحقیق توسط کمیته اخلاق بررسی و تأیید شد.

13. Courel

مشارکت نویسندگان

نویسنده اول: مینا کریمی

نویسنده مسئول: نادر رهنما (استاد راهنما)

.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچ تضاد منافعی در رابطه با انتشار این مقاله وجود ندارد..

تشکر و قدردانی

از همه دوستان و عزیزانی که در اجرای این پژوهش همکاری کردند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود..

منابع

منابع

1. Nations U. World population ageing 2019 (st/esa/ser. a/444). Department of Economic and Social Affairs PD, editor New York, USA2020. 2020.
2. Safarkhanlou, Helia, Kahrodi R. Changes in the elderly population in Iran and the world. Statistics (analytical-research bimonthly). 2017;5(3):8-16. [In Persian].
3. Benavent-Caballer V, Rosado-Calatayud P, Segura-Ortí E, Amer-Cuenca J, Lisón J. Effects of three different low-intensity exercise interventions on physical performance, muscle CSA and activities of daily living: a randomized controlled trial. Experimental Gerontology. 2014;58:159-65 . https://doi.org/10.1016/j.exger.2014.08.004
4. Rodrigues F, Domingos C, Monteiro D, Morouço P. A review on aging, sarcopenia, falls, and resistance training in community-dwelling older adults. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2022;19(2):874. https://doi.org/10.3390/ijerph19020874
5. Engels H-J, Drouin J, Zhu W, Kazmierski J. Effects of low-impact, moderate-intensity exercise training with and without wrist weights on functional capacities and mood states in older adults. Gerontology. 1998;44(4):239-44 .https://doi.org/10.1159/000022018
6. Shepard NT ,Smith-Wheelock M, Telian SA, Raj A. Vestibular and balance rehabilitation therapy. Annals of Otology, Rhinology & Laryngology. 1993;102(3):198-205 . https://doi.org/10.1177/000348949310200306
7. Brech GC, Bobbio TG, Cabral KdN, Coutinho PM, Castro LRd, Mochizuki L, et al. Changes in postural balance associated with a woman's aging process. Clinics. 2022;77:100041 . https://doi.org/10.1016/j.clinsp.2022.100041
8. Mejía ST, Su T-T, Hsieh KL, Griffin AM, Sosnoff JJ. The dynamic interplay of objective and subjective balance and subsequent task performance: Implications for fall risk in older adults. Gerontology. 2023;69(5):581-92 .https://doi.org/10.1159/000528649
9. Ahmad I, Reddy RS, Alqhtani RS, Tedla JS, Dixit S, Ghulam HSH, et al. Exploring the Nexus of lower extremity proprioception and postural stability in older adults with osteoporosis: a cross-sectional investigation .Frontiers in Public Health. 2023;11:1287223 .https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1287223
10. Lai Z, Pang H, Hu X, Dong K, Wang L. Effects of intrinsic-foot-muscle exercise combined with the lower extremity resistance training on postural stability in older adults with fall risk: study protocol for a randomised controlled trial. Trials. 2021;22:1-13 .
11. Wiedenmann T, Held S, Rappelt L, Grauduszus M, Spickermann S, Donath L. Exercise based reduction of falls in communitydwelling older adults: a network meta-analysis. European review of aging and physical activity. 2023;20(1):1 .

12. de Souza LF, Canever JB, Moreira BdS, Danielewicz AL, de Avelar NCP. Association between fear of falling and frailty in community-dwelling older adults: a systematic review. Clinical Interventions in Aging. 2022:129-40 .https://doi.org/10.2147/CIA.S328423
13. MacKay S, Ebert P, Harbidge C, Hogan DB. Fear of falling in older adults: a scoping review of recent literature. Canadian Geriatrics Journal. 2021;24(4):379 .https://doi.org/10.5770/cgj.24.521
14. Puente-González AS, Sanchez-Gonzalez F, Hernández-Xumet JE, Sánchez-Sánchez MC, Barbero-Iglesias FJ, Mendez-Sanchez R. Short and medium-term effects of a multicomponent physical exercise program with a Mediterranean diet on bone mineral density, gait, balance, and fall risk for patients with Alzheimer disease: Randomized controlled clinical trial study protocol. Medicine. 2020;99(38):e22385 .
15. Wang X, Wang H, Ye Z, Ding G, Li F, Ma J, et al. The neurocognitive and BDNF changes of multicomponent exercise for community-dwelling older adults with mild cognitive impairment or dementia: a systematic review and meta-analysis. Aging (Albany NY). 2020;12(6):4907 . https://doi.org/10.18632/aging.102918
16. Chiu T-Y, Yu H-W. Associations of multicomponent exercise and aspects of physical performance with frailty trajectory in older adults. BMC Geriatrics. 2022;22(1):559 .https://doi.org/10.1186/s12877-022-03246-6
17. Caldas LRdR, Albuquerque MR, Araújo SRd, Lopes E, Moreira AC, Cândido TM, et al. Dezesseis semanas de treinamento físico multicomponente melhoram a resistência muscular, agilidade e equilíbrio dinâmico em idosas. Revista Brasileira de Ciências do Esporte. 2019;41:150-6 .https://doi.org/10.1016/j.rbce.2018.04.011
18. Chittrakul J, Siviroj P, Sungkarat S, Sapbamrer R. Multi-system physical exercise intervention for fall prevention and quality of life in pre-frail older adults: a randomized controlled trial. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2020;17(9):3102 . https://doi.org/10.3390/ijerph17093102
19. Avelar BP, Costa JNdA, Safons MP, Dutra MT, Bottaro M, Gobbi S, et al. Balance exercises circuit improves muscle strength, balance, and functional performance in older women. Age. 2016;38:1-11 .https://doi.org/10.1007/s11357-016-9872-7
20. Costa J, Avelar B, Safons M, Gonçalves C, Pereira M. Efeitos do circuito de equilíbrio sobre o equilíbrio funcional e a possibilidade de quedas em idosas. Motricidade. 2012;8(2):485-92 .
21. Gillespie LD, Robertson MC, Gillespie WJ, Sherrington C, Gates S, Clemson L, et al. Interventions for preventing falls in older people living in the community. Cochrane Database of Systematic Reviews. 2012 .https://doi.org/10.1002/14651858.CD007146.pub3
22. Sherrington C, Tiedemann A, Fairhall N, Close JC, Lord SR. Exercise to prevent falls in older adults: an updated meta-analysis and best practice recommendations. New South Wales Public Health Bulletin. 2011;22(4):78-83 .https://doi.org/10.1071/NB10056
23. Kartal A. Comparison of static balance in different athletes. The Anthropologist. 2014;18(3):811-5 .https://doi.org/10.1080/09720073.2014.11891613
24. Pourmahmoudian P, Noraste AA, Daneshmandi H, Atrkar Roshan Z. Functional balance assessment scales in elderly. Iranian Journal of Ageing. 2018;13(2):132-53 .
25. Hiyama Y, Yamada M, Kitagawa A, Tei N, Okada S. A four-week walking exercise programme in patients with knee osteoarthritis improves the ability of dual-task performance: a randomized controlled trial. Clinical Rehabilitation. 2012;26(5):403-12 .https://doi.org/10.1177/0269215511421028
26. Sipe CL, Ramey KD, Plisky PP, Taylor JD. Y-balance test: a valid and reliable assessment in older adults. Journal of Aging and Physical Activity. 2019;27(5):663-9. https://doi.org/10.1123/japa.2018-0330
27. Gökşen A, Can F, Yilmaz S, Korkusuz F. Comparison of different neuromuscular facilitation techniques and conventionalphysiotherapy in knee osteoarthritis. Turkish Journal of Medical Sciences. 2021;51(6):3089-97 .https://doi.org/10.3906/sag-2101-298
28. Zeng Z, Shan J, Zhang Y, Wang Y, Li C, Li J, et al. Asymmetries and relationships between muscle strength, proprioception, biomechanics, and postural stability in patients with unilateral knee osteoarthritis. Frontiers in Bioengineering and Biotechnology. 2022;10:922832 . https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.922832

29. Park J-Y, Lee J-C, Bae J-J, Cheon M-W. The effect of proprioceptive exercise on knee active articular position sense using Biodex System 3pro®. Transactions on Electrical and Electronic Materials. 2014;15(3):170-3 .https://doi.org/10.4313/TEEM.2014.15.3.170
30. Khajavi D. Validation and reliability of Persian version of fall efficacy scale-international (FES-I) in community-dwelling older adults. Iranian Journal of Ageing. 2013;8(2):39-47 .
31. Yardley L, Beyer N, Hauer K, Kempen G, Piot-Ziegler C, Todd C. Development and initial validation of the Falls Efficacy Scale-International (FES-I). Age and Ageing. 2005;34(6):614-9. https://doi.org/10.1093/ageing/afi196
32. Prata MG, Scheicher ME. Effects of strength and balance training on the mobility, fear of falling and grip strength of elderly female fallers. Journal of bodywork and movement therapies. 2015;19(4):646-50 .https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2014.11.013
33. Costa JN, Ribeiro AL, Ribeiro DB, Neri SG, Barbosa DF, Avelar BP, et al. Balance Exercise Circuit for fall prevention in older adults: a randomized controlled crossover trial. Journal of frailty, sarcopenia and falls. 2022;7(2). https://doi.org/10.22540/JFSF-07-060
34. Espejo-Antúnez L, Pérez-Mármol JM, de los Ángeles Cardero-Durán M, Toledo-Marhuenda JV, Albornoz-Cabello M. The effect of proprioceptive exercises on balance and physical function in institutionalized older adults: a randomized controlled trial .Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2020;101(10):1780-8 .https://doi.org/10.1016/j.apmr.2020.06.010
35. Ribeiro F, Oliveira J. Aging effects on joint proprioception: the role of physical activity in proprioception preservation. European Review of Aging and Physical Activity. 2007;4:71-6. https://doi.org/10.1007/s11556-007-0026-x
36. Song CH, Petrofsky JS, Lee SW, Lee KJ, Yim JE. Effects of an exercise program on balance and trunk proprioception in older adults with diabetic neuropathies. Diabetes Technology & Therapeutics. 2011;13(8):803-11 .https://doi.org/10.1089/dia.2011.0036
37. Giné-Garriga M, Guerra M, Unnithan VB. The effect of functional circuit training on self-reported fear of falling and health status in a group of physically frail older individuals: a randomized controlled trial. Aging Clinical and Experimental Research. 2013;25:329-36 .https://doi.org/10.1007/s40520-013-0048-3
38. Philippe AG, Goncalves A, Martinez C, Deshayes M, Charbonnier E. Can an eight-session multicomponent physical exercise program reduce fall risk and fear of falling among the elderly? International Journal of Environmental Research and Public Health. 2022;19(14):8262. https://doi.org/10.3390/ijerph19148262
39. Courel-Ibáñez J, Buendía-Romero Á, Pallarés JG, García-Conesa S, Martínez-Cava A, Izquierdo M. Impact of tailored multicomponent exercise for preventing weakness and falls on nursing home residents' functional capacity. Journal of the American Medical Directors Association. 2022;23(1):98-104. https://doi.org/10.1016/j.jamda.2021.05.037