



The Effects of Motor Imagery and Action Observation on Static and Dynamic Balance in Elderly Women

Farzaneh Hatami ¹ , Gholamreza Lotfi Hosseinabad², Salimi, Azita³

1. Associate Professor of Motor Behavior Department, Sport Sciences Faculty, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran. (Corresponding Author, (E-mail: fhatami2010@gmail.com)
2. Associate Professor of Motor Behavior Department, Sport Sciences Faculty, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran (E-mail: gholamrezalotfi@sru.ac.ir)
3. M.A of Motor Behavior Department, Sport Sciences Faculty, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran. (E-mail azitasalimi61@gmail.com)

Received: 9 October 2025 ; Received: 5 December 2025 ; Accepted: 8 December 2025

ABSTRACT

Introduction: Aging is associated with reduced balance ability and an increased risk of falls. Given the limitations of traditional physical exercises, cognitive–motor approaches- motor imagery and action observation- have emerged as low-risk interventions for improving balance in older adults. The present study aimed to determine the effects of motor imagery and action observation on static and dynamic balance in elderly women.

Methods: This quasi-experimental study employed a pretest–posttest design with a control group and was conducted on 30 cognitively healthy elderly women. Participants were randomly assigned to three groups: motor imagery (imagining simple balance tasks, including standing for 2 seconds at the starting point, walking a 3-meter path while stepping over three obstacles, and returning to the starting point), action observation (watching a video demonstration of the balance tasks), and control (engaging in their usual daily activities). Each group participated in its respective training program for three consecutive sessions. Static balance and dynamic balance were measured via Romberg and Timed Up and Go (TUG) Test.

Results: Results revealed that for static balance, both the motor imagery and action observation groups performed better than the control group in the posttest; however, no significant difference was found between the two experimental groups. Moreover, static balance in the motor imagery group showed a significant improvement in the posttest.

Conclusion: Motor simulation practices particularly motor imagery and action observation can lead to significant improvements in the static balance of older adults. These techniques may be recommended as safe, simple, and cost-effective interventions in elderly rehabilitation programs.

.Keywords: Action Observation, Cognitive-Motor Rehabilitation, Dynamic Balance, Motor Imagery, Older Adults, Static Balance.

Cite this article: Hatami, F., Hosseinabad, G. L., & Salimi, A. (2025). The Effects of Motor Imagery and Action Observation on Static and Dynamic Balance in Elderly Women. *Journal of Healthy ageing and exercise*, 1 (3), 13-29. DOI: [10.22059/jhae.2025.403976.1017](https://doi.org/10.22059/jhae.2025.403976.1017)

Copyright © 2025: Journal of Healthy Ageing and Exercise. This open-access article is available under the [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) International License, which allows for the copying and redistribution of the material only for noncommercial purposes, provided that the original work is properly cited.

Extended Abstract

Introduction

Aging is a complex biological, psychological, and social process accompanied by gradual structural and functional changes in multiple body systems, becoming prominent around the sixth decade of life. One of the critical changes in older adults is the decline in static and dynamic balance, largely due to deteriorations in sensory–motor systems, including visual, vestibular, and proprioceptive functions. Balance impairments not only reduce quality of life but also increase the risk of falls and secondary consequences, such as fractures and disability, imposing significant social and economic burdens on families and healthcare systems. Studies indicate that a substantial proportion of adults over 65, experience at least one fall annually, with many exhibiting varying degrees of balance dysfunction. In Iran, the proportion of older adults is projected to exceed 20% by 2050, highlighting the need for interventions that improve balance performance.

Although traditional physical exercises are effective in rehabilitation, limitations such as pain, physical weakness, and restricted access can hinder regular and safe participation. In this context, cognitive–motor approaches, such as Motor Imagery (MI) and Action Observation (AO), have emerged as low-risk, accessible strategies to enhance balance in older adults. MI involves mentally simulating movements, while AO focuses on observing movements performed by others. From a neurocognitive perspective, both approaches activate motor cortical areas, mirror neuron networks, and movement planning circuits, enabling motor learning and re-education without imposing significant physical load. Previous research has shown that MI and AO can improve static balance and functional mobility in older adults; however, comparative evidence on their specific effects remains limited. Therefore, the present study aimed to investigate and compare the effects of MI, AO, and traditional physical exercise on static and dynamic balance in elderly women.

Methods

This quasi-experimental study employed a pretest–posttest design with three groups (MI, AO, and control) involving 30 healthy older women with Mini-Mental State Examination (MMSE) scores ≥ 24 . Participants were randomly assigned to groups, matched for imagery ability (R-MIQ) and cognitive status. Interventions were conducted over 18 sessions across six weeks with each session lasting approximately 40 minutes (20 minutes of main exercise, 10 minutes of rest, 10 minutes of exercise review).

Participants were randomly assigned to one of three groups: motor imagery (imagining simple balance tasks including standing for 2 seconds at the starting point, walking a 3-meter path while stepping over three obstacles, and returning to the starting point), action observation (observing video demonstrations of the same exercises), and control (engaging in their usual daily

activities). Static balance was assessed using the Romberg test, and dynamic balance was measured with the Timed Up and Go (TUG) test. Romberg testing involved barefoot standing with eyes closed, recording the duration of maintained balance, whereas TUG measured the time required to stand, walk, turn, and return to a chair. Data were analyzed using SPSS v.23. Normality and homogeneity of variance were assessed using the Shapiro–Wilk and Levene tests, respectively. Main analyses included mixed ANOVA and Bonferroni post-hoc comparisons.

Results

For static balance, significant main effects of group and test and a group and time interaction were observed ($P < 0.05$). Pre-intervention, no significant differences existed between groups. Post-intervention, both MI ($P = 0.031$) and AO ($P = 0.036$) groups showed significantly better performance than the control group, with no significant difference between MI and AO ($P = 1.0$). Only the MI group demonstrated a significant within-group improvement from pre- to post-test ($P = 0.001$), whereas AO and control groups did not. These findings indicate that motor simulation techniques positively affect static balance, with motor imagery having a particularly notable impact on postural stability in older adults.

For dynamic balance, only the main effect of time was significant ($P < 0.01$), suggesting that all participants improved from pre- to post-test regardless of group. There were no significant main effects of group or group and time interaction, indicating that MI and AO alone were insufficient to significantly enhance dynamic balance. These results align with previous studies showing that dynamic balance relies on the integration of multiple sensory–motor and cognitive systems, and purely cognitive interventions have limited effects.

Conclusion

This study demonstrated that motor simulation interventions, particularly MI and AO, can meaningfully improve static balance in older adults and may serve as safe, cost-effective, and accessible strategies in rehabilitation programs. However, enhancing dynamic balance likely requires combining these methods with physical or task-specific exercises. MI may produce longer-lasting effects than AO by actively engaging proprioceptive feedback and neural circuits involved in postural control. These findings support incorporating MI and AO as complementary interventions in elderly rehabilitation programs to reduce fall risk and improve quality of life.

Future research should examine longer interventions (8–12 weeks) using combined AO+MI protocols with real-world functional exercises and employ precise measurement tools, such as gait analysis systems and force platforms. Developing standardized instructional videos and apps could facilitate home-based mental and observational practice, increasing adherence and motivation among older adults.

Footnotes

Acknowledgments

We sincerely appreciate all those who assisted us in conducting this research.

Conflict of Interest

The authors declare there are no conflicts of interest.

Authors' Contributions

The authors have made equal contributions in the design, implementation, and writing of various sections of the research.

Ethical Approval

This study was conducted in accordance with established research guidelines and adhered to all ethical principles. The experimental protocols were approved by the Review Board of the Graduate Studies Office at Shahid Rajaei Teacher Training University.

تأثیر تصویرسازی حرکتی و مشاهده عمل بر تعادل ایستا و پویای زنان سالمند

فرزانه حاتمی*^۱ ID، غلامرضا لطفی حسین آباد^۲، آریتا سلیمی^۳

۱. نویسنده مسؤول، گروه رفتار حرکتی - دانشکده علوم ورزشی - دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی - تهران - ایران رایانامه: fhatami2010@gmail.com

۲. گروه رفتار حرکتی - دانشکده علوم ورزشی - دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی - تهران - ایران، رایانامه: gholamrezalotfi@sr.u.ac.ir

۳. گروه رفتار حرکتی - دانشکده علوم ورزشی - دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی - تهران - ایران رایانامه: azitasalimi61@gmail.com

دریافت: ۱۷ مهر ۱۴۰۴ بازنگری: ۱۴ آذر ۱۴۰۴ پذیرش: ۱۷ آذر ۱۴۰۴

چکیده

مقدمه: سالمندی با کاهش توانایی حفظ تعادل و افزایش خطر زمین خوردگی همراه است. با توجه به محدودیت‌های تمرینات جسمانی سنتی، رویکردهای شناختی-حرکتی مانند تصویرسازی حرکتی و مشاهده عمل به عنوان مداخلات کم‌خطر برای بهبود تعادل سالمندان مطرح شده‌اند. پژوهش حاضر با هدف تعیین تأثیر تصویرسازی حرکتی و مشاهده عمل بر تعادل ایستا و پویای زنان سالمند انجام شد.

روش پژوهش: این مطالعه نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل بر روی ۳۰ زن سالمند دارای سلامت شناختی اجرا شد. شرکت‌کنندگان به صورت تصادفی در سه گروه تصویرسازی حرکتی (تصویرسازی تکالیف تعادلی ساده شامل ایستادن به مدت ۲ ثانیه در نقطه شروع، راه رفتن در مسیر ۳ متری همراه با عبور از سه مانع، و بازگشت به نقطه شروع)، مشاهده عمل (مشاهده ویدئوی اجرای تکالیف تعادلی) و گروه کنترل، (انجام فعالیت‌های روزمره معمول) قرار گرفتند. هر گروه به مدت سه جلسه متوالی در مداخلات مربوطه شرکت کرد. تعادل ایستا و تعادل پویا با آزمون رومبرگ و زمان برخاستن و رفتن (TUG) اندازه‌گیری گردید.

یافته‌ها: نتایج آزمون تحلیل واریانس مرکب نشان داد در تعادل ایستا، اثر اصلی گروه و مراحل آزمون و همچنین تعامل گروه و مراحل آزمون معنادار است، هر دو گروه تصویرسازی حرکتی و مشاهده عمل در پس‌آزمون عملکرد بهتری نسبت به گروه کنترل داشتند، اما تفاوتی بین دو گروه آزمایشی مشاهده نشد، همچنین تعادل ایستا در گروه تصویرسازی پیشرفت معناداری را در پس‌آزمون نشان داد.

نتیجه‌گیری: تمرینات شبیه‌سازی حرکتی می‌توانند موجب بهبود معنادار در تعادل ایستای سالمندان شوند و به عنوان مداخلات ایمن، ساده و کم‌هزینه در برنامه‌های توانبخشی توصیه می‌شوند.

کلید واژه‌ها: تصویرسازی ذهنی، تعادل ایستا، تعادل پویا، توانبخشی شناختی-حرکتی، سالمندان، مشاهده عمل

استناد: حاتمی، فرزانه؛ لطفی حسین آباد، غلامرضا؛ و سلیمی، آریتا (۱۴۰۴). تأثیر تصویرسازی حرکتی و مشاهده عمل بر تعادل ایستا و پویای زنان سالمند. نشریه سالمندی سالم و ورزش، ۱ (۳)، ۲۹-۱۳. DOI: [10.22059/jhae.2025.403976.1017](https://doi.org/10.22059/jhae.2025.403976.1017)

حق چاپ © ۱۴۰۴: نشریه سالمندی سالم و ورزش. این مقاله با دسترسی آزاد تحت مجوز بین‌المللی Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 (CC BY-NC 4.0) منتشر شده است. این مجوز اجازه کپی و بازتوزیع مطالب را تنها برای مقاصد غیرتجاری می‌دهد، به شرطی که به اثر اصلی به درستی استناد شود.

ناشر: انتشارات دانشگاه تهران.

مقدمه

سالمندی فرایندی زیستی، روان‌شناختی و اجتماعی است که با بروز تدریجی تغییرات ساختاری و کارکردی در سامانه‌های مختلف بدن همراه بوده و از حدود دهه‌ی ششم زندگی به‌صورت بارز آشکار می‌شود. با افزایش سن، سامانه‌های حسی-حرکتی که در حفظ تعادل نقش دارند (بینایی، سیستم دهلیزی، گیرنده‌های محیطی و کنترل مرکزی عصبی) دچار دگرگونی می‌شوند که منجر به کاهش توانایی حفظ تعادل ایستا و پویای فرد می‌گردد اختلالات تعادلی در سالمندان نه تنها کیفیت زندگی را کاهش می‌دهد، بلکه خطر زمین‌خوردگی و پیامدهای ثانویه مانند شکستگی، ناتوانی و وابستگی را افزایش می‌دهد؛ این موارد باعث بار اقتصادی و اجتماعی قابل‌توجهی بر خانواده و نظام سلامت می‌شوند (۱، ۲). مطالعات مروری نشان می‌دهند که اختلالات تعادل و کاهش عملکرد حرکتی در جمعیت سالمندان بسیار شایع است؛ بررسی‌ها گزارش داده‌اند که درصد قابل‌توجهی از افراد بالای ۶۵ سال، حداقل یک بار در سال دچار زمین‌خوردگی می‌شوند و بسیاری نیز دارای اختلالات قابل‌اندازه‌گیری در شاخص‌های ایستا و پویا تعادل هستند (۳، ۴). در ایران نیز بر اساس گزارش‌های مرکز آمار و نتایج طرح‌های ملی سلامت، نسبت جمعیت سالمند (افراد ۶۰ سال و بالاتر) از حدود ۹/۵ درصد در سال ۲۰۱۹ به بیش از ۱۱ درصد در سال ۲۰۲۵ رسیده و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۵۰ به بیش از ۲۰ درصد برسد (۵). مطالعات داخلی نشان داده‌اند که بیش از ۳۰ تا ۴۰ درصد از سالمندان ایرانی تجربه‌ی حداقل یک زمین‌خوردگی در سال دارند و حدود نیمی از آنان درجاتی از اختلال تعادل یا ترس از افتادن را گزارش می‌کنند (۶، ۷). از این‌رو مداخلاتی که بتوانند عملکرد تعادلی و توان حرکتی این گروه را بهبود دهند، از اولویت‌های پژوهشی و بالینی به شمار می‌آیند. رویکردهای سنتی در توانبخشی تعادل سالمندان عمدتاً بر تمرینات جسمانی (تمرینات تعادلی، تمرینات انعطاف‌پذیری و تمرینات واکنشی) متمرکز بوده‌اند و شواهد گسترده‌ای از اثربخشی آن‌ها موجود است. با این حال، محدودیت‌هایی از جمله دسترسی، انگیزش، قابلیت تداوم و نیز آسیب‌پذیری در شرایطی که تمرین جسمانی کامل ممکن نیست، وجود دارد (۸).

پژوهش‌های جدید نشان می‌دهند که مداخلات شناختی به‌ویژه تصویرسازی ذهنی و مشاهده عمل (AO) توانایی تحریک شبکه‌های عصبی حرکتی بدون بار مکانیکی را دارند و می‌توانند به عنوان تکمیل‌کننده یا جایگزینی برای تمرینات جسمانی در نظر گرفته شوند ترکیب این رویکردهای شناختی با برنامه‌های تمرینی می‌تواند مزایای چندجانبه (افزایش انگیزش، دسترسی آسان و ایمنی بالاتر) فراهم سازد و احتمالاً به کاهش خطر زمین‌خوردگی کمک کند (۹). شبیه‌سازی حرکتی، شامل تصویرسازی حرکتی^۲ (MI) و AO روش‌هایی نیرومند و کم‌تنش فیزیکی هستند که از انعطاف‌پذیری عصبی مرکزی بهره می‌برند تا یادگیری حرکتی را تسهیل کنند و جزء شناختی کنترل تعادل را هدف قرار دهند. تصویرسازی حرکتی فرآیندی درونی است که در آن فرد، خود را در حال انجام یک تکلیف خاص تصور می‌کند. این فرآیند ایده‌آل است که از دید اول شخص انجام شود و فرد تشویق می‌شود تا هم بازخورد بصری و هم حس عمقی (مانند دیدن صاف شدن زانو و احساس انقباض عضله چهارسر) را به طور همزمان تصویرسازی کند (۱۰). AO در مقابل، فرآیندی است که عمدتاً توسط محیط هدایت می‌شود و شامل مشاهده حرکت یا فعالیتی است که توسط شخص دیگری انجام می‌شود (۱۱-۱۳). جذابیت این تکنیک‌ها در توانبخشی سالمندان این است که محدودیت‌های ناشی از ضعف جسمانی، درد، یا ناتوانی را دور می‌زنند و اجازه می‌دهند تمرین متمرکز و با تکرار بالا در برنامه‌ریزی حرکت، بدون نیاز به خروجی حرکتی انجام شود. این رویکرد به‌ویژه برای افراد مسن که ممکن است قادر به انجام کامل تمرینات فیزیکی نباشند یا دارای زوال شناختی خفیف باشند، بسیار ارزشمند است (۹، ۱۰، ۱۴).

از دیدگاه عصبی-شناختی، MI و AO باعث فعال‌سازی بخش‌هایی از قشر حرکتی، شبکه آئینه‌ای و مدارهای مرتبط با برنامه‌ریزی و کنترل حرکت می‌شوند، شبکه‌هایی که در اجرای واقعی حرکت نیز دخیل‌اند. این همپوشانی عملکردی مبنای نظری اثرگذاری این تکنیک‌ها بر یادگیری و بازتوانی حرکتی است؛ به عبارت دیگر، تکرارهای ذهنی و مشاهده‌ای می‌توانند موجب تقویت سیناپسی و بازآموزی الگوهای عصبی مرتبط با کنترل تعادل شوند بدون آن‌که نیاز به تلاش فیزیکی شدید باشد. پژوهش‌های نوروفیزیولوژیک و تصویربرداری مغزی این

1. Action Observation

2. Motor Imagery

فرضیه را پشتیبانی کرده‌اند و نشان داده‌اند که ترکیب AO و MI ممکن است اثرات سینرژیک قوی‌تری نسبت به هر کدام به تنهایی ایجاد کند.

اثر بخشی تصویرسازی ذهنی و مشاهده عمل بر پایه‌ی هم‌ارزی کارکردی^۱ بین اجرای واقعی حرکت و فرآیندهای شبیه‌سازی حرکتی است که توسط سیستم نورون‌های آینه‌ای پشتیبانی می‌شود (۱۴، ۱۵). این سیستم شامل شبکه‌ای از نواحی مغزی مانند کورتکس پیش حرکتی^۲، ناحیه حرکتی تکمیلی^۳، کورتکس آهیانه‌ای^۴ و مخچه^۵ است که هم در اجرای عمل و هم در مشاهده‌ی همان عمل فعال می‌شوند و بدین‌سان مسیرهای عصبی مشترکی برای درک و اجرای حرکت فراهم می‌سازند (۱۶). شواهد نشان می‌دهد که AO و MI از مسیرهای عصبی مشابهی استفاده می‌کنند و ترکیب آن‌ها (AOMI) می‌تواند از طریق القای پلاستیسیته در قشر حرکتی اولیه^۶ (MI)، یادگیری و بازآموزی حرکتی را تقویت کند (۱۷). مشاهده‌ی حرکات تکراری می‌تواند بدون نیاز به اجرای فیزیکی، حافظه‌های حرکتی مشخصی در M1 ایجاد کند که از نظر کیفیت با تمرین واقعی قابل مقایسه است (۱۴)؛ این ویژگی به‌ویژه برای سالمندان یا بیماران دارای محدودیت‌های حرکتی و شناختی اهمیت دارد زیرا امکان تمرین ذهنی مستمر را بدون نیاز به فعالیت فیزیکی فراهم می‌کند (۱۸). از آنجا که AO و MI هر یک جنبه‌ای متفاوت از پردازش حرکتی (بصری و درونی) را فعال می‌کنند، ترکیب آن‌ها موجب حداکثرسازی فعال‌سازی عصبی و سازگاری نوروپلاستیک^۷ می‌شود و به عنوان رویکردی امیدبخش برای بهبود مهارت و تعادل در سالمندان مطرح است (۱۷، ۱۸).

در سال‌های اخیر، پژوهش‌های متعددی به بررسی اثربخشی تکنیک‌های شبیه‌سازی حرکتی مانند تصویرسازی حرکتی و مشاهده عمل در بهبود تعادل، تحرک و عملکرد حرکتی سالمندان پرداخته‌اند. مطالعات بالینی تصادفی‌شده نشان داده‌اند که اجرای تمرین‌های تصویرسازی ذهنی به‌ویژه زمانی که با تمرین‌های وظیفه‌محور همراه شود، می‌تواند موجب بهبود معنادار در شاخص‌های عملکردی نظیر مسیر مرکز فشار^۸ (COP)، مقیاس تعادل برگ^۹ (BBS)، آزمون زمان برخاستن و رفتن^{۱۰} (TUG) و کاهش ترس از سقوط در سالمندان گردد (۹، ۱۹). مرورهای نظام‌مند اخیر نیز این یافته‌ها را تأیید کرده‌اند و نشان داده‌اند که تمرین‌های MI موجب بهبود کنترل وضعیتی، افزایش ثبات قامت و ارتقای عملکرد حرکتی سالمندان سالم و مبتلا به اختلالات شناختی خفیف می‌شود (۱۰، ۱۸). از سوی دیگر، پژوهش‌ها در زمینه مشاهده عمل نیز نتایج قابل‌توجهی را گزارش کرده‌اند. مشاهده هدفمند حرکات می‌تواند مسیرهای عصبی مشابه اجرای واقعی را فعال کرده و از طریق سیستم نورون‌های آینه‌ای^{۱۱} موجب بهبود یادگیری حرکتی و بازآموزی تعادلی شود (۱۴)، با این حال، یافته‌ها در خصوص اثربخشی AO به‌تنهایی یا در ترکیب با MI متناقض‌اند. برخی مطالعات نشان داده‌اند که ترکیب AO و MI همراه با خواب زودرس پس از تمرین، موجب بهبود بیشتر در گیت و تعادل سالمندان می‌شود (۱۲)، در حالی که پژوهش‌هایی اثرات افزایشی قابل‌توجهی نسبت به تمرینات معمول گزارش نکرده‌اند (۱۱). مطالعات جدیدتر نشان می‌دهد که در افراد دارای اختلال شناختی خفیف، مشاهده عمل می‌تواند علاوه بر بهبود مهارت‌های حرکتی، عملکرد شناختی را نیز ارتقا دهد (۱۳)، همچنین پژوهش‌های داخلی نیز نشان داده‌اند که تمرین‌های ترکیبی MI و AO موجب افزایش طول گام، سرعت و ریتم راه‌رفتن سالمندان پس از سکته مغزی می‌شود (۲۰). در مقابل، برخی مطالعات در گروه‌های بالینی خاص مانند بیماران مبتلا به پارکینسون، تأثیر معناداری از این روش‌ها گزارش نکرده‌اند (۲۱). با این حال، مرور نظام‌مند در ۲۰۲۵ نشان داده است که AOMI در بازتوانی بیماران پارکینسونی می‌تواند از طریق فعال‌سازی قشر حرکتی و القای پلاستیسیته عصبی، اثرات مثبت محدودی ایجاد کند (۲۲).

1. Functional Equivalence
2. Premotor Cortex
3. Supplementary Motor Area
4. Parietal Cortex
5. Cerebellum
6. Plasticity In the Primary Motor Cortex
7. Neuroplastic Adaptation
8. Center of Pressure
9. Berg Balance Scale
10. Timed Up and Go; TUG
11. Mirror Neuron System

علی‌رغم شواهد فزاینده درباره پتانسیل نوروفیزیولوژیک شبیه‌سازی حرکتی، هنوز محدودیت‌های مفهومی و روش‌شناختی قابل‌توجهی مانع از استفاده بهینه از این تکنیک‌ها برای پیشگیری از سقوط در سالمندان است. ناهمگونی در طراحی پژوهش‌ها، تنوع ابزارهای ارزیابی از شاخص‌های آزمایشگاهی مانند COP تا مقیاس‌های عملکردی، و فقدان معیارهای بالینی استاندارد باعث شده است که تفسیر و مقایسه‌ی نتایج دشوار و ارزش بالینی یافته‌ها مبهم باشد (۱۰، ۱۶). افزون بر این، شکاف مهمی در ادبیات موجود وجود دارد که مربوط به تعیین اثرات افتراقی هر یک از روش‌های تصویرسازی حرکتی، مشاهده عمل و ترکیب آن‌ها بر اجزای خاص تعادل یعنی تعادل ایستا و تعادل پویا است. در حالی که AO بیشتر بر پردازش دیداری-حرکتی و MI بر بازنمایی حس عمقی و برنامه‌ریزی درونی حرکت اثر می‌گذارد، هنوز مشخص نیست کدامیک برای بهبود هر نوع از تعادل مؤثرتر است. با توجه به شیوع بالای مشکلات تعادلی و تبعات بالینی و اجتماعی زمین‌خوردگی در جمعیت سالمند، توسعه مداخلاتی که مؤثر، مقرون‌به‌صرفه، و قابل اجرا در سطوح مختلف مراقبتی باشند ضرورت دارد. تکنیک‌های شناختی مانند MI و AO تولید هزینه و ریسک کمتری نسبت به تمرینات فیزیکی سنگین دارند و می‌توانند در محیط‌های خانگی یا مراکز روزانه سالمندان به راحتی به کار گرفته شوند. از این‌رو، پژوهش حاضر با هدف مقایسه‌ی نظام‌مند این سه رویکرد و سنجش اثرات افتراقی آن‌ها بر تعادل ایستا و پویا طراحی شده است تا به شکاف دانشی موجود پاسخ دهد و مبنایی علمی برای تدوین پروتکل‌های توانبخشی استاندارد، ایمن و مبتنی بر شواهد در جمعیت سالمندان فراهم آورد.

با وجود شواهد روبه‌رشد در زمینه‌ی اثربخشی مداخلات مبتنی بر تصویرسازی حرکتی و مشاهده عمل، چند شکاف و محدودیت پژوهشی همچنان آشکار است. ناهمگونی در پروتکل‌های مداخله‌ای از نظر مدت، فراوانی، و کیفیت راهنمایی ذهنی یا تصویری که مقایسه و تجمیع نتایج را دشوار می‌سازد؛ کمبود کارآزمایی‌های بالینی با کیفیت بالا که هر دو جنبه‌ی تعادل ایستا و پویا را به‌طور هم‌زمان اندازه‌گیری کرده باشند؛ نبود شفافیت در انتخاب و سنجش پیامدهای مرتبط با خطر زمین‌خوردگی مانند واکنش‌های تعادلی یا ثبات پویا در شرایط چالش‌زا؛ لزوم بررسی مکانیسم‌های عصبی-شناختی زمینه‌ای در سالمندان سالم در مقایسه با افراد دارای اختلال شناختی یا نوروپاتولوژی‌های مرتبط (۲، ۹، ۱۴). این شکاف‌ها ضرورت انجام پژوهش‌های دقیق‌تر با طراحی‌های کنترل‌شده، پروتکل‌های استاندارد و سنجه‌های جامع تعادل را برجسته می‌کنند. با توجه به شیوع بالای اختلالات تعادلی و پیامدهای بالینی و اجتماعی زمین‌خوردگی در جمعیت سالمند، توسعه مداخلاتی که مؤثر، مقرون‌به‌صرفه، و قابل اجرا در محیط‌های مراقبتی و خانگی باشند، اهمیت ویژه‌ای دارد (۱، ۸). در این راستا، تکنیک‌های شناختی-حرکتی نظیر MI و AO به دلیل ریسک پایین، هزینه‌ی کمتر و قابلیت اجرای آسان نسبت به تمرینات فیزیکی پرتحرک، می‌توانند جایگاه مهمی در برنامه‌های پیشگیری و توانبخشی سالمندان داشته باشند. بنابراین، در صورتی که پژوهش حاضر با طراحی کارآزمایی دقیق نشان دهد این روش‌ها می‌توانند به‌صورت مستقل یا در ترکیب با تمرینات فیزیکی موجب بهبود تعادل ایستا و پویا و کاهش خطر زمین‌خوردگی شوند، می‌تواند پیامدهای قابل توجهی برای دستورالعمل‌های توانبخشی سالمندان و سیاست‌های سلامت عمومی در پی داشته باشد.

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نوع نیمه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون و گروه‌های آزمایشی و کنترل است. هدف پژوهش، تعیین تأثیر تمرینات تصویرسازی حرکتی و مشاهده عمل بر تعادل ایستا و پویای زنان سالمند بود. اجرای پژوهش در مرکز روزانه سالمندان «جهان‌دیده» شهر اراک انجام گرفت.

شرکت‌کنندگان

جامعه آماری شامل کلیه زنان سالمند مراجعه‌کننده به مرکز روزانه جهان‌دیده شهر اراک بود. پس از اعلام آمادگی داوطلبان، ۳۰ نفر از سالمندان زن واجد شرایط ورود به پژوهش انتخاب و با استفاده از روش همتاسازی بر اساس نمره پرسشنامه تصویرسازی حرکتی^۱

(MIQR) و آزمون کوتاه ارزیابی وضعیت شناختی^۱ ($MMSE \geq 24$)، به صورت تصادفی در سه گروه ۱۰ نفره تصویرسازی حرکتی، مشاهده عمل و کنترل تقسیم شدند. معیارهای ورود شامل سن بین ۶۵ تا ۸۵ سال، سلامت عمومی، توانایی راه رفتن بدون کمک، و عدم ابتلا به اختلالات شدید حرکتی یا عصبی بود. شرکت کنندگانی که بیش از دو جلسه در تمرینات غیبت داشتند یا دچار آسیب جسمانی شدند، از مطالعه خارج گردیدند. تمامی سالمندان پیش از شروع مطالعه، رضایت نامه آگاهانه را امضا کردند.

ابزار

برای ارزیابی تعادل ایستا از آزمون رومبرگ^۲ استفاده شد. در این آزمون، از شرکت کنندگان خواسته می شود بدون کفش و با چشمان بسته، به مدت ۳۰ ثانیه در حالت ایستاده با قرار دادن پاها در کنار یکدیگر و قرار دادن دستها در کنار بدن تعادل خود را حفظ کنند. معیار سنجش، مجموع زمان حفظ تعادل در سه کوشش بود و حداکثر نمره ممکن ۹۰ ثانیه در نظر گرفته شد. این آزمون به دلیل سادگی، سهولت اجرا و هزینه پایین، به عنوان یک ابزار غربالگری رایج در زمینه ارزیابی تعادل و حس عمقی به کار می رود. برای اطمینان از دقت اندازه گیری، از یک کروномتر دیجیتال برای ثبت زمان استفاده گردید (۲۳، ۲۴).

آزمون TUG به عنوان ابزاری معتبر برای سنجش تحرک عملکردی و تعادل پویا سالمندان معرفی می گردد. اجرای این آزمون بدین شکل است که سالمند ابتدا روی یک صندلی محکم (دارای دسته و ارتفاع استاندارد) می نشیند، سپس با دریافت فرمان، در سریع ترین زمان ممکن از جای برخاسته، ۳ متر در مسیری مستقیم راه می رود، چرخشی ۱۸۰ درجه انجام می دهد، به سمت صندلی بازگشته و دوباره می نشیند؛ زمان سپری شده بر حسب ثانیه ثبت می شود و زمان کمتر نشان دهنده عملکرد حرکتی بهتر است (۲۵). از نظر آماری، روایی ملاکی و افتراقی آزمون TUG در مطالعات داخلی و بین المللی با موفقیت تأیید شده است؛ به طوری که قادر است سالمندان در معرض خطر زمین خوردن (آستانه بالینی معمولاً بالای ۱۳.۵ ثانیه) را به خوبی از افراد عادی تمیز دهد. همچنین، اعتبار آزمون-بازآزمون این ابزار در نمونه های سالمندان ایرانی بسیار بالا گزارش شده است، که ثبات و تکرارپذیری نتایج آن را برای استفاده در پژوهش های مبتنی بر مداخلات تمرینی تضمین می کند (۲۶، ۲۷).

به منظور حصول اطمینان از توانایی تصویرسازی ذهنی شرکت کنندگان در گروه تصویرسازی ذهنی، از پرسشنامه بازنگری شده تصویرسازی حرکتی استفاده شد. این پرسشنامه یک ابزار استاندارد و خوداظهاری است که شامل ۸ گویه می باشد؛ در این گویه ها، از فرد خواسته می شود چهار حرکت ساده (خم کردن آرنج، پرش، خم کردن تنه و لگن، و درجا زدن) را هم از دیدگاه درونی (تجسم انجام حرکت توسط خود) و هم از دیدگاه بیرونی (تجسم مشاهده خود در حال انجام حرکت) تصویرسازی کند. پاسخ دهی بر اساس مقیاس ۷ امتیازی لیکرت صورت می گیرد، که از ۱= تصویرسازی کاملاً واضح تا ۷= تصویرسازی دشوار یا غیرقابل تصور درجه بندی می شود؛ بنابراین، نمره نهایی پایین تر نشان دهنده توانایی بالاتر در تصویرسازی ذهنی است (۲۸). روایی و پایایی این پرسشنامه در مطالعات داخلی و خارجی تأیید شده است، و برای استفاده در پژوهش های مرتبط با یادگیری حرکتی و سالمندان، ابزاری معتبر به شمار می آید (۲۹).

آزمون کوتاه ارزیابی وضعیت شناختی یک ابزار غربالگری معتبر و استاندارد است که به منظور سنجش سریع و جامع کارکردهای شناختی عمومی سالمندان و تشخیص اختلالات احتمالی شناختی (مانند زوال عقل خفیف) به کار می رود. اجرای این آزمون به صورت مصاحبه فردی انجام شده و شامل پرسش هایی از پنج حوزه اصلی شناختی است: ۱. جهت یابی (زمان و مکان)، ۲. ثبت (تکرار کلمات)، ۳. توجه و تمرکز (مانند شمارش معکوس)، ۴. یادآوری (فراخوانی کلمات ثبت شده) و ۵. زبان و عمل (مانند اجرای فرمان های کلامی، نام بردن اشیاء، و کپی کردن یک طرح). نمره کل آزمون از ۳۰ محاسبه می شود که نمره بالاتر (نزدیک به ۳۰) نشان دهنده وضعیت شناختی بهتر است؛ به طوری که نمرات زیر ۲۴ معمولاً به عنوان شاخص اختلال شناختی در نظر گرفته می شود (۳۰). روایی و پایایی (اعتبار) نسخه

1. Mini-Mental State Examination; MMSE

2. Romberg Test

فارسی این ابزار در مطالعات متعدد بر روی جمعیت سالمندان ایران تأیید شده است، که قابلیت اطمینان آن را برای استفاده در پژوهش‌های مبتنی بر مداخلات شناختی و حرکتی تضمین می‌کند (۳۱).

روند اجرای پژوهش

ابتدا از تمامی شرکت‌کنندگان آزمون‌های تعادل ایستا و پویا (پیش‌آزمون) به عمل آمد. سپس، هر گروه به مدت سه جلسه متوالی در مداخلات مربوطه شرکت کرد: گروه تصویرسازی حرکتی: شرکت‌کنندگان ابتدا ۲-۳ دقیقه آرام‌سازی انجام دادند، سپس فایل صوتی راهنما را گوش داده و حرکات تعادلی ساده (ایستادن ۲ ثانیه در نقطه شروع، راه رفتن مسیر ۳ متر همراه با عبور از ۳ مانع و برگشت به نقطه شروع) را به تعداد ۲۰ بار (۴ دسته کوشش ۵ تایی) در هر جلسه تصویرسازی کردند. بین کوشش‌ها، ۳۰ ثانیه استراحت و بین هر دسته کوشش ۵ دقیقه استراحت داشتند. بلافاصله پس از آن، همان حرکات ۲۰ بار به صورت جسمانی انجام شد. گروه مشاهده عمل: شرکت‌کنندگان ابتدا فیلم راهنمای حرکات تعادلی ساده (ایستادن ۲ ثانیه در نقطه شروع، راه رفتن مسیر ۳ متر و عبور از ۳ مانع و برگشت به نقطه شروع) را ۲۰ بار (۴ دسته کوشش ۵ تایی) مشاهده کردند. بین کوشش‌ها ۳۰ ثانیه و بین هر دسته کوشش ۵ دقیقه استراحت داشتند. بلافاصله پس از مشاهده، همان حرکات ۲۰ بار به صورت جسمانی انجام شد. گروه کنترل: شرکت‌کنندگان فعالیت‌های روزمره معمول خود شامل راه رفتن معمول، کارهای منزل سبک، فعالیت‌های عادی سالمندان را ادامه می‌دادند. گروه کنترل هیچ‌گونه تمرین سازمان‌یافته، تصویرسازی حرکتی یا مشاهده عمل دریافت نکرد. حضور آنها در جلسات تنها برای کنترل اثرات زمانی، محیطی و اجتماعی بود. مداخله به مدت سه جلسه متوالی انجام شد. هر جلسه حدود ۴۰ دقیقه به طول انجامید (۲۰ دقیقه تمرین اصلی، ۱۰ دقیقه استراحت). پس از اتمام سه جلسه تمرینی، همه شرکت‌کنندگان مجدداً در پس‌آزمون شرکت کردند.

روشی آماری

داده‌های پژوهش با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ تحلیل شدند. در مرحله نخست، نرمال بودن توزیع داده‌ها با آزمون شاپیرو-ویلک و همگنی واریانس‌ها با آزمون لوین بررسی شد. برای مقایسه عملکرد سه گروه در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون از تحلیل واریانس مرکب استفاده گردید. از آزمون تعقیبی بونفرونی جهت تعیین محل دقیق تفاوت‌ها بهره گرفته شد. سطح معنی‌داری در تمامی تحلیل‌ها ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌های پژوهش

مشخصات فردی شرکت‌کنندگان شامل سن، قد، وزن، توانایی تصویرسازی حرکتی و MMSE در سه گروه تحقیق **جدول ۱** خلاصه شده‌اند.

جدول ۱. مشخصات فردی شرکت‌کنندگان

ویژگی	گروه فعالیت بدنی	گروه مشاهده عمل	گروه تصویرسازی ذهنی
تعداد شرکت‌کنندگان	۱۰	۱۰	۱۰
میانگین سن (سال)	۶۶/۱	۶۸/۲	۶۷/۳
قد (سانتی‌متر)	۱۵۷/۹	۱۵۸/۷	۱۵۶/۱
وزن (کیلوگرم)	۶۳/۶	۶۴/۹	۶۵/۹
توانایی تصویرسازی	۴۹/۵	۴۸/۵	۴۰/۵
MMSE	۲۷/۱	۲۶/۶	۲۸/۴

میانگین و انحراف معیار متغیرهای تحقیق بر اساس گروه و مرحله آزمون در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار متغیرهای تحقیق

متغیر	آزمون	تصویر سازی حرکتی	مشاهده عمل	کنترل
تبادل پویا (TUG)	پیش آزمون	۱۱/۸۷۵ ± ۰/۶۵۵	۱۱/۸۵۵ ± ۰/۸۵۷	۱۲/۹۸۴ ± ۰/۶۵۱
	پس آزمون	۱۱/۰۴۵ ± ۰/۷۰۴	۱۰/۴۹۷ ± ۱/۰۴۲	۱۲/۲۸۸ ± ۰/۵۸۷
تبادل ایستا (آزمون رومبرگ)	پیش آزمون	۴۴/۶۲۱ ± ۶/۶۳۳	۵۲/۱۵۶ ± ۷/۰۳۶	۳۰/۳۲۶ ± ۴/۳۴
	پس آزمون	۵۷/۷۳۰ ± ۸/۷۹۹	۵۷/۱۵۲ ± ۷/۳۸۹	۳۰/۰۹۵ ± ۴/۳۵۸

نتایج جدول فوق نشان می دهد که هر ۳ گروه در پس آزمون عملکرد بهتری نسبت به پیش آزمون داشته اند.

با توجه به تأیید طبیعی بودن توزیع داده ها و همگنی واریانس ها ($P > ۰/۰۵$)، استفاده از آزمون های آماری پارامتریک نظیر برای تجزیه و تحلیل داده های پژوهش مجاز است.

آزمون تحلیل واریانس یک راهه در مرحله پیش آزمون نشان داد که بین میانگین های سه گروه در متغیرهای تبادل پویا و تبادل ایستا ($F_{(۲, ۲۷)} = ۰/۷۸, P = ۰/۴۶$) و ($F_{(۲, ۲۷)} = ۳/۲۸, P = ۰/۰۵۳$) تفاوت آماری معناداری مشاهده نشد. این یافته حاکی از همسان بودن گروه ها از نظر این متغیرها در ابتدای مطالعه بود. به منظور تعیین تاثیر تصویر سازی ذهنی و مشاهده عمل بر تبادل ایستای سالمندان از آزمون تحلیل واریانس مرکب در یک طرح (آزمون) ۲×۳ (گروه) استفاده شد. نتایج در جدول ۳ خلاصه شده است.

جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل واریانس مرکب در تبادل ایستا

شاخص عامل	مجموع مجذورات (SS)	میانگین مجذورات (ms)	درجه آزادی	F	سطح معنی داری	مجذوراتا
اثر اصلی گروه	۳۴۹۷/۰۹۹	۱۷۴۸/۵۵۰	۲	***۴/۱۵۷	۰/۰۲۷	۰/۲۳۵
اثر اصلی مراحل آزمون	۵۳۲/۴۳۷	۵۳۲/۴۳۷	۱	*۱۴/۴۰۴	۰/۰۰۱	۰/۳۸۴
تعامل گروه و مراحل آزمون	۴۵۱/۸۳۵	۲۲۵/۹۱۷	۲	*۶/۱۲۲	۰/۰۰۶	۰/۳۱۲

*در سطح $P \leq ۰/۰۱$ معنادار است.

**در سطح $P \leq ۰/۰۵$ معنادار است.

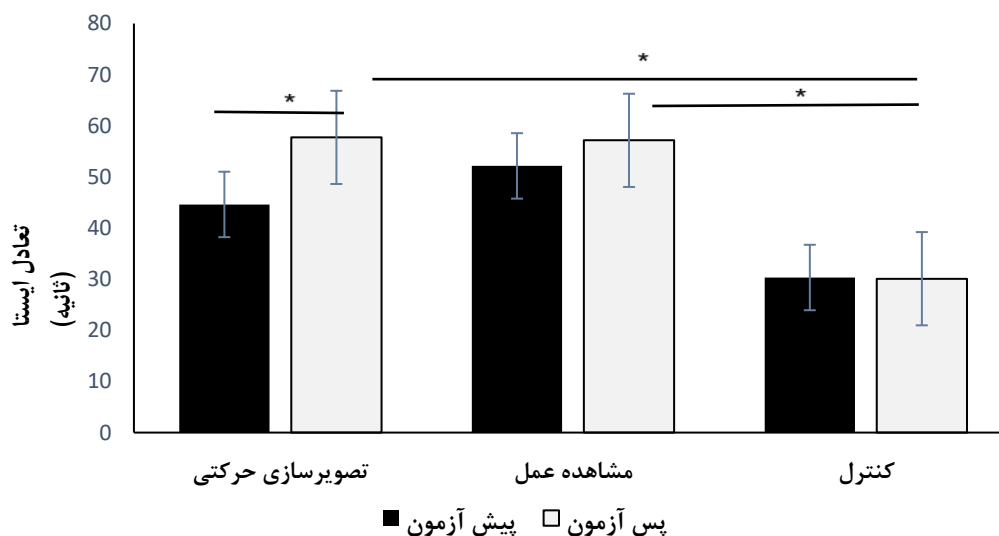
با توجه به اطلاعات جدول، اثر اصلی گروه و مراحل آزمون و همچنین تعامل گروه و مراحل آزمون معنادار است، با توجه به اینکه اثر تعامل دو متغیر گروه و آزمون معنادار به دست آمده است، تفسیر اثر متقابل انجام می شود. زیرا تفسیر اثرات اصلی در حضور اثر تعامل معنی دار ممکن است به نتایج نادرستی منجر شود. بر این اساس، نتایج تعقیبی اثر تعامل معنادار با استفاده از آزمون اثرات اصلی ساده بررسی شد. آزمون اثرات اصلی ساده به این سوال پاسخ می دهد که آیا بین تبادل ایستای سالمندان سه گروه در مراحل پیش آزمون و پس آزمون تفاوت معناداری وجود دارد؟ نتایج آزمون اثرات اصلی ساده برای تبادل ایستا در جدول ۴ آمده است.

جدول ۴. نتایج آزمون اثرات اصلی ساده برای تعادل ایستا

مرحله آزمون	مجموع مجزورات (SS)	df	میانگین مجزورات (MS)	F	سطح معناداری	اندازه اثر
پیش آزمون	۲۴۵۹	۱	۲۴۵۹	۳/۲۸۱	۰/۰۵۳	۰/۱۹۶
پس آزمون	۴۹۸۷/۰۲	۱	۴۹۸۷/۰۲	*۴/۹۵۳	۰/۰۱۵	۰/۲۶۸

*در سطح $P \leq 0/05$ معنادار است.

نتایج نشان داد که در مرحله پیش آزمون، تفاوت معناداری در تعادل ایستای سه گروه وجود ندارد ($P > 0/05$)، اما در مرحله پس آزمون، تفاوت معناداری بین تعادل ایستای سه گروه وجود دارد ($P \leq 0/05$)، مقایسه میانگین ها در آزمون بونفرونی نشان داد که هر دو گروه مشاهده عمل ($P = 0/036$)، و تصویرسازی ($P = 0/031$)، عملکرد بهتری نسبت به گروه کنترل داشتند اما تفاوت معناداری بین دو گروه آزمایشی ($P = 1$)، وجود نداشت. نتایج آزمون بونفرونی در مقایسه بین پیش آزمون و پس آزمون در هر یک از گروههای تحقیق نشان داد که تنها تفاوت معنادار در تعادل ایستا در پیش آزمون و پس آزمون مربوط به گروه تصویر سازی ($P = 0/001$) بوده است، به عبارت دیگر، در گروه تصویر سازی، تعادل ایستا در پس آزمون به طور معنادار بهتر از پیش آزمون بود، در حالیکه در گروه مشاهده عمل ($P = 0/077$)، و کنترل ($P = 0/933$)، پیشرفت معنادار در تعادل ایستای سالمندان در پس آزمون مشاهده نشد. عملکرد سالمندان در تعادل ایستا در گروههای تحقیق در پیش آزمون و پس آزمون در شکل ۱ ارائه شده است.



شکل ۱. مقایسه تعادل ایستا در گروههای تحقیق در پیش آزمون و پس آزمون

نتایج آزمون تحلیل واریانس مرکب به منظور تعیین تاثیر تصویرسازی ذهنی و مشاهده عمل بر تعادل پویای سالمندان در جدول ۵ خلاصه شده است.

جدول ۵. نتایج آزمون اثرات اصلی ساده برای تعادل پویا

شاخص عامل	مجموع مجذورات (ss)	میانگین مجذورات (ms)	درجه آزادی	F	سطح معنی داری	مجذور اتا
اثر اصلی گروه	۱۱/۹۸۴	۵/۹۹۲	۲	۱/۰۴۵	۰/۳۶۵	۰/۰۷۲
اثر اصلی مراحل آزمون	۱۳/۸۶۲	۱۳/۸۶۲	۱	*۵۳/۸۱۵	۰/۰۰۱	۰/۶۶۶
تعامل گروه و مراحل آزمون	۱/۲۲۵	۰/۶۱۲	۲	۲/۳۷۸	۰/۱۱۲	۰/۱۵۰

جدول فوق نشان می دهد که اثر اصلی آزمون معنادار است اما اثر اصلی گروه و تعامل گروه و آزمون معنادار نیست، اثر اصلی آزمون نشان می دهد که تعادل پویای سالمندان در پس آزمون نسبت به پیش آزمون پیشرفت معنادار داشته است. این یافته ها نشان می دهد که اگرچه پیشرفت معنادار در طول زمان رخ داده است، اما این بهبود به طور خاص به گروه های آزمایشی نسبت داده نمی شود و میزان تغییرات در بین گروه ها تفاوت معناداری نداشته است.

بحث و نتیجه گیری

هدف پژوهش حاضر تعیین تاثیر دو تکنیک شبیه سازی حرکتی — تصویرسازی حرکتی و مشاهده ی عمل بر تعادل ایستا و تعادل پویای زنان سالمند بود. نتایج نشان داد در مرحله پس آزمون، تعادل ایستای زنان سالمند دو گروه مشاهده عمل و تصویرسازی به طور معناداری بهتر از گروه کنترل بود اما تفاوت معناداری بین دو گروه آزمایشی وجود نداشت. نتایج مقایسه بین پیش آزمون و پس آزمون در هر یک از گروه های تحقیق نشان داد که تنها تفاوت معنادار در تعادل ایستا در پیش آزمون و پس آزمون مربوط به گروه تصویر سازی بوده است، به عبارت دیگر، در گروه تصویرسازی، تعادل ایستا در پس آزمون به طور معنادار بهتر از پیش آزمون بود، در حالیکه در گروه مشاهده عمل و کنترل پیشرفت معنادار در تعادل ایستای سالمندان در پس آزمون مشاهده نشد.

بهبود معنادار تعادل ایستا در گروه تصویرسازی ذهنی با یافته های پیشین همسو است. مطالعات بالینی نشان داده اند که تمرین تصویرسازی ذهنی همراه با تمرین های وظیفه محور موجب بهبود شاخص های تعادل و کاهش ترس از زمین خوردگی در سالمندان می شود (۹، ۱۹) علاوه بر این، مطالعه ای بر روی سالمندان مبتلا به زوال خفیف شناختی گزارش کرده است که به کارگیری MI باعث افزایش عملکرد در آزمون TUG و BBS می شود (۱۰). نظریه ی شبیه سازی حرکتی توضیح می دهد که تصویرسازی ذهنی و اجرای واقعی حرکت از مسیرهای عصبی مشترک استفاده می کنند، از جمله شبکه های قشری- حرکتی، مخچه و نواحی آهیانه ای، بنابراین، تمرین ذهنی قادر است شبکه های حرکتی مغز را فعال کند بدون اینکه بار فیزیکی بر فرد تحمیل شود (۱۰). نتایج مطالعه ی حاضر نشان داد که تمرینات MI توانست کنترل وضع ایستاده را بهبود دهد، که احتمالاً به دلیل فعال شدن مسیرهای عصبی و تقویت حواس عمقی درونی بوده است.

نتایج پژوهش نشان داد که در مرحله پس آزمون، تعادل ایستای زنان سالمند در دو گروه AO و MI به طور معناداری بهتر از گروه کنترل بود، در حالی که بین دو گروه آزمایشی تفاوت معناداری مشاهده نشد. این یافته نشان می دهد که هر دو نوع تمرین شبیه سازی حرکتی به میزان مشابهی در بهبود ثبات قامت و کنترل تعادل ایستا مؤثر هستند. این نتایج با پژوهش های پیشین همسو است؛ مطالعاتی نشان داده اند که تمرین های MI یا AO موجب بهبود شاخص های مرکز فشار (COP) و مقیاس تعادل برگ (BBS) در سالمندان می شوند (۹، ۱۹). در مطالعه آو و چوی^۱ (۲۰۲۱)، سالمندانی که تمرین تصویرسازی ذهنی همراه با تمرین وظیفه محور انجام داده بودند، نسبت به گروه کنترل، پیشرفت معناداری در تعادل ایستا و کاهش ترس از سقوط نشان دادند. مشابه این الگو در مطالعه حاضر نیز مشاهده

شد، که بیانگر آن است که فعال‌سازی شناختی و عصبی مسیرهای حرکتی می‌تواند به بهبود قابل توجه در تعادل ایستا منجر شود. بهبود تعادل ایستا پس از مداخله را می‌توان با نظریه‌ی هم‌ارزی کارکردی توضیح داد؛ بر اساس این نظریه، تصویرسازی ذهنی و مشاهده عمل هر دو باعث فعال‌سازی نواحی مشابه مغز شامل قشر حرکتی اولیه، ناحیه حرکتی تکمیلی (SMA) و شبکه نورون‌های آینه‌ای می‌شوند (۱۵، ۱۶). این نواحی همان ساختارهایی هستند که کنترل و حفظ وضعیت بدن در تعادل ایستا را بر عهده دارند. بنابراین، تکرارهای ذهنی یا مشاهده‌ای حرکات تعادلی می‌تواند موجب تقویت اتصالات سیناپسی و بهبود کارایی مسیرهای عصبی مرتبط با کنترل قامت شود، بدون نیاز به تمرین فیزیکی واقعی. همچنین نتایج تحقیق حاضر با نتایج برخی تحقیقات که نشان دادند در بیماران پارکینسون، تصویرسازی و مشاهده عمل تأثیر معنی‌داری بر تعادل یا فریز حرکت نداشتند (۲۱) و مرور تحقیقات که نشان داد مداخلات تصویرسازی و مشاهده عمل تأثیرات محدودی در توانبخشی حرکتی پارکینسون دارند، ناهمسو است و دلیل ناهمسوایی را می‌توان در وضعیت سالمندان شرکت کننده در پژوهش دید.

عدم تفاوت معنادار بین دو گروه MI و AO نیز نشان می‌دهد که هر دو مداخله از مکانیسم‌های عصبی مشابه بهره می‌برند و در سطوح ابتدایی کنترل قامت، اثرات هم‌ارز دارند. این نتیجه با یافته‌های ایوز^۱ و همکاران (۲۰۱۶) مطابقت دارد که گزارش کردند AO و MI هر دو از طریق فعال‌سازی شبکه نورون‌های آینه‌ای، تحریک‌پذیری قشر حرکتی و یادگیری حرکتی را افزایش می‌دهند. در مراحل اولیه تمرین، هر دو روش می‌توانند به یک اندازه در بازآموزی الگوهای عصبی نقش داشته باشند. با این حال، نتایج برخی مطالعات نشان داد که ترکیب AO با تمرینات تعادلی متداول، اثر افزایشی معناداری نسبت به تمرینات معمول ایجاد نکرده است (۱۱). تفاوت در طراحی مداخله، نوع محرک‌های دیداری و سطح مشارکت شناختی شرکت‌کنندگان می‌تواند دلیل این ناهمخوانی‌ها باشد.

از دیدگاه نظری، MI ممکن است در درازمدت تأثیر عمیق‌تری نسبت به AO داشته باشد، زیرا فرد در MI فعالانه حس درونی حرکت، فشار پا بر زمین و تنظیم قامت را بازنمایی می‌کند. این درگیری فعال شناختی و حس عمقی موجب درگیری بیشتر مدارهای داخلی کنترل حرکتی می‌شود، در حالی که در AO پردازش عمدتاً در مسیر دیداری-حرکتی صورت می‌گیرد. در مجموع، نتایج نشان می‌دهد که مداخلات شبیه‌سازی حرکتی AO و MI می‌توانند به عنوان جایگزین یا مکملی ایمن و قابل‌دسترس برای تمرینات فیزیکی در بهبود کنترل قامت سالمندان استفاده شوند. این امر به ویژه برای افرادی که به دلیل ضعف بدنی یا محدودیت حرکتی قادر به انجام تمرینات فعال نیستند، اهمیت دارد.

نتایج تحلیل واریانس مرکب در مورد تعادل پویا نشان داد که اثر اصلی آزمون برای متغیر تعادل پویا معنادار است، به این معنا که تعادل پویای سالمندان زن در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون بهبود قابل توجهی داشته است؛ با این حال، اثر اصلی گروه و تعامل گروه و آزمون معنادار نبود. به بیان دیگر، هرچند عملکرد تعادلی سالمندان در پایان دوره مداخله نسبت به آغاز پژوهش بهبود یافته است، اما این تغییرات در میان سه گروه (تصویرسازی ذهنی، مشاهده عمل و کنترل) تفاوت معناداری نداشت.

از نظر تبیین نظری، این یافته نشان می‌دهد که بهبود تعادل پویا در این پژوهش احتمالاً ناشی از تأثیرات عمومی تمرین، تکرار حرکتی یا یادگیری ضمنی ناشی از شرکت در فرآیند پژوهش بوده است، نه الزاماً اثر اختصاصی مداخلات شبیه‌سازی حرکتی MI یا AO. در واقع، مشارکت منظم سالمندان در جلسات تمرینی، دریافت توجه و بازخورد از پژوهشگر، و قرار گرفتن در معرض تحریکات محیطی یا شناختی ساده، می‌تواند به‌تنهایی باعث بهبود جزئی در مهارت‌های حرکتی و هماهنگی عمومی شود؛ پدیده‌ای که در ادبیات با عنوان اثر تمرین یا آشنایی^۲ شناخته می‌شود (۱۹). از سوی دیگر، تعادل پویا ماهیتی پیچیده‌تر از تعادل ایستا دارد و مستلزم یکپارچگی میان چند سامانه‌ی حسی-حرکتی (دهلیزی، بینایی، حس عمقی) و نیز فرآیندهای شناختی مانند پیش‌بینی حرکت و تصمیم‌گیری لحظه‌ای است (۳۲). بنابراین،

1. Eaves
2. Practice or learning effect

مداخلاتی که صرفاً بر جنبه‌ی بازنمایی ذهنی یا مشاهده‌ای حرکات تمرکز دارند، ممکن است به اندازه‌ی کافی نتوانند تقاضاهای حرکتی و واکنشی مرتبط با حفظ تعادل پویا را فعال کنند. به عبارت دیگر، در حالی که تصویرسازی ذهنی و مشاهده عمل برای بهبود کنترل قامت (تعادل ایستا) کارآمد هستند، برای انتقال مؤثر به موقعیت‌های حرکتی پویا ممکن است نیاز به ترکیب آن‌ها با تمرینات جسمانی یا تمرینات عملکردی^۱ وجود داشته باشد. این نتیجه با برخی از مطالعات گذشته هم‌راستا است. به عنوان نمونه، پژوهش‌هایی گزارش کردند که تمرینات مشاهده عمل یا ترکیبی (AOMI) بدون همراهی با فعالیت جسمانی معنادار، تأثیر محدودی بر شاخص‌های حرکتی پویا مانند سرعت گیت یا آزمون TUG دارند (۱۱، ۱۲). در مقابل، مطالعاتی که MI یا AO را همراه با تمرینات عملکردی واقعی اجرا کرده‌اند، بهبودهای قابل توجه‌تری در تعادل پویا گزارش نموده‌اند (۱۹). این مقایسه نشان می‌دهد که مداخله‌های صرفاً شناختی احتمالاً برای ایجاد تغییرات قابل مشاهده در عملکرد حرکتی پویا کافی نیستند و باید با تمرین‌های فیزیکی هم‌افزا شوند تا بتوانند موجب سازگاری‌های نوروپلاستیک گسترده‌تر شوند.

همچنین باید توجه داشت که در سالمندان، پاسخ‌های حرکتی پویا اغلب به دلیل کاهش سرعت هدایت عصبی، ضعف عضلانی و افت عملکرد دهلیزی کندتر و ناکارآمدتر هستند. از این رو، اثرات MI یا AO ممکن است در غیاب تحریکات جسمانی واقعی، نتواند به اندازه کافی مسیرهای عصبی-عضلانی مسئول تعادل پویا را تقویت کند (۲).

از جمله دلایل احتمالی مربوط به عدم تفاوت معنادار بین گروه‌های تحقیق را می‌توان به مدت و شدت مداخله، طول دوره تمرینی در این پژوهش ممکن است برای ایجاد سازگاری حرکتی پایدار کافی نبوده باشد؛ ناهمگونی سطح پایه عملکرد حرکتی، تفاوت‌های فردی در قدرت عضلانی یا تجربه حرکتی ممکن است اثر مداخلات را پوشانده باشد نسبت داد. در برخی پژوهش‌ها، گزارش شده است که MI نسبت به AO تأثیر بیشتری بر تعادل پویا دارد. این تفاوت ممکن است ناشی از نوع آموزش ذهنی (دید درونی یا بیرونی) و درجه‌ی درگیری شناختی شرکت‌کنندگان باشد (۱۰). در پژوهش حاضر، ممکن است سطح درگیری ذهنی در طول تمرین به اندازه کافی کنترل یا پایش نشده باشد، که می‌تواند یکی از علل تفاوت با مطالعات همسو باشد.

مطالعه حاضر محدودیت‌هایی دارد. در این مطالعه اندازه‌گیری‌های دقیق بیومکانیکی از حرکت (مانند پارامترهای گیت یا سینماتیک تنه) انجام نشد و تحلیل تنها بر داده‌های کلینیکی متکی بود. همچنین، تداوم اثرات مداخله در پیگیری بلندمدت بررسی نشد. پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آتی از پروتکل‌های ترکیبی (AOMI) در کنار تمرینات واقعی راه رفتن استفاده کنند، دوره‌های تمرینی طولانی‌تر (۸ تا ۱۲ هفته) اجرا شود و از ابزارهای دقیق‌تر مانند سیستم‌های تحلیل گیت و فشارسنج نیرو (force plate) برای بررسی تغییرات استفاده کنند.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج این پژوهش، پیشنهاد می‌شود این تکنیک‌ها به عنوان بخشی از برنامه‌های توانبخشی شناختی-حرکتی در مراکز سالمندان و کلینیک‌های فیزیوتراپی مورد استفاده قرار گیرند، به‌ویژه برای افرادی که به دلیل ضعف بدنی یا محدودیت حرکتی قادر به انجام تمرینات جسمانی سنگین نیستند. دوم، توصیه می‌شود MI و AO به صورت ترکیبی با تمرینات عملکردی ساده مانند برخاستن، ایستادن و گام‌برداری آهسته به کار روند تا سازگاری‌های عصبی به تغییرات واقعی حرکتی منتقل شوند. سوم، طراحی اپلیکیشن‌ها یا ویدئوهای آموزشی استاندارد برای تمرین ذهنی و مشاهده‌ای می‌تواند به تداوم تمرین در خانه کمک کرده و انگیزش سالمندان را افزایش دهد. در نهایت، پیشنهاد می‌شود متخصصان توانبخشی و کاردرمانی از این روش‌ها به عنوان مداخلات مکمل کم‌هزینه و ایمن برای

پیشگیری از زمین خوردگی بهره گیرند. به طور کلی، یافته‌های پژوهش حاضر تأکید می‌کند که شبیه‌سازی حرکتی می‌تواند ابزار مؤثری برای بهبود ثبات قامتی، تقویت درگیری ذهنی با حرکت و حفظ استقلال عملکردی سالمندان باشد، هرچند برای دستیابی به اثرگذاری پایدار در تعادل پویا، ادغام آن با تمرین‌های فیزیکی ضروری است.

تقدیر و تشکر

از تمامی عزیزانی که در اجرای این تحقیق یاری‌مان کردند، قدردانی می‌کنیم.

تعارض منافع

هیچ گونه تعارض منافی از سوی نویسندگان اعلام نشده است.

تأییدیه اخلاق

این پژوهش بر اساس دستورالعمل‌های پژوهشی انجام شده و به تمام اصول اخلاقی پایبند بوده است. پروتکل‌های آزمایشی توسط هیئت بازیابی دفتر تحصیلات تکمیلی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی تأیید شد.

مشارکت نویسندگان:

نویسندگان در طراحی، اجرا و نگارش بخش‌های مختلف پژوهش به صورت مساوی مشارکت داشته‌اند.

References

1. Wang J, Li Y, Yang G-Y, Jin K. Age-related dysfunction in balance: a comprehensive review of causes, consequences, and interventions. *Aging and disease*. 2024;16(2):714.
2. Seidler RD, Bernard JA, Burutolu TB, Fling BW, Gordon MT, Gwin JT, et al. Motor control and aging: links to age-related brain structural, functional, and biochemical effects. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2010;34(5):721-33.
3. Caristia S, Campani D, Cannici C, Frontera E, Giarda G, Pisterzi S, et al. Physical exercise and fall prevention: A systematic review and meta-analysis of experimental studies included in Cochrane reviews. *Geriatric nursing*. 2021;42(6):1275-86.
4. Lesinski M, Hortobágyi T, Muehlbauer T, Gollhofer A, Granacher U. Effects of balance training on balance performance in healthy older adults: a systematic review and meta-analysis. *Sports medicine*. 2015;45(12):1721-38.
5. Pahlevanian AA, Najarian R, Adabi S, Mirshoja MS. The prevalence of fall and related factors in Iranian elderly: A systematic review. *Archives of Rehabilitation*. 2020;21(3):286-303.
6. Tavan H, Azadi A. The frequency of fall, fear of fall and its related factors among Iranian elderly: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Africa Nursing Sciences*. 2024;20:100660.
7. Khalagi K, Hoveidaei AH, AziziKia H, Karimi A, Sattarpour R, Fahimfar N, et al. Identifying determinants for falls among Iranian older adults: insights from the Bushehr elderly health program. *BMC geriatrics*. 2024;24(1):588.
8. Zhu T-R, Xu H-Q, Wei J-P, Quan H-L, Han X-J, Li T-X, et al. Effectiveness of exercise prescription variables to reduce fall risk among older adults: a meta-analysis. *European Review of Aging and Physical Activity*. 2025;22(1):7.

9. Nicholson V, Watts N, Chani Y, Keogh JW. Motor imagery training improves balance and mobility outcomes in older adults: a systematic review. *Journal of physiotherapy*. 2019;65(4):200-7.
10. Christakou A, Bouzineki C, Pavlou M, Stranjalis G, Sakellari V. The Effectiveness of Motor Imagery in Balance and Functional Status of Older People with Early-Stage Dementia. *Brain Sciences*. 2024;14(11):1151.
11. Gatti R, Sarasso E, Pelachin M, Agosta F, Filippi M, Tettamanti A. Can action observation modulate balance performance in healthy subjects? *Archives of Physiotherapy*. 2019;9(1):1.
12. Temporiti F, Galbiati E, Bianchi F, Bianchi AM, Galli M, Gatti R. Early sleep after action observation plus motor imagery improves gait and balance abilities in older adults. *Scientific Reports*. 2024;14(1):3179.
13. Martin-Blazquez M, Sosa-Reina MD, Andrade-Granda AM, Sanz-Esteban I, López-Ruiz J, Estrada Barranco C. Impact of action observation therapy on motor and cognitive outcomes in older adults with mild cognitive impairment: a randomized controlled study. *Frontiers in Public Health*. 2025;13:1518092.
14. O'Shea H, Moran A. Does motor simulation theory explain the cognitive mechanisms underlying motor imagery? A critical review. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2017;11:72.
15. Jeannerod M. Neural simulation of action: a unifying mechanism for motor cognition. *Neuroimage*. 2001;14(1):S103-S9.
16. Rizzolatti G, Sinigaglia C. The functional role of the parieto-frontal mirror circuit: interpretations and misinterpretations. *Nature reviews neuroscience*. 2010;11(4):264-74.
17. Eaves DL, Riach M, Holmes PS, Wright DJ. Motor imagery during action observation: a brief review of evidence, theory and future research opportunities. *Frontiers in neuroscience*. 2016;10:514.
18. Zhang M, Zhang T, He Y, Luo J. Comparison of motor imagery and action observation on lower limb function in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Geriatric Nursing*. 2025;65:103468.
19. Oh DS, Choi JD. Effects of motor imagery training on balance and gait in older adults: a randomized controlled pilot study. *International journal of environmental research and public health*. 2021;18(2):650.
20. Hatami F, Samadi H, Salari JM. The Effect of Motor Imagery and Action Observation on Balance, Gait Length, Speed and Rhythm in Elderly Post Stroke. 2020.
21. T BEZERRA P, Santiago LM, Silva IA, Souza AA, Pegado CL, Damascena CM, et al. Action observation and motor imagery have no effect on balance and freezing of gait in Parkinson's disease: a randomized controlled trial. *European journal of physical and rehabilitation medicine*. 2022;58(5):715.
22. Pettenuzzo TSdA, Estivalet KM, Cabeleira MEP, Lahude AB, Righi NC, Mendes LdO, et al. Updates on Motor Imagery and Action Observation in Parkinson's Disease Motor Rehabilitation: A Systematic Review and Meta-analysis. *NeuroRehabilitation*. 2025;56(4):438-50.
23. Romberg MH. A manual of the nervous diseases of man: Sydenham Society; 1853.
24. Sadegi H, NOUROUZI H, KARIMI AA, MONTAZER M. FUNCTIONAL TRAINING PROGRAM EFFECT ON STATIC AND DYNAMIC BALANCE IN MALE ABLE-BODIED ELDERLY. 2008.
25. Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of the American geriatrics Society*. 1991;39(2):142-8.
26. IRANAGH JA. EFFECTIVENESS OF HEALTH EDUCATION INTERVENTION BASED ON HEALTH BELIEF MODEL AMONG ELDERLY WOMEN IN URMIA, IRAN. 2015.

27. Aslankhani MA, Farsi A, Fathirezaie Z, Zamani Sani SH, Aghdasi MT. Validity and reliability of the timed up and go and the anterior functional reach tests in evaluating fall risk in the elderly. *Iranian Journal of Ageing*. 2015;10(1):16-25.
28. Hall CR, Martin KA. Measuring movement imagery abilities: a revision of the movement imagery questionnaire. *Journal of mental imagery*. 1997.
29. Sohrabi M, Farsi A, Fuladian J. Validation of the Iranian translation of the movement imagery questionnaire-revised. 2010. persian.
30. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. "Mini-mental state": a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of psychiatric research*. 1975;12(3):189-98.
31. Seyedian M, Fallah M, Norouzian M, Nejat S, Delavar A, Ghasemzadeh H. Validity of the farsi version of mini-mental state examination. 2007.
32. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and ageing*. 2006;35(suppl_2):ii7-ii11.