

Accepted Manuscript

Accepted Manuscript (Uncorrected Proof)

Title: Comparison of the effect of reactive core stability exercises and conventional core stability on postural control and fall risk in elderly women

Authors: Haniyeh Rezayat¹, Gholam Ali Ghasemi¹, Morteza Sadeghi¹

Department of Sports Injuries, Faculty of Sport Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran.

***Corresponding Author:** Gholam Ali Ghasemi, Department of Sports Injuries, Faculty of Sport Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran. Email: gh.ghasemi@spr.ui.ac.ir

To appear in: **Salmand: Iranian Journal of Ageing**

Received date: 29/11/2025

Accepted date: 01/06/2026

First Online Published: 26/07/2026

This is a "Just Accepted" manuscript, which has been examined by the peer-review process and has been accepted for publication. A "Just Accepted" manuscript is published online shortly after its acceptance, which is prior to technical editing and formatting and author proofing. Salmand: Iranian Journal of Ageing provides "Just Accepted" as an optional service which allows authors to make their results available to the research community as soon as possible after acceptance. After a manuscript has been technically edited and formatted, it will be removed from the "Just Accepted" Website and published as a published article. Please note that technical editing may introduce minor changes to the manuscript text and/or graphics which may affect the content, and all legal disclaimers that apply to the journal pertain.

Please cite this article as:

Rezayat H, Ghasemi GA, Sadeghi M. [Comparison of the effect of reactive core stability exercises and conventional core stability on postural control and fall risk in elderly women (Persian)]. Salmand: Iranian Journal of Ageing. Forthcoming 2026. Doi: <http://dx.doi.org/10.32598/sija.2026.4193.1>

Doi: <http://dx.doi.org/10.32598/sija.2026.4193.1>

نسخه پذیرفته شده پیش از انتشار

نسخه پذیرفته شده پیش از انتشار

عنوان: مقایسه اثر تمرینات ثبات مرکزی واکنشی و ثبات مرکزی رایج بر کنترل پاسچر و خطر افتادن سالمندان زن

نویسندگان: هانیه رضایت^۱، غلامعلی قاسمی^۱، مرثضی صادقی^۱

۱. آسیب شناسی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.

*نویسنده مسئول: غلامعلی قاسمی، آسیب شناسی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران. ایمیل: gh.ghasemi@spr.ui.ac.ir

نشریه: سالمند: مجله سالمندی ایران

تاریخ دریافت: ۸ آذر ۱۴۰۴

تاریخ پذیرش: ۱۱ خرداد ۱۴۰۵

تاریخ انتشار اولیه: ۴ مرداد ۱۴۰۵

این نسخه «پذیرفته شده پیش از انتشار» مقاله است که پس از طی فرایند داوری، برای چاپ، قابل پذیرش تشخیص داده شده است. این نسخه در مدت کوتاهی پس از اعلام پذیرش به صورت آنلاین و قبل از فرایند ویراستاری منتشر می شود. نشریه سالمند گزینه «پذیرفته شده پیش از انتشار» را به عنوان خدمتی به نویسندگان ارائه می دهد تا نتایج آن ها در سریع ترین زمان ممکن پس از پذیرش برای جامعه علمی در دسترس باشد. پس از آنکه مقاله ای فرایند آماده سازی و انتشار نهایی را طی می کند، از نسخه «پذیرفته شده پیش از انتشار» خارج و در یک شماره مشخص در وبسایت نشریه منتشر می شود. شایان ذکر است صفحه آرایی و ویراستاری فنی باعث ایجاد تغییرات صوری در متن مقاله می شود که ممکن است بر محتوای آن تأثیر بگذارد و این امر از حیطه مسئولیت دفتر نشریه خارج است.

لطفا این گونه استناد شود:

Rezayat H, Ghasemi GA, Sadeghi M. [Comparison of the effect of reactive core stability exercises and conventional core stability on postural control and fall risk in elderly women (Persian)]. Salmand: Iranian Journal of Ageing. Forthcoming 2026. Doi: <http://dx.doi.org/10.32598/sija.2026.4193.1>

Doi: <http://dx.doi.org/10.32598/sija.2026.4193.1>

Abstract

Objectives: Although both core stability and reactive exercises appear to be effective in improving balance and stability in the elderly, the combined effect of these two types of exercise on the balance and fear of falling in older adults has not been previously investigated. Therefore, the present study aimed to compare the effects of reactive core stability training and conventional core stability training on postural control and fall risk in elderly women.

Materials and Methods: In this randomized controlled trial with a pre-test/post-test design, 36 healthy elderly women aged 65 to 75 years from Isfahan city were voluntarily selected based on inclusion criteria and randomly assigned to three 12-person groups: conventional core stability exercises, reactive core stability exercises, and control. In the pre-test (one week before the intervention) and post-test (48 hours after the intervention) phases, participants' postural control and fall risk were assessed using a foot scan and the Falls Efficacy Scale-International (FES-I) questionnaire, respectively. During the eight-week training phase, consisting of three 45-minute sessions per week, the exercise groups performed their respective routines, while the control group continued their daily activities. Data were analyzed using composite analysis of variance ($p < 0.05$).

Results: The results of the present study showed that both conventional and reactive core stability exercises had a significant effect on improving postural control and reducing fall risk in elderly women ($p < 0.05$). Further results indicated that reactive core stability exercises, compared to conventional ones, led to greater improvement in postural control and reduction in fall risk in elderly women ($p < 0.05$).

Conclusion: Therefore, based on the findings, activating core muscles under reactive and controlled perturbation conditions can enhance the body's ability to respond rapidly to postural changes and more effectively reduce the risk of falling.

Keywords: Exercise training; Perturbation; Compensatory strategy; Postural balance; Stability; Aging

چکیده

اهداف: اگرچه، به نظر می‌رسد که تمرینات ثبات مرکزی و تمرینات واکنشی در بهبود تعادل و پایداری افراد مسن اثرگذار می‌باشند؛ اما تاکنون ترکیب این دو نوع تمرین بر تعادل و ترس از سقوط سالمندان انجام نشده است. بنابراین مطالعه حاضر با هدف مقایسه اثر تمرینات ثبات مرکزی واکنشی و ثبات مرکزی رایج بر کنترل پاسچر و خطر افتادن سالمندان زن انجام گرفت.

مواد و روش‌ها: در این کارآزمایی تصادفی‌سازی‌شده با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل، از بین سالمندان زن شهر اصفهان با دامنه سنی ۶۵ تا ۷۵ سال، ۳۶ سالمند سالم به صورت مشارکت داوطلبانه و براساس معیارهای ورود برای شرکت در پژوهش انتخاب و به صورت تصادفی در سه گروه ۱۲ نفری تمرینات ثبات مرکزی رایج، تمرینات ثبات مرکزی واکنشی و کنترل قرار گرفتند. در مرحله پیش‌آزمون (یک هفته قبل از شروع مداخله) و پس‌آزمون (۴۸ ساعت بعد از اتمام مداخله) کنترل پاسچر و خطر افتادن شرکت‌کنندگان به ترتیب با استفاده از فوت اسکن و پرسشنامه خودکارآمدی افتادن-فرم بین‌المللی ارزیابی شد. در مرحله تمرینی که به مدت هشت هفته و هر هفته ۳ جلسه و هر جلسه ۴۵ دقیقه به طول انجامید، گروه‌های تمرینی به انجام تمرینات مربوطه پرداختند، در حالیکه شرکت‌کنندگان گروه کنترل به انجام فعالیت‌های روزمره خود پرداختند. داده‌ها به روش تحلیل واریانس مرکب تحلیل شد ($P < 0.05$).

یافته‌ها: نتایج پژوهش حاضر نشان داد که هم تمرینات ثبات مرکزی رایج و هم تمرینات ثبات مرکزی واکنشی بر بهبود کنترل پاسچر و کاهش خطر سقوط سالمندان زن تاثیر معناداری دارد ($P < 0.05$). دیگر نتایج نشان داد که تمرینات ثبات مرکزی واکنشی در مقایسه با تمرینات ثبات مرکزی رایج باعث بهبود بیشتر کنترل پاسچر و خطر سقوط سالمندان زن شد ($P < 0.05$).

نتیجه‌گیری: بنابراین براساس نتایج، فعال‌سازی عضلات مرکزی در شرایط واکنشی و تحت آشفتگی کنترل‌شده می‌تواند توانایی بدن در پاسخ سریع به تغییرات پاسچر را افزایش دهد و خطر سقوط را به‌طور موثرتری کاهش دهد.

واژگان کلیدی: تمرینات ورزشی؛ آشفتگی؛ استراتژی جبرانی؛ تعادل وضعیتی؛ پایداری؛ سالمندی

پیری جمعیت، به ویژه در مورد افزایش شیوع زمین خوردن در میان سالمندان، یک چالش فوری و رو به رشد در حوزه سلامت عمومی در سراسر جهان است [۱]. طبق گزارش مرکز جمعیت جهان سازمان ملل پیش‌بینی می‌شود درصد افراد ۶۵ سال به بالا از ۱۰ درصد در سال ۲۰۲۲ به ۱۶ درصد تا سال ۲۰۵۰ افزایش یابد. این تغییر جمعیتی نه تنها جمعیت سالمندان را افزایش می‌دهد، بلکه تعداد کل زمین خوردن‌ها را نیز به طور قابل توجهی افزایش می‌دهد، که اکنون به عنوان یک نگرانی عمده بهداشتی در سطح جهان شناخته می‌شود [۲]. سازمان بهداشت جهانی^۱ (WHO) تخمین می‌زند که سالانه ۲۸ تا ۳۵ درصد از افراد ۶۵ سال به بالا و ۳۲ تا ۴۲ درصد از افراد ۷۵ سال به بالا دچار زمین خوردن می‌شوند [۳]. زمین خوردن هم بر سلامت جسمی و هم بر کیفیت زندگی سالمندان تأثیر می‌گذارد، ضمن اینکه فشار مالی قابل توجهی را بر خانواده‌ها و سیستم‌های مراقبت‌های بهداشتی وارد می‌کند [۴].

اگرچه سقوط در هر دو جنس سالمند یک مسئله مهم سلامت عمومی محسوب می‌شود، شواهد نشان می‌دهد که زنان سالمند شیوع بالاتری از سقوط و پیامدهای شدیدتری نظیر شکستگی‌های مرتبط با پوکی استخوان، کاهش استقلال عملکردی و ترس از سقوط را تجربه می‌کنند [۵]. زنان بیشتر در معرض خطر زمین خوردن هستند زیرا پس از ۴۰ سالگی، کاهش توده استخوانی سالانه ۰/۵ درصد است و پس از یائسگی، این کاهش حدود ۳ درصد در سال تشدید می‌شود که ناشی از پایان تولید استروژن توسط تخمدان‌ها، همراه با ضعف عضلانی و کاهش دامنه حرکت در اندام تحتانی است و می‌تواند باعث تلو تلو خوردن و از دست دادن کنترل پاسچر شود [۶]. تفاوت‌های مرتبط با جنس، از جمله کاهش سریع‌تر توده استخوانی پس از یائسگی، ضعف عضلانی بیشتر و تغییرات کنترلی عصبی-عضلانی، زنان سالمند را به گروهی آسیب‌پذیرتر در برابر اختلالات تعادلی و در نهایت کنترل پاسچر ضعیف‌تر تبدیل کرده است. از سوی دیگر، مرور نظام‌مند اخیر بر ناهمگونی پاسخ سالمندان به مداخلات تمرینی و لزوم بررسی گروه‌های همگن تأکید کرده‌اند [۷].

محققان برای بهبود کنترل پاسچر و در ادامه افتادن سالمندان، به ارائه تمرینات در جهت بهبود ثبات و عملکرد مرتبط با کنترل پاسچر روی آورده‌اند [۵]. یکی از تمریناتی که مورد توجه محققان قرار گرفته است، تمرینات ثبات مرکزی است. تمرینات ثبات مرکزی عناصر رایج برنامه‌های تمرینی در تناسب اندام، ورزش و توانبخشی هستند که ظرفیت سیستم کنترل حرکتی برای حفظ یا از سرگیری موقعیت نسبی یا راستای تنه تحت بارهای داخلی و یا خارجی را به چالش می‌کشند [۸]. این تمرینات کنترل پاسچر شرکت‌کنندگان را به گونه‌ای به چالش می‌کشند که ستون فقرات از نیروهای فشاری بیش از حد در امان بماند [۹]. اگرچه نتایج تحقیقات حاکی از بهبود

¹ World Health Organization (WHO)

تعادل سالمندان در اثر تمرینات ثبات مرکزی بود [۱۰-۱۴]، اما در این زمینه تحقیقات متناقضی نیز به چشم می‌خورد [۱۵].

اگرچه تحقیقات انجام شده در این حوزه (تمرینات ثبات مرکزی)، اثربخشی این تمرینات را نشان می‌دهد، ولی آنچه که مهم می‌باشد این است که بیشتر افتادن‌ها در اثر آشفتگی‌ها به وجود می‌آید. یک متاآنالیز از ۶۱ مطالعه شامل ۹۵۳۶ سالمند گزارش داد که آشفتگی در گام برداشتن، یک عامل خطر مهم برای زمین خوردن در میان سالمندان است [۱۶]. در اثر آشفتگی، سیستم عصبی مرکزی از دو مکانیسم (اصلاح قامتی پیش‌بین (یا مکانیسم پیش‌خواندی)^۲ و اصلاح قامتی جبرانی (یا مکانیسم بازخورد^۳)) برای جبران استفاده می‌کند [۱۷]. استراتژی‌های قابل پیش‌بینی وضعیت بدن یا کنترل پیشگیرانه، از طریق مکانیسم فیدفوروارد عمل می‌کنند و شامل واکنش‌های پیش‌بینی‌شده‌ای هستند که توسط فرد آغاز می‌شوند. هر حرکت ارادی، به ویژه حرکات سریع، می‌تواند با تغییر مرکز ثقل بدن، باعث اختلالات وضعیتی شود. این حرکات را می‌توان تا حدی توسط سیستم عصبی مرکزی پیش‌بینی کرد، که فعالیت عضلات وضعیتی را هم قبل و هم در پاسخ به اختلالات تنظیم می‌کند [۱۸]. استراتژی‌های جبرانی وضعیت بدن یا کنترل واکنشی، از طریق یک مکانیسم بازخورد عمل می‌کنند و شامل واکنش‌های جبرانی هستند که توسط سیگنال‌های بازخورد حسی ایجاد می‌شوند. این استراتژی‌ها مرکز جرم بدن را پس از یک اختلال غیرمنتظره به یک محدوده پایدار بازمی‌گردانند. کنترل پاسچر واکنشی اساساً توانایی پاسخ سریع پس از یک اختلال تعادل است [۱۹]. بنابراین با توجه به این تعاریفات، اضافه کردن تمرینات واکنشی که باعث آشفتگی می‌شود احتمالاً می‌تواند توانایی افراد در پاسخ به آشفتگی‌ها را بیشتر نماید. همچنان که اضافه شدن تمرینات واکنشی به تمرینات تعادلی باعث بهبود تعادل و افتادن سالمندان در مقایسه با تمرینات تعادلی صرف گردید [۱۶]. با توجه به اینکه تمرینات واکنشی بر ایجاد پاسخ‌های سریع، خودکار و هماهنگ به اغتشاشات ناگهانی تأکید دارند [۱۶]؛ یعنی همان وضعیتی که بیشترین نقش را در جلوگیری از افتادن ایفا می‌کند، و از طرفی بسیاری از زمین‌خوردگی‌ها در سالمندان ناشی از محرک‌های ناگهانی مانند لغزش، از دست دادن تعادل یا برخورد با موانع است [۱۹]، بنابراین این احتمال وجود دارد تمرینات واکنشی به شکل مستقیم‌تری با نیازهای واقعی این گروه سنی هم‌راستا باشند.

اگرچه نتایج مطالعات پیشین نشان می‌دهد که تمرینات واکنشی و مبتنی بر آشفتگی، نقش مؤثری در بهبود تعادل واکنشی و کاهش خطر سقوط سالمندان دارند [۷، ۱۶، ۲۰-۲۲]؛ با این حال، بیشتر این مداخلات بر تمرینات تعادلی عمومی، راه‌رفتن، یا پاسخ‌های اندام تحتانی به لغزش و سرخوردن متمرکز بوده‌اند. در مقابل، نقش تمرینات ثبات مرکزی واکنشی، که مستقیماً کنترل تنه و پاسخ‌های قامتی سریع را هدف قرار می‌دهند، تاکنون

^۲- feedforward

^۳- feedback

به‌طور مستقل بررسی نشده است. از آنجا که کنترل تنه نقش محوری در بازیابی تعادل پس از آشفته‌گی‌های ناگهانی دارد [۱۶]، ادغام اصول تمرینات واکنشی در تمرینات ثبات مرکزی می‌تواند یک رویکرد نوین و کاربردی در پیشگیری از سقوط سالمندان، به‌ویژه زنان سالمند، محسوب شود. بنابراین مطالعه حاضر با هدف مقایسه تمرینات ثبات مرکزی واکنشی و ثبات مرکزی رایج بر کنترل پاسچر و خطر افتادن سالمندان زن انجام گرفت.

روش‌شناسی

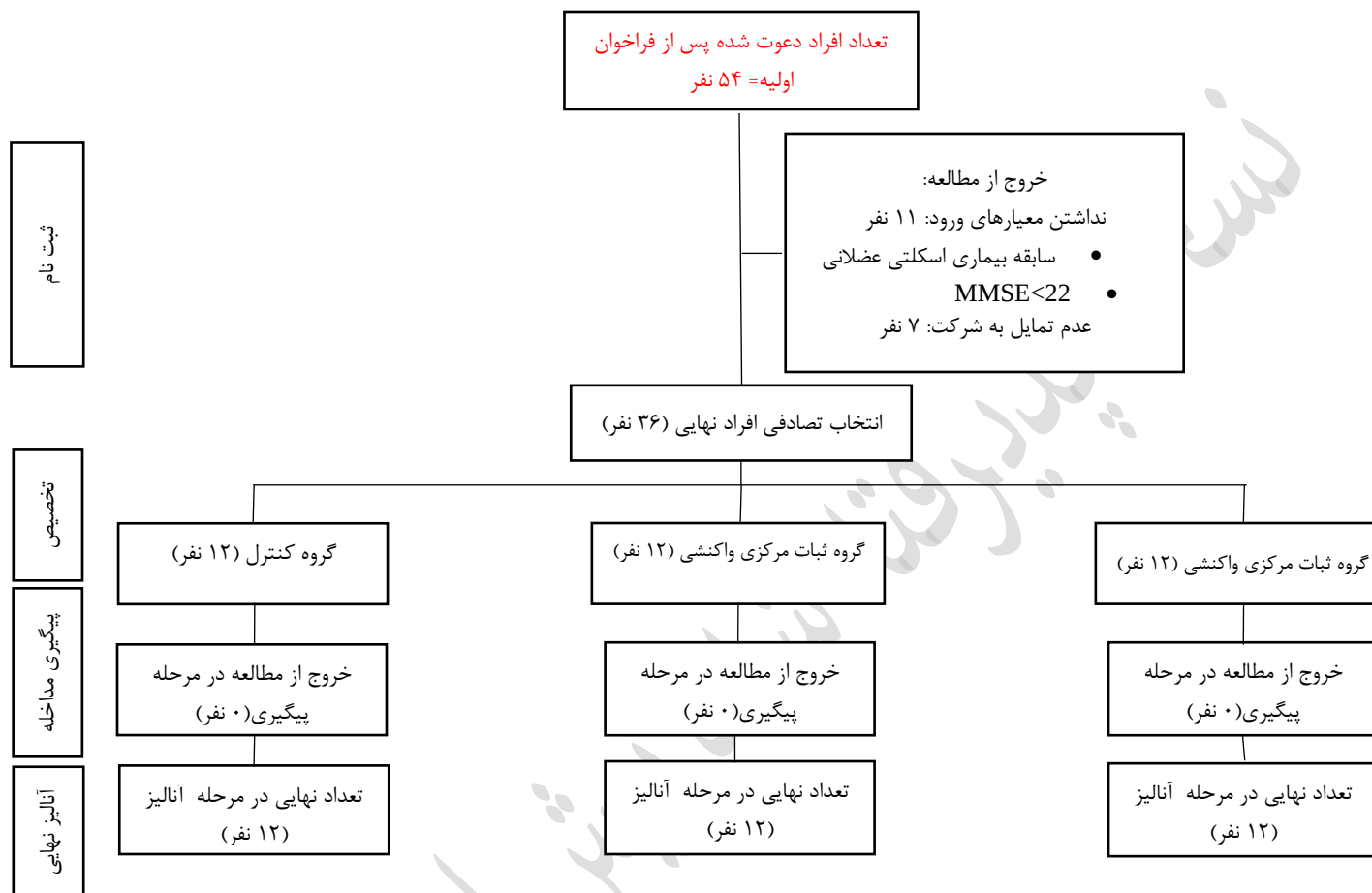
پژوهش حاضر به‌صورت کارآزمایی تصادفی‌سازی‌شده با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون و گروه کنترل انجام شد. جامعه آماری پژوهش حاضر سالمندان زن شهر اصفهان با دامنه سنی ۶۵ تا ۷۵ سال بودند. حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار جی پاور (نسخه ۳،۱،۹،۲) و بر اساس طرح تحلیل واریانس با اندازه‌گیری تکراری (گروه $\times$ زمان)، با در نظر گرفتن اندازه اثر متوسط (۰/۳) بر اساس مطالعات پیشین مشابه، سطح معنی‌داری ۰/۰۵ و توان آزمون ۰/۸۰ محاسبه شد. حداقل حجم نمونه مورد نیاز ۳۰ نفر برآورد گردید. با توجه به احتمال ریزش نمونه، در نهایت ۱۲ شرکت‌کننده در هر گروه (در مجموع ۳۶) وارد مطالعه شدند تا توان آماری کافی برای شناسایی تفاوت‌های معنادار بین گروه‌ها تامین گردد. غربالگری و ثبت نام داوطلبان در گروه آسیب‌شناسی ورزشی، در دانشگاه اصفهان از سال ۱۴۰۳ تا ۱۴۰۴ طبق معیارهای ورود و خروج انجام گردید: معیارهای ورود به پژوهش شامل: (۱) زنان سالمند با دامنه سنی ۶۵ تا ۷۵ سال، (۲) توانایی راه رفتن حداقل ۱۰ متر به طور مستقل (بدون وسیله کمکی)، (۳) توانایی ایستادن مستقل حداقل ۱۰ ثانیه، (۴) امتیاز ≤ 22 در آزمون کوتاه وضعیت ذهنی و (۴) عدم سابقه بیماری‌های عصبی، اسکلتی-عضلانی یا قلبی-عروقی محدودکننده فعالیت بود. معیارهای خروج از پژوهش شامل: (۱) غیبت بیش از دو جلسه متوالی یا سه جلسه متناوب در جلسات تمرینی، (۲) بروز آسیب یا بیماری در طول دوره مداخله، و (۳) عدم تکمیل آزمون‌های پیش‌آزمون یا پس‌آزمون تحقیق بود.

تخصیص تصادفی‌سازی و کورسازی

یک محقق خارج از پژوهش تصادفی‌سازی ساده را با استفاده از یک مولد اعداد تصادفی کامپیوتری انجام داد و کدهای عددی منحصر به فرد به ظروف مداخله مهر و موم شده مربوط به سه گروه اختصاص داده شد. شرکت‌کنندگان با نسبت ۱:۱:۱ تخصیص داده شدند و ۱۲ نفر به طور تصادفی به هر گروه اختصاص داده شدند و توزیع مساوی ۳۶ زن سالمند ۶۵ تا ۷۵ ساله تضمین شد. فرآیند تصادفی‌سازی، سوگیری انتخاب را به حداقل رساند و تخصیص گروه‌ها تا زمان شروع مداخله پنهان ماند و ماهیت دوسوکور بودن آزمایش را حفظ کرد. به دلیل ماهیت مداخله تمرینی پنهان‌سازی تخصیص و کورسازی شرکت‌کنندگان امکان‌پذیر نبود. با این وجود، محققان

و آنالیزور آماری از نوع مداخله کور بودند. اعداد و تخصیص‌ها تا زمان رسیدن به تحلیل آماری نهایی، کور باقی ماندند. در دیاگرام ۱ نمونه‌گیری شرکت‌کنندگان مطالعه حاضر ارائه شده است.

نسخه پذیرفته شده پیش از انتشار



شکل ۱. دیاگرام نمونه‌گیری شرکت کنندگان در مطالعه حاضر

ابزار اندازه‌گیری

در پژوهش حاضر به منظور غربالگری زوال عقلی از آزمون کوتاه وضعیت ذهنی^۴ در ۲۰ سوال توسط مارشال فولیستین^۵ و همکاران در سال ۱۹۷۵ طراحی شده، استفاده گردید [۲۳]. نمره کمتر از ۲۲ نشان دهنده احتمال وجود اختلال شناختی می‌باشد. در ایران، سیدیان^۶ و همکاران (۲۰۰۸) روانسنجی این آزمون را مورد تایید قرار دادند [۲۴]. در پژوهش حاضر، پایایی آزمون میزان ۰/۷۲ به دست آمده است.

جهت اندازه‌گیری کنترل پاسچر از دستگاه فوت اسکن مارک آر. اسکن ساخت کشور بلژیک استفاده شده است. این دستگاه مجهز به صفحه‌ای با ابعاد ۵۰×۴۰ سانتیمتر است که به کمک کابل USB به کامپیوتر متصل می‌شود. مطالعات پیشین نشان داده‌اند که دستگاه فوت اسکن آر. اسکن از نظر تکرارپذیری داده‌ها عملکرد مطلوب و قابل اعتماد داشته و برای استفاده در پژوهش‌های مرتبط با ارزیابی ساختار و عملکرد سیستم حرکتی مناسب است (۲۵). پس از ثبت داده‌های خام، با استفاده از فرمول‌های زیر فاکتورهای مربوط به مرکز فشار استخراج شدند که شامل این موارد بودند: انحراف استاندارد جابه‌جایی مرکز فشار نسبت به میانگین مکانی آن در جهت قدامی خلفی^۷ (RMS anteroposterior) و مرکزی جانبی^۸ (RMS mediolateral). در فرمول X داده‌ها در راستای محور طولی، Y داده‌ها در راستای محور عرضی و N تعداد کوشش می‌باشد [۲۵].

$$RMS AP = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^N (X_n - X_{mean})^2}{N}}, \quad RMS ML = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^N (Y_n - Y_{mean})^2}{N}}$$

همچنین در این پژوهش برای سنجش خطر یا ترس از افتادن، از پرسشنامه خودکارآمدی افتادن-فرم بین‌المللی^۹ که توسط یاردلی^{۱۰} و همکاران در سال ۲۰۰۵ طراحی شده است، استفاده شد [۲۶]. این پرسشنامه دارای ۱۶ گویه در طیف ۴ لیکرت می‌باشد که مجموع امتیازهای داده شده در بازه ۱۶ تا ۶۴ قرار می‌گیرد؛ هر چه نمره بالاتر باشد، نشان دهنده ترس بیشتر از افتادن و نیز خودکارآمدی پایین‌تر در مدیریت آن است. روایی و پایایی این پرسشنامه در داخل کشور توسط خواجوی و همکاران (۲۰۱۴) مورد تایید قرار گرفته است [۲۷].

روش اجرا

⁴ - mini-mental state examination

⁵ - Folstein

⁶ - Seyedian

⁷ - RMS anteroposterior

⁸ - RMS mediolateral

⁹ - Falls Efficacy Scale-International

¹⁰ - Yardley

روش گردآوری مطالعه حاضر به روش میدانی بود. در ابتدا برای کسب رضایت شرکت‌کنندگان برای شرکت در مطالعه از آن‌ها فرم رضایت آگاهانه‌ای که توسط محققین طراحی شده بود، استفاده شد. در جلسه آشنایی شرکت‌کنندگان با اهداف تحقیق و نحوه امتیازدهی و اجرای آزمون‌های مورد نظر آشنا شدند. همچنین در این جلسه وزن و قد آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. مطالعه حاضر شامل مراحل پیش‌آزمون، مداخله (تمرین)، پس‌آزمون بود. پیش‌آزمون‌ها یک هفته پیش از آغاز مداخله تمرینی انجام شد. در این مرحله ابتدا شرکت‌کنندگان اقدام به تکمیل پرسشنامه خودکارآمدی افتادن-فرم بین‌المللی نموده و پس از آن برای آشنایی با تکلیف مورد نظر به اجرای ایستادن دو پا با پای برهنه روی صفحه فوت اسکن نمودند. در این آزمون ابتدا از شرکت‌کنندگان خواسته شد پس از تخلیه کامل مثانه، به مدت ۳۰ ثانیه و در حالی که دست‌ها کنار بدن آویزان است، روی صفحه نیرو ایستاده و به دایره‌ای که در فاصله ۳ متری از فرد بر روی دیوار قرار داده شده است، نگاه کنند. این کار ۳ بار انجام شد و بین هر بار ۲ دقیقه به فرد استراحت داده شد و داده‌های حاصل از نوسانات مرکز فشار شرکت‌کنندگان ثبت گردید [۲۵].

در مرحله مداخله (تمرین)، که به مدت هشت هفته و هر هفته ۳ جلسه و هر جلسه ۴۵ دقیقه به طول انجام یافت، گروه‌های تمرینی به تمرینات مربوطه پرداختند. لازم به ذکر است که در این مدت گروه کنترل به اجرای فعالیت‌های معمول و روزانه خود پرداختند. در دو گروه تمرینی ثبات مرکزی تمرینات در سه قسمت گرم کردن، تمرینات و سرد کردن انجام شد. تمرینات ثبات مرکزی از مطالعه پیری^{۱۱} و همکاران (۲۰۲۰) اقتباس شد [۱۲] و بخش واکنشی تمرینات از مطالعه دواساهایام^{۱۲} و همکاران (۲۰۲۳) اقتباس گردید [۱۶]. مطابق با مطالعات انجام گرفته در این حیطه [۱۶] برای واکنشی کردن تمرینات سطح آشفستگی با استفاده از توپ و کش ایجاد شد. قابل ذکر است که جهت افزایش اضافه بار در تمرینات متناسب با سطح توانایی هر فرد مدت زمان انجام تمرین افزایش یافته و در برخی تمرینات با تغییر رنگ کش‌های تراباند این کار انجام شد. در جدول ۱ و ۲ به ترتیب پروتکل تمرینات ثبات مرکزی رایج و ثبات مرکزی رایج و ثبات مرکزی واکنشی به ترتیب ارائه شده است. همچنین در شکل ۱ نمونه تمرینات به صورت شماتیک ارائه شده است.

جدول ۱. پروتکل تمرینات ثبات مرکزی رایج

پروتکل تمرینات ثبات مرکزی رایج

¹¹ - Piry

¹² - Devasahayam

گرم کردن (۱۰ دقیقه) پیاده روی و انجام حرکات کششی و جنبشی									
ردیف	نوع تمرین	هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم	هفته پنجم	هفته ششم	هفته هفتم	هفته هشتم
۱	وکیوم شکم	۳*۱۲۵	S ۳*۱۵	۳*۱۵ S	۳*۲۰ S	۳*۲۵ S	۳*۳۰ S	۳*۳۰ S	۳*۳۵ S
۲	پل باسن	۳*۱۲۵	S ۳*۱۵	۳*۱۵ S بالا آوردن پاشنه پا	۳*۲۰ S	۳*۲۰ S بالا آوردن پاشنه پا	۳*۲۵ S	۳*۳۰ S بالا آوردن پاشنه پا	۳*۳۵ S
۳	حرکت birddog	۳*۱۲۵	S ۳*۱۵	۳*۱۵ S	۳*۲۰ S	۳*۲۰ S	۳*۲۵ S	۳*۳۰ S	۳*۳۵ S
۴	ابدکتور با کش در حالت خوابیده	۳*۱۲۵	S ۳*۱۵	۳*۱۵ S تغییر رنگ کش	۳*۲۰ S	۳*۲۰ S تغییر رنگ کش	۳*۲۵ S	۳*۳۰ S تغییر رنگ کش	۳*۳۵ S
۵	حرکت ۹۰ ۹۰	۳*۱۲۵	S ۳*۱۵	۳*۱۵ S	۳*۲۰ S	۳*۲۵ S	۳*۳۰ S	۳*۳۰ S	۳*۳۵ S
۶	حرکت قایقی	۳*۱۲۵	S ۳*۱۵	۳*۱۵ S	۳*۲۰ S	۳*۲۵ S	۳*۳۰ S	۳*۳۰ S	۳*۳۵ S
۷	پلانک از پهلوی اصلاح شده	۳*۱۲۵	S ۳*۱۵	۳*۱۵ S	۳*۲۰ S	۳*۲۵ S	۳*۳۰ S	۳*۳۰ S	۳*۳۵ S
سرد کردن (۵ دقیقه) پیاده روی و حرکات کششی									

جدول ۲. پروتکل تمرینات ثبات مرکزی واکنشی

پروتکل تمرینات ثبات مرکزی واکنشی									
گرم کردن (۱۰ دقیقه) پیاده روی و انجام حرکات کششی و جنبشی									
ردیف	نوع تمرین	هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم	هفته پنجم	هفته ششم	هفته هفتم	هفته هشتم
۱	وکیوم شکم روی کوشن بال	۳*۱۲۵	S ۳*۱۵	۳*۱۵ S	۳*۲۰ S	۳*۲۵ S	S ۳*۳۰	۳*۳۰ S	۳*۳۵ S
۲	پل باسن همراه با کش یا توپ	۳*۱۲۵	S ۳*۱۵	۳*۱۵ S تغییر رنگ کش / افزودن توپ	۳*۲۰ S	۳*۲۰ S تغییر رنگ کش / افزودن توپ	S ۳*۲۵	۳*۳۰ S تغییر رنگ کش / افزودن توپ	۳*۳۵ S
۳	حرکت birddog با کش یا توپ	۳*۱۲۵	S ۳*۱۵	۳*۱۵ S تغییر رنگ کش / افزودن توپ	۳*۲۰ S	۳*۲۰ S تغییر رنگ کش / افزودن توپ	S ۳*۲۵	۳*۳۰ S تغییر رنگ کش / افزودن توپ	۳*۳۵ S

۴	ابداکتور با کش در حالت پل باسن	۳*۱۲۵	۵ ۳*۱۵	۳*۱۵۵ تغییر رنگ کش/ افزودن توپ	۳*۲۰۵	۳*۲۰۵ تغییر رنگ کش/ افزودن توپ	۵ ۳*۲۵	۳*۳۰۵ تغییر رنگ کش/ افزودن توپ
۵	حرکت ۹۰ ۹۰ تحریکی	۳*۱۲۵	۵ ۳*۱۵	۳*۱۵۵	۳*۲۰۵	۳*۲۵۵	۵ ۳*۳۰	۳*۳۰۵
۶	حرکت قایقی با تحریک	۳*۱۲۵	۵ ۳*۱۵	۳*۱۵۵	۳*۲۰۵	۳*۲۵۵	۵ ۳*۳۰	۳*۳۰۵
۷	پلانک از پهلوی اصلاح شده تحریکی	۳*۱۲۵	۵ ۳*۱۵	۳*۱۵۵	۳*۲۰۵	۳*۲۵۵	۵ ۳*۳۰	۳*۳۰۵
سرد کردن (۵ دقیقه) پیاده روی و حرکات کششی								



شکل ۱. نمونه تمرینات (شکل های سمت راست نمونه تمرینات رایج و شکل های سمت چپ نمونه تمرینات وامنشی می باشد).

۴۸ ساعت پس از اتمام جلسات تمرینی (آخرین جلسه تمرینی)، مرحله پس آزمون اجرا شد که در این مرحله شرکت کنندگان همانند پیش آزمون به تکمیل پرسشنامه خودکارآمدی افتادن-فرم بین المللی نمودند و بعد از تکمیل پرسشنامه در ۳ کوشش اقدام به تکلیف استادان روی فوت اسکن نمودند.

تمامی شرکت کنندگان تخصیص یافته مداخله را به طور کامل به پایان رسانده و در مرحله پس آزمون شرکت کردند؛ بنابراین داده مفقوده ای وجود نداشت و تحلیل آماری به صورت per-protocol انجام شد. در این پژوهش برای آزمون تحلیل استنباطی داده های تحقیق از روش آماری تحلیل واریانس مرکب استفاده شد. داده ها با استفاده از نرم افزار spss نسخه ۲۶ و در سطح معناداری ۰/۰۵ تحلیل شدند.

یافته ها

طی دوره مداخله، هیچ گونه عارضه جانبی، آسیب یا رویداد نامطلوب مرتبط با تمرینات در شرکت کنندگان گزارش یا مشاهده نشد. در جدول ۳ میانگین و انحراف معیار مربوط به متغیرهای آنتروپومتریکی شرکت کنندگان در گروه های مختلف ارائه شده است.

جدول ۳. میانگین و انحراف معیار متغیرهای جمعیت شناختی شرکت کنندگان

آزمون آنوا		کنترل	ثبات مرکزی رایج	ثبات مرکزی کششی	متغیر
مقدار P	مقدار F				
۰/۶۷	۰/۴۰	۶۸/۵۰±۳/۵۰	۶۸/۸۰±۴/۳۶	۷۰/۰۰±۳/۹۱	سن (سال)
۰/۳۶	۱/۰۴	۱۶۸/۷۰±۵/۴۱	۱۶۵/۶۰±۲/۸۷	۱۶۷/۱۰±۵/۶۰	قد (سانتیمتر)
۰/۱۶	۱/۹۵	۷۱/۴۰±۴/۷۴	۷۲/۶۰±۴/۶۴	۶۸/۵۰±۴/۹۲	وزن (کیلوگرم)

همانطور که در جدول ۳ مشاهده می شود گروه ها در شاخص های سن ($P=0/86$)، قد ($P=0/97$) و وزن ($P=0/11$) همگن هستند.

در جدول ۴ یافته های توصیفی مربوط به متغیرهای پژوهشی طی مراحل مختلف اندازه گیری در گروه های مختلف و همچنین نتایج تحلیل واریانس مرکب نیز ارائه شده است.

جدول ۴. میانگین و انحراف معیار متغیرهای تحقیق و نتایج آزمون تحلیل واریانس مرکب

متغیر	تفاوت های درون گروهی			
	اختلاف میانگین		پس آزمون	پیش آزمون
	p	آزمون واریانس مرکب		

جابجایی	ثبات مرکزی واکنشی	۵/۲۹ ± ۰/۲۸	۴/۳۶ ± ۰/۳۱	۰/۹۳	۰/۰۰۱ ^۸	زمان (F=۲۲/۷۸, P=۰/۰۰۱, η²=۰/۴۵)
قدامی-	ثبات مرکزی رایج	۴/۱۱ ± ۰/۲۵	۳/۷۵ ± ۰/۲۳	۰/۳۵	۰/۰۲۰ ^۸	گروه (F=۱۲/۸۹, P=۰/۰۰۱, η²=۰/۴۸)
خلفی	کنترل	۵/۱۵ ± ۰/۲۴	۵/۱۷ ± ۰/۳۴	-۰/۲۰	۰/۸۹۵	زمان × گروه (F=۹/۷۸, P=۰/۰۰۱, η²=۰/۴۲)
جابجایی	ثبات مرکزی واکنشی	۳/۶۳ ± ۰/۳۴	۲/۸۳ ± ۰/۲۰	۰/۸۰	۰/۰۰۱ ^۸	زمان (F=۱۷/۹۵, P=۰/۰۰۱, η²=۰/۳۹)
مرکزی-	ثبات مرکزی رایج	۳/۶۳ ± ۰/۳۴	۲/۲۶ ± ۰/۲۷	۰/۳۷	۰/۰۴۷ ^۸	گروه (F=۴/۱۰, P=۰/۰۰۲, η²=۰/۲۳)
جانبی	کنترل	۳/۳۷ ± ۰/۲۹	۳/۵۸ ± ۰/۲۹	-۰/۲۰	۰/۱۴۹	زمان × گروه (F=۱۴/۸۵, P=۰/۰۰۱, η²=۰/۵۲)
افتادن	ثبات مرکزی واکنشی	۳۰/۷۰ ± ۳/۱۹	۲۱/۸۰ ± ۴/۹۱	۸/۹۰	۰/۰۰۳ ^۸	زمان (F=۲۰/۱۹, P=۰/۰۰۱, η²=۰/۴۲)
	ثبات مرکزی رایج	۳۱/۳۰ ± ۲/۸۶	۲۷/۴۰ ± ۱/۷۱	۳/۹۰	۰/۰۰۱ ^۸	گروه (F=۱۷/۶۸, P=۰/۰۰۱, η²=۰/۵۶)
	کنترل	۳۱/۶۰ ± ۳/۰۹	۳۲/۱۰ ± ۲/۹۹	-۰/۵۰	۰/۷۵۱	زمان × گروه (F=۸/۸۵, P=۰/۰۰۱, η²=۰/۳۹)

همانطور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود تعامل زمان اندازه‌گیری در گروه در متغیرهای جابجایی قدامی-خلفی (F=۹/۷۸, P=۰/۰۰۱, η²=۰/۴۲)، جابجایی مرکزی جانبی (F=۱۴/۸۵, P=۰/۰۰۱, η²=۰/۵۲) و ترس از افتادن (F=۸/۸۵, P=۰/۰۰۱, η²=۰/۳۹) معنادار می‌باشد. در بررسی تغییرات درون گروهی نتایج آزمون تعقیبی بنفرونی (جدول ۴) نشان داد که تمرینات ثبات مرکزی واکنشی و تمرینات ثبات مرکزی رایج بر بهبود جابجایی قدامی خلفی مرکز فشار، جابجایی مرکزی جانبی مرکز فشار و ترس از افتادن سالمندان زن تاثیر معناداری دارد (P<۰/۰۵). اما در گروه کنترل تفاوت معناداری یافت نگردید (P>۰/۰۵). در ادامه با استفاده از آزمون تعقیبی توکی به مقایسه بین گروهی در هر یک از مراحل اندازه‌گیری پرداخته شد که نتایج آن در جدول ۵ ارائه شده است.

جدول ۵. نتایج آزمون تعقیبی توکی برای مقایسه بین گروهی متغیرها

متغیر	گروه	پیش آزمون				پس آزمون
		اختلاف	معنی-داری	اختلاف	معنی-داری	
جابجایی قدامی-خلفی	ثبات مرکزی	۰/۱۸	۰/۲۹۶	-۰/۳۹	۰/۱۹*	جابجایی قدامی-خلفی
	واکنشی	۰/۱۴	۰/۴۳۸	-۰/۸۰	۰/۰۰۱*	
	ثبات مرکزی رایج	-۰/۰۳	۰/۹۵۸	-۰/۴۱	۰/۰۱۴*	
جابجایی مرکزی جانبی	ثبات مرکزی	-۰/۰۰۲	۱/۰۰۰	-۰/۴۳	۰/۰۰۳*	جابجایی مرکزی جانبی
	واکنشی	۰/۲۶	۰/۱۹۶	-۰/۷۵	۰/۰۰۱*	
	ثبات مرکزی رایج	۰/۲۶	۱/۰۰۰	-۰/۳۱	۰/۰۲۹*	

خودکارآمدی ترس از افتادن	ثبات مرکزی	ثبات مرکزی رایج	-۰/۵۰	۰/۹۳۰	-۵/۶۰	۰/۰۰۳*
	واکنشی	کنترل	-۰/۹۰	۰/۷۹۱	-۱۰/۳۰	۰/۰۰۱*
	ثبات مرکزی رایج	کنترل	-۰/۴۰	۰/۹۵۴	-۴/۷۰	۰/۰۱۴*

همانطور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود نتایج آزمون تعقیبی توکی آشکار کرد که در مرحله پیش آزمون بین گروه‌ها تفاوت معناداری وجود ندارد. اما دیگر نتایج جدول ۵ نشان داد که شرکت‌کنندگان گروه ثبات مرکزی واکنشی در مقایسه با شرکت‌کنندگان گروه‌های ثبات مرکزی رایج و کنترل به ترتیب با اختلاف میانگین ۰/۳۹ و ۰/۸۰ سانتیمتر از لحاظ آماری جابجایی قدامی خلفی مرکز فشار پایین‌تری داشتند ($P < ۰/۰۵$). همچنین، شرکت‌کنندگان گروه ثبات مرکزی واکنشی در مقایسه با شرکت‌کنندگان گروه‌های ثبات مرکزی رایج و کنترل به ترتیب با اختلاف میانگین ۰/۴۳ و ۰/۷۵ سانتیمتر از لحاظ آماری جابجایی مرکزی جانبی مرکز فشار پایین‌تری داشتند ($P < ۰/۰۵$). علاوه بر این، شرکت‌کنندگان گروه ثبات مرکزی واکنشی در مقایسه با شرکت‌کنندگان گروه‌های ثبات مرکزی رایج و کنترل به ترتیب با اختلاف میانگین ۵/۶۰ و ۱۰/۳۰ واحد از لحاظ آماری ترس از افتادن پایین‌تری داشتند ($P < ۰/۰۵$).

بحث

مطالعه حاضر با هدف مقایسه تمرینات ثبات مرکزی واکنشی و ثبات مرکزی رایج بر کنترل پاسچر و افتادن سالمندان زن انجام گرفت. نتایج مطالعه حاضر از دو جهت قابلیت بررسی دارد. اول اینکه یافته اصلی مطالعه حاضر این بود که تمرینات ثبات مرکزی واکنشی در مقایسه با تمرینات ثبات مرکزی رایج و گروه کنترل باعث بهبود بیشتر کنترل پاسچر و خطر افتادن سالمندان گردید. این نتیجه بر اهمیت تمرینات واکنشی در اضافه شدن به تمرینات رایج تاکید دارد. اگرچه این مطالعه اولین مطالعه‌ای بود که به مقایسه این دو نوع تمرین می‌پرداخت و مطالعاتی در جهت مقایسه نتایج وجود ندارد، اما نتایج دیگر تحقیقات بر اهمیت تمرینات واکنشی و اضافه شدن به تمرینات دیگر تاکید دارد. مطالعات اخیر نشان داده‌اند که تمرینات واکنشی مانند اغتشاش و آشفتگی، توانایی تعادل واکنشی و کاهش سقوط در سالمندان را بهبود می‌بخشند. به‌طور مثال، دواساهایام^{۱۳} و همکاران (۲۰۲۳) در یک مرور سیستماتیک و متاآنالیز گزارش کردند که تمرینات واکنشی به طور قابل توجهی باعث کاهش سقوط در فعالیتهای روزمره می‌شوند [۱۶]. همچنین پاکت^{۱۴} و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که یک برنامه هشت هفته‌ای تمرینات واکنشی در سالمندان سالم منجر به بهبود قابل توجه کنترل تعادل شد [۲۸]. در مطالعات

¹³ - Devasahayam

¹⁴ - Paquette

کارآزمایی بالینی تصادفی مانند اوکوبو^{۱۵} و همکاران (۲۰۱۹) نیز نشان دادند که تمرینات واکنشی باعث افزایش سرعت و دقت پاسخ‌های تعادل در سالمندان می‌شود [۲۱]. بررسی‌های جدیدتر [۷، ۲۲] همچنین تأکید دارند که ویژگی‌های برنامه‌های تمرین واکنشی (مانند توزیع جلسات، شدت اغتشاشات و نوع تحریک) نقش مهمی در بهبود کنترل پوسچر و کاهش خطر سقوط دارند. در مطالعه دیگر فاریا^{۱۶} و همکاران (۲۰۲۵) نشان دادند که توزیع مناسب تمرینات واکنشی می‌تواند باعث افزایش ثبات و کاهش سقوط در سالمندان دارای سابقه سقوط شود [۲۰]. از دلایل همخوانی نتایج مطالعه حاضر با مطالعات انجام شده فوق می‌توان اظهار کرد که تمرینات واکنشی استفاده شده در این مطالعات بدن را در معرض اختلالات واقعی و پیش‌بینی‌نشده قرار می‌دهند. این نوع تمرینات مشابه شرایط واقعی افتادن عمل می‌کنند و سیستم عصبی-عضلانی را برای مقابله سریع با آشفتگی‌ها آماده می‌سازند. براساس نظریه کنترل پاسچر شاموی-کوک و ولاکات^{۱۷}، عضلات مرکزی و عمیق تنه نقش کلیدی در حفظ مرکز ثقل و ثبات بدن در موقعیت‌های ایستا و پویا دارند [29]. با افزایش سن، ضعف عضلات مرکزی و کاهش پاسخ‌دهی عصبی-عضلانی منجر به افزایش نوسانات بدن و ریسک سقوط می‌شود. تمرینات واکنشی با ارائه اغتشاشات ناگهانی و چالش‌های پیش‌بینی‌نشده، موجب تحریک سیستم عصبی مرکزی برای پاسخ‌دهی سریع به تغییرات موقعیت تنه و اندام‌ها می‌شوند و این امر باعث بهبود بهتر توانایی تنظیم سریع پوسچر و کاهش نوسانات بدن می‌گردد. از طرف دیگر، تمرینات واکنشی بر انجام تمرینات در شرایط ناپایدار تأکید دارند و بدن باید دائماً وضعیت بدن را تنظیم کند تا وزن بدن و تعادل و پایداری وضعیت بدن را کنترل کند، که می‌تواند تحریک سیستم عصبی مرکزی را افزایش دهد تا سطح فعال‌سازی مرکزی افزایش یابد. این تمرینات می‌تواند واحدهای حرکتی بیشتری را برای شرکت در تکمیل حرکت بسیج کند، که منجر به تمرین قدرت عضلات مرکزی بدن می‌شود [۱۶] و در نتیجه توانایی بدن در تعادل و پایداری را بیشتر بهبود می‌بخشد. از طرف دیگر، تمرینات واکنشی با فعال‌سازی مؤثر عضلات مرکزی بدن، پاسخ‌های وضعیت‌بندی مناسبی را از طریق سیستم عصبی مرکزی که در کنترل تعادل نقش دارد، ایجاد می‌کنند. این فرآیند به این دلیل اتفاق می‌افتد که عضلات در اثر تمرینات واکنشی به صورت فیدبک، نقش مهمی در تنظیم پوسچر بدن ایفا می‌کنند [۲۰].

بخش دوم نتایج مطالعه حاضر حاکی از این می‌باشد که هم تمرینات ثبات مرکزی واکنشی و هم تمرینات ثبات مرکزی رایج در مقایسه با گروه کنترل باعث بهبود کنترل پاسچر زنان سالمند گردید. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که در اثر تمرینات ثبات مرکزی واکنشی و تمرینات ثبات مرکزی رایج، جابجایی قدامی خلفی و جابجایی مرکزی جانبی زنان سالمند بهبود معناداری یافت و نوسانات پاسچر آن‌ها کاهش یافت، در حالیکه در گروه کنترل

15 - Okubo

16 - Faria

17 - Shumway-Cook & Woollacott

تفاوت معناداری یافت نگردید. همراستا با این یافته پیری و همکاران (۲۰۲۳) نشان دادند که در سالمندان سالم، تمرینات ثبات مرکزی باعث بهبود تعادل ایستا و پویا گردید [۱۲]. همچنین، صادقی^{۱۸} و همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند که تمرینات ثبات مرکزی باعث بهبود کنترل پاسچر سالمندان با اختلالات خفیف شناختی گردید [۱۴]. در دیگر مطالعه همخوان، سلسبیل^{۱۹} و همکاران (۲۰۲۳) نشان دادند که تمرینات ثبات مرکزی باعث بهبود تعادل ایستا (ایستادن روی تک پا) سالمندان شد [۱۱]. از دلایل همخوانی نتایج مطالعه حاضر با پژوهش‌های گذشته [۱۱، ۱۲، ۱۴] به دلیل اشتراک در مکانیسم‌های عصبی-عضلانی، مشابهت پروتکل‌های تمرینی، و نقش بنیادی عضلات مرکزی در ثبات پاسچر سالمندان می‌باشد. اما یافته مطالعه حاضر با نتایج مطالعه محمودی و حیرانی^{۲۰} (۲۰۲۰) مبنی بر عدم اثرگذاری تمرینات ثبات مرکزی بر تعادل، ناهمخوان بود [۱۵]. تفاوت متغیرهای تمرینی مانند روش ارزیابی، سن و میزان فعالیت آزمودنی‌ها می‌تواند در ناهمخوانی نتایج به دست آمده مؤثر باشد. علاوه بر این، برخلاف تحقیق حاضر که تعادل به وسیله آزمون آزمایشگاهی و دستگاه‌ها ارزیابی شده است، در تحقیق مذکور، تعادل به وسیله روش‌های عملکردی ارزیابی شده بود که می‌تواند دقت و حساسیت نتایج را تحت تاثیر قرار دهد. در تبیین این یافته می‌توان اظهار کرد که عضلات مرکزی (مانند عضله عرضی شکم، عضلات مورب و عضلات ستون فقرات) نقش مهمی در حفظ تعادل، تثبیت تنه و حفظ وضعیت بدنی دارند، زیرا این عضلات مرکز ثقل بدن را کنترل می‌کنند و باعث تنظیم سریع پاسخ‌های عصبی-عضلانی می‌شوند که برای حفظ پاسچر ضروری است [۹]. تمرینات ثبات مرکزی می‌توانند قدرت، استقامت و کنترل عصبی عضلانی عضلات تنه را افزایش دهند، که به نوبه‌ی خود باعث افزایش توانایی حفظ تعادل در موقعیت‌های ایستا و پویا می‌شود [۹]. به‌عنوان مثال، مطالعات نشان داده‌اند که تمرینات ثبات مرکزی باعث افزایش ضخامت عضلانی، بهبود کنترل عصبی و بهینه‌سازی تنظیمات پوسچر در افراد مختلف می‌شود که می‌تواند به کاهش نوسانات بدن و افزایش پایداری منجر شود. این یافته‌ها با نظریه تمرین عملکردی نیز تطابق دارد که تمرین باید توانایی عملکرد روزمره مانند حفظ تعادل و پایداری را هدف قرار دهد، نه فقط قدرت عضلانی ساده [۳۰]. به‌طور ویژه در سالمندان، با افزایش سن، کاهش قدرت و کنترل عضلات مرکزی و تغییرات سیستم عصبی باعث افزایش ریسک عدم تعادل و افتادن می‌شود؛ بنابراین، تقویت عضلات مرکزی با تمرینات ثبات مرکزی می‌تواند بخشی از پروتکل پیشگیری از افتادن باشد. تقویت عضلات مرکزی در سالمندان همچنین می‌تواند اطمینان بدن به توانایی کنترل وضعیت تنه را افزایش داده و باعث بهبود تعادل در فعالیت‌های روزمره شود [۳۰]. تمرینات ثبات مرکزی که در این مطالعه به کار گرفته شد شامل وکیوم شکم، پل باسن با کوشن، کش یا توپ، حرکت Bird-Dog با کش یا توپ، Abductor در حالت پل باسن، حرکت ۹۰-۹۰ تحریکی و حرکت قایقی با تحریک بودند، که هر کدام به تقویت عضلات عمیق

¹⁸ - Sadeghi

¹⁹ - Salsabila

²⁰ - Mahmoudi & Heyrani

و سطحی تنه و لگن کمک می‌کنند [۱۰]. این تمرینات با فعال‌سازی هدفمند عضله مایل شکمی، عضلات مورب و سرینی، هماهنگی عصبی-عضلانی و استحکام ستون فقرات را افزایش می‌دهند و توانایی بدن را برای پاسخ‌دهی سریع به تغییرات موقعیت و حفظ پاسچر بهبود می‌بخشند. به‌ویژه، تمریناتی مانند پل باسن و Bird-Dog باعث تقویت هم‌افزایی بین عضلات مرکزی و اندام‌ها می‌شوند و موقعیت تنه را در برابر نیروهای جانبی و ناپایدار تثبیت می‌کنند [۸]، در حالی که تمرینات وکیوم و قایقی عضلات عمقی را فعال کرده و کنترل پاسچر را بهبود می‌بخشند [۹]. بنابراین این ترکیب تمرینات ایستا و پویا با تحریک خارجی، باعث افزایش انعطاف‌پذیری سیستم عصبی و قدرت کنترل واکنشی تنه می‌شود و منجر به بهبود معنادار کنترل پاسچر در سالمندان زن در مطالعه حاضر شد.

نتایج دیگر تحقیق در این بخش حاکی از بهبود کارآمدی افتادن سالمندان زن هم در اثر تمرینات ثبات مرکزی واکنشی و هم تمرینات ثبات مرکزی رایج در مقایسه با گروه کنترل بود. در اثر تمرینات تمرینات ثبات مرکزی واکنشی و ثبات مرکزی رایج در مقایسه با گروه کنترل ترس از افتادن سالمندان زن به طور معناداری کاهش یافت. همراستا با این یافته، آروالو^{۲۱} و همکاران (۲۰۲۴) نشان دادند که تمرینات ثبات عضلات مرکزی بدن، خطر سقوط در سالمندان را کاهش می‌دهد [۱۰]. همچنین، ابوالزاید^{۲۲} و همکاران (۲۰۲۵) نشان دادند که تمرینات ثبات مرکزی در بهبود خطر افتادن زنان سالمند موثر می‌باشد [۳۱]. از دلایل همخوانی نتایج مطالعه حاضر با پژوهش‌های گذشته [۱۰، ۳۱] به دلیل مشابهت پروتکل‌های تمرینی و اشتراک در مکانیسم‌های عصبی-عضلانی، افزایش ثبات تنه، تقویت حس عمقی، بهبود شاخص‌های تعادل و ارتقای خودکارآمدی حرکتی می‌باشد. به طور کلی، تمرینات ثبات مرکزی بدن برای تعادل بهتر و پیشگیری از زمین خوردن در زنان یائسه ضروری تشخیص داده شد و با عملکرد فیزیکی بهتر، بهبود عملکردهای روانشناختی و کاهش ترس از زمین خوردن در زنان مسن آسیب‌پذیر در برابر زمین خوردن مرتبط بود [۳۲]. با توجه به اینکه زمین خوردن و افتادن در سالمندان زن با کمبود کنترل پاسچر مرتبط است [۴]، بنابراین این احتمال وجود دارد با بهبود کنترل پاسچر در تحقیق حاضر همانطور که نتایج تحقیق حاضر نشان داد، کارآمدی افتادن سالمندان بهبود یافته است. البته با توجه به اینکه در پژوهش حاضر این ارتباط بررسی نگردید، بنابراین پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده ارتباط افتادن و کنترل پاسچر نیز بررسی گردد. تمرینات ثبات ناحیه مرکزی نقش کلیدی در افزایش ثبات بدنی، بهبود تعادل و ارتقاء پایداری دارند. عضلات مرکزی بدن با تشکیل یک سیلندر محکم و ایجاد اینرسی بیشتر در برابر ناپایداری‌های بدن، زمینه‌ای پایدار برای انجام حرکات فراهم می‌کنند [۸]. بنابراین این احتمال وجود دارد که فعال شدن عضلات تنه در اثر این تمرینات موجب حفظ تعادل بدن در برابر نیروی گرانش شده و می‌تواند منجر به بهبود پایداری، افزایش ثبات و کاهش میزان سقوط و افتادن شود.

²¹ - Arevalo

²² - Abo Elyazed

اما پژوهش حاضر مانند سایر پژوهش‌ها با محدودیت‌هایی مواجه بود. اول اینکه با توجه به ماهیت مداخله‌ای پژوهش، ثبت کارآزمایی بالینی پیش از آغاز مداخله انجام نشده بود که این مورد به عنوان یک محدودیت مطالعه در نظر گرفته شد. دوم با توجه به اینکه در پژوهش حاضر تحلیل آماری به صورت *per-protocol* انجام شد، بنابراین عدم استفاده از تحلیل *intention to treat* می‌تواند تعمیم پذیری نتایج را تا حدودی محدود کند. سوم اینکه تمرینات واکنشی فقط با استفاده از کش و توپ انجام شده‌اند؛ این نوع اغتشاش ممکن است تمام انواع سقوط واقعی (مثلاً لغزش، زمین خوردن ناگهانی در مسیر ناهموار) را شبیه‌سازی نکند. بنابراین پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده علاوه بر کش و توپ از سطوح ناپایدار و نیروهای جانبی نیز در بحث تمرینات استفاده شود. چهارم اینکه ارزیابی خطر سقوط بر اساس پاسخ‌های خود گزارش شده از مقیاس کارآمدی افتادن جمع‌آوری شده است که می‌تواند باعث بروز سوگیری‌های یادآوری یا پاسخ‌های تحت تأثیر تمایل به پاسخ‌های مطلوب اجتماعی شود. در نتیجه استفاده از آزمون‌های عینی‌تر مانند فال ریسک در دستگاه تعادل سنج با یودکس در تحقیقات آینده پیشنهاد می‌شود. پنجم اینکه تعداد شرکت‌کنندگان فقط ۳۶ سالمند زن بوده است (۱۲ نفر در هر گروه)، که اندازه نمونه نسبتاً کوچک است و ممکن است نتایج نتواند به جمعیت بزرگ‌تر سالمندان یا گروه‌های دیگر (مثلاً سالمندان با سابقه سقوط) تعمیم یابد. در نهایت اینکه طرح مطالعه حاضر به صورت پیش آزمون و پس آزمون بود، بنابراین پیشنهاد می‌شود تا ماندگاری اثر تمرینات در تحقیقات آینده با استفاده از آزمون پیگیری بررسی شود. با وجود محدودیت‌های ذکر شده، مطالعه حاضر شواهد نوینی درباره اثربخشی تمرینات ثبات مرکزی واکنشی با تمرکز بر کنترل تنه ارائه می‌دهد؛ حوزه‌ای که تاکنون در پژوهش‌های پیشگیری از سقوط سالمندان کمتر به طور مستقل مورد بررسی قرار گرفته است.

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج مطالعه حاضر نشان داد که هم تمرینات ثبات مرکزی رایج و هم تمرینات ثبات مرکزی واکنشی باعث بهبود کنترل پاسچر و خطر سقوط سالمندان زن شد. دیگر نتایج نشان داد که تمرینات ثبات مرکزی واکنشی در مقایسه با تمرینات ثبات مرکزی رایج باعث بهبود بیشتر کنترل پاسچر و خطر سقوط سالمندان زن شد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که فعال‌سازی عضلات مرکزی در شرایط واکنشی و تحت آشفتگی کنترل شده می‌تواند توانایی بدن در پاسخ سریع به تغییرات پاسچر را افزایش دهد و خطر سقوط را به طور موثرتری کاهش دهد. بنابراین به متخصصان سالمندی پیشنهاد می‌شود که برنامه‌های توانبخشی و پیشگیری از سقوط سالمندان زن باید شامل تمرینات ثبات مرکزی واکنشی با چالش‌های پویا و تحریکات غیرمنتظره باشند تا کنترل پاسچر و پاسخ‌های تعادلی بهینه شوند. همچنین در محیط‌های سالمندی و مراکز نگهداری سالمندان از این تمرینات به عنوان بخشی از برنامه‌های فیزیکی گروهی یا فردی برای افزایش ایمنی و کاهش خطر سقوط استفاده شود.

تشکر و قدردانی

این مطالعه برگرفته از رساله دکتری رشته آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی نویسنده اول است. از تمامی سالمندان برای شرکت در این مطالعه سپاسگزاریم. همچنین از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه اصفهان نیز کمال تشکر و قدردانی را داریم.

رعایت دستورالعمل‌های اخلاقی

تمامی اصول اخلاقی در این مقاله در نظر گرفته شده است. شرکت کنندگان از هدف تحقیق و مراحل اجرای آن مطلع شدند. همچنین از محرمانه بودن اطلاعاتشان اطمینان حاصل شد و در هر زمان که مایل بودند آزاد بودند مطالعه را ترک کنند و در صورت تمایل، نتایج تحقیق در اختیارشان قرار خواهد گرفت. از آزمودنی‌ها رضایت نامه کتبی گرفته شده است. این مطالعه به تایید کمیته اخلاق دانشگاه اصفهان (کد: IR.UI.REC.1403.122) رسیده است.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ تضاد منافی را اعلام نکردند.

مشارکت نویسندگان

همه نویسندگان به طور یکسان در تهیه این مقاله مشارکت داشتند.

منابع

۱. He, Z., et al., *The effectiveness of digital technology-based Otago Exercise Program on balance ability, muscle strength and fall efficacy in the elderly: a systematic review and meta-analysis*. BMC Public Health, 2025. **25**(1): p. 71.
۲. Wang, C. and S.M. Kim, *The Otago Exercise Program's effect on fall prevention: a systematic review and meta-analysis*. Frontiers in public health, 2025. **13**: p. 1522952.
۳. Chan, K.O., et al., *Synchronous group-based tele-exercise versus community-based interventions: Effects on physical functioning and adherence in older adults at risk of falls-a randomized controlled trial*. medRxiv, 2024: p. 2024.06. 16.24308943.
۴. Zhang, K., et al., *The mortality trends of falls among the elderly adults in the mainland of China, 2013—2020: A population-based study through the National Disease Surveillance Points system*. The Lancet Regional Health–Western Pacific, 2022. **19**.
۵. Brech, G.C., et al., *Changes in postural balance associated with a woman's aging process*. Clinics, 2022. **77**: p. ۱۰۰۰۴۱.
۶. de Toledo Evangelista, R.A.G., et al., *Importance of muscle strength to maintain mobility, but not to maintain postural balance in older women: Cross-sectional study*. Clinics, 2024. **79**: p. 100504.
۷. Sharma, S., et al., *Perturbation-based balance training improves reactive balance and reduces falls in older people: A systematic review and meta-analysis*. medRxiv, 2025: p. 2025.07. 23.25331962.

- ٨ Rodríguez, S., E.D. Hernández-Álvarez, and C. León-Prieto, *Effects of core stability training on physical performance in soccer players: Systematic review and meta-analysis*. Journal of Bodywork and Movement Therapies, 2025.
- ٩ Barrio, E.D., et al., *Effects of core training on dynamic balance stability: A systematic review and meta-analysis*. Journal of Sports Sciences, 2022. **40**(16): p. 1815-1823.
- ١٠ Arevalo, A.C.C., et al., *CORE Strengthening Exercise Program for the management of falls in older adults*. Ibero-American Journal of Health Science Research, 2024. **4**(s): p. 202-209.
- ١١ Salsabila, B.I., F. Rahman, and Y. Lindoyo, *Different Effects of Single-leg Stance Exercise and Bridging Exercise with Core Stability Exercise on Older Adults Balance*. Exercise Science, 2023. **32**(3): p. 286-294.
- ١٢ Piry, H., N. Naserpour, and R. Sheikhhosseini, *The effect of core stability exercises on static and dynamic balance in healthy older men*. Journal of Gerontology, 2023. **7**(4): p. 61-74.
- ١٣ Ge, L., et al., *Effects of core stability training on older women with low back pain: a randomized controlled trial*. European review of aging and physical activity, 2022. **19**(1): p. 10.
- ١٤ Sadeghi, H., et al., *The effects of core stability exercises on balance and walking in elderly fallers with mild cognitive impairment: a randomized control trial*. Journal of Research in Rehabilitation Sciences, 2020. **1**(1): p. 110-117.
- ١٥ Mahmoudi, S. and A. Heyrani, *The Effect of 8 Weeks of core stability and core stability_mindfulness exercises on the Balance of Older Women in Nursing Centers of Kermanshah*. journal of motor and behavioral sciences, 2020. **3**(3): p. 247-256.
- ١٦ Devasahayam, A.J., et al., *The effect of reactive balance training on falls in daily life: an updated systematic review and meta-analysis*. Physical therapy, 2023. **103**(1): p. p. 154.
- ١٧ Liang, H., T. Kaewmanee, and A.S. Aruin, *Older adults can rely on an auditory cue to generate anticipatory postural adjustments prior to an external perturbation*. Experimental brain research, 2022. **240**(4): p. 1279-1292.
- ١٨ Khajoei, M., et al., *Biomechanical feedback and feedforward responses during perturbed running in asymptomatic individuals*. Frontiers in Sports and Active Living, 2024. **6**: p. 1403770.
- ١٩ Barfi, M., et al., *Wobble board instability enhances compensatory CoP responses to CoM movement across timescales*. Sensors, 2025. **25**(1): p. 4454.
- ٢٠ Faria, J.O., et al., *Effect of perturbation-based balance training distribution on stability and fall risk in faller older adults: A randomized single-blind clinical trial*. Human Movement Science, 2025. **104**: p. 103415.
- ٢١ Okubo, Y., et al., *Effect of reactive balance training involving repeated slips and trips on balance recovery among older adults: a blinded randomized controlled trial*. The Journals of Gerontology: Series A, 2019. **74**(9): p. 1489-1496.
- ٢٢ Nachmani, H., et al., *Influence of reactive balance training program characteristics on reactive balance control and fall risk: a systematic review and meta-analysis*. medRxiv, 2025: p. 2025.08.01.25332828.
- ٢٣ Mf, F., "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. J Psychiatr res, 1975. **12**: p. 189-198.
- ٢٤ Seyedian, M., et al., *Validity of the farsi version of mini-mental state examination*. 2007.
- ٢٥ Rafei Borujeni, M., et al., *The effect of a period of selected exercises over soft and hard surfaces on the static balance of children with autism spectrum disorder*. Motor Behavior, 2020. **12**(42): p. 55-80.
- ٢٦ Yardley, L., et al., *Development and initial validation of the Falls Efficacy Scale-International (FES-I)*. Age and ageing, 2000. **28**: p. 614-619.
- ٢٧ Khajavi, D., et al., *The impact of a training intervention program on fall-related psychological factors among male older adults in Arak*. Salmand, 2014. **9**(1): p. 32-39.
- ٢٨ Paquette, M.R., et al., *An 8-week reactive balance training program in older healthy adults: A preliminary investigation*. Journal of Sport and Health Science, 2015. **4**(3): p. 263-269.

۲۹. Shumway-Cook, A. and M.H. Woollacott, *Motor control: translating research into clinical practice*. 2007: Lippincott Williams & Wilkins.
۳۰. Zhong, Y., et al., *Effects of core training on balance performance in older adults: a systematic review and meta-analysis*. *Frontiers in Public Health*, 2025. **13**: p. 1661460.
۳۱. Abo Elyazed, T.I., A.S.A.F. Alzorqany, and E.M.I. Taha, *Effect of Eccentric Exercises Versus Core Stability Exercises on Falling Risk and Functional Capacity in The Elderly A Randomized Control Study*. *Delta University Scientific Journal*, 2025. **8**(1): p. 187-197.
۳۲. Ozsoy-Unubol, T., et al., *The effect of vitamin D and exercise on balance and fall risk in postmenopausal women: a randomised controlled study*. *International journal of clinical practice*, 2021. **75**(12): p. e14851.