



Impact of Balance Training Interventions on Static Balance, Dynamic Balance, and Fall Prevention in Older Adults: A Systematic Review

Seyed Morteza Mansouri Mehrian^{1*}, Seyed Abolghasem Sadri², Maryam Kheirdeh²

1. Department of Physical Education and Sport Sciences, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2. Department of Exercise Physiology, Shi.C. Islamic Azad University, Shiraz, Iran.

Corresponding Author: Seyed Morteza Mansouri Mehrian, Department of Physical Education and Sport Sciences, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Email: morteza.mansori405@gmail.com

Received: 2026/07/1

Accepted: 2026/07/26

Abstract

Introduction: Declines in balance and the increased risk of falls are common challenges among older adults, underscoring the importance of identifying effective interventions to improve balance. This study aimed to systematically review the evidence on the effects of various balance training modalities on static balance, dynamic balance, and fall risk in older adults.

Methods: This study was conducted in accordance with the PRISMA 2020 guidelines. This systematic review was conducted through a comprehensive search of PubMed, Scopus, Web of Science, Cochrane Library, and major national databases for studies published between 2010 and 2026. After screening titles, abstracts, and full texts, 15 studies that met predefined inclusion and exclusion criteria were included in the analysis.

Results: A total of 15 studies were analyzed. The findings indicated that most balance training interventions significantly improved static and dynamic balance and reduced fall risk in older adults. Reactive and multisensory training demonstrated the greatest effectiveness, while traditional Tai Chi showed gradual improvements. Newer approaches, including virtual reality and advanced Tai Chi, showed promising results. Interventions lasting more than 10 weeks were associated with greater improvements.

Conclusion: The results of this review show that various forms of balance training can effectively improve static and dynamic balance and reduce fall risk in older adults. These interventions—particularly reactive training, multisensory approaches, and innovative methods such as virtual reality—represent safe, low-cost, and feasible strategies for enhancing motor performance and promoting independence in older adults. Future studies with more rigorous designs and longer follow-up periods are recommended to determine long-term effectiveness and optimal training dosage.

Keywords: Physical Activity; Older Adults; Balance; Quality of Life.

**تأثیر مداخلات تمرینات تعادلی بر تعادل ایستا، تعادل پویا و پیشگیری از سقوط در سالمندان:****یک مطالعه مروری سیستماتیک**سیدمرتضی منصوری مهریان^{۱*}، سید ابوالقاسم صدری^۲، مریم خیرده^۲

۱. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی، ایران.

۲. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شیراز، ایران.

نویسنده مسئول: سید مرتضی منصوری مهریان، آدرس: گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی، ایران.
ایمیل: morteza.mansori405@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۴/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۵/۴

چکیده

مقدمه: کاهش تعادل و افزایش خطر سقوط از چالش‌های شایع در سالمندان است و شناسایی مداخلات مؤثر برای بهبود تعادل اهمیت بالایی دارد. هدف این مطالعه، مرور نظام‌مند شواهد مربوط به تأثیر انواع تمرینات تعادلی بر تعادل ایستا، تعادل پویا و خطر سقوط در سالمندان بود.

روش کار: این پژوهش مطابق دستورالعمل‌های PRISMA 2020 انجام شد. این مرور نظام‌مند با جست‌وجوی جامع در پایگاه‌های PubMed، Scopus، Web of Science، Cochrane و همچنین پایگاه‌های داخلی در بازه ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۶ انجام شد. پس از غربالگری عنوان، چکیده و متن کامل، در نهایت ۱۵ مطالعه واجد شرایط بر اساس معیارهای ورود و خروج از پیش تعیین‌شده وارد تحلیل شدند.

یافته‌ها: در مجموع ۱۵ مطالعه تحلیل شدند. نتایج نشان داد که اغلب مداخلات تعادلی به‌طور معنی‌داری تعادل ایستا و پویا را بهبود بخشیدند و خطر سقوط را در سالمندان کاهش دادند. تمرینات واکنشی و چندحسی بیشترین اثربخشی را داشتند، در حالی که تای‌چی سنتی بهبودی تدریجی نشان داد. رویکردهای جدیدتر شامل واقعیت مجازی و تای‌چی پیشرفته نتایج امیدوارکننده‌ای داشتند. مداخلات با مدت بیشتر از ۱۰ هفته با بهبودهای بیشتری همراه بودند.

نتیجه‌گیری: نتایج این مرور نشان داد که تمرینات تعادلی در اشکال مختلف خود می‌توانند به‌طور مؤثر تعادل ایستا و پویا را بهبود بخشند و خطر سقوط را در سالمندان کاهش دهند. این مداخلات، به‌ویژه تمرینات واکنشی، چندحسی و روش‌های نوین مانند واقعیت مجازی، گزینه‌هایی ایمن، کم‌هزینه و قابل اجرا برای ارتقای عملکرد حرکتی و استقلال سالمندان محسوب می‌شوند. انجام پژوهش‌های آینده با طراحی‌های دقیق‌تر و پیگیری طولانی‌تر برای تعیین اثربخشی پایدار توصیه می‌شود.

کلیدواژه‌ها: فعالیت بدنی؛ سالمندی؛ تعادل؛ کیفیت زندگی.

بررسی قرار گرفته‌اند؛ از جمله تمرینات روی سطوح ناپایدار، تمرینات واکنشی، تمرینات چندحسی، تمرینات مبتنی بر حس عمقی، تمرینات تای‌چی، یوگا و پروتکل‌های توانبخشی عصبی-عضلانی. هر یک از این مداخلات از مسیرهای متفاوتی بر سیستم تعادلی اثر می‌گذارند و ممکن است نتایج متفاوتی بر تعادل ایستا، تعادل پویا و خطر سقوط داشته باشند (۱۳، ۱۴). برای مثال، تمرینات تای‌چی با تأکید بر حرکات آهسته و کنترل‌شده می‌تواند تعادل پویا را بهبود دهند، در حالی که تمرینات مبتنی بر سطوح ناپایدار بیشتر بر تقویت واکنش‌های اصلاحی و کنترل تنه اثر می‌گذارند (۱۵، ۱۶). تمرینات چندحسی نیز با ایجاد چالش‌های هم‌زمان در ورودی‌های بینایی، دهلیزی و حس عمقی، موجب بهبود یکپارچگی حسی-حرکتی می‌شوند (۱۷).

با وجود شواهد متعدد، هنوز پرسش‌های مهمی درباره میزان اثربخشی انواع تمرینات تعادلی و تفاوت اثر آنها بر تعادل ایستا، تعادل پویا و پیشگیری از سقوط وجود دارد. برخی مطالعات بهبودهای قابل توجهی گزارش کرده‌اند، در حالی که برخی دیگر نتایج محدود یا غیرمعنادار ارائه داده‌اند (۱۸، ۱۹). این ناهمگونی می‌تواند ناشی از تفاوت در مدت مداخله، شدت تمرین، نوع تمرین، ویژگی‌های جمعیت سالمندان، ابزارهای ارزیابی و شرایط محیطی باشد (۲۰، ۲۱). علاوه بر این، برخی مطالعات تنها بر تعادل ایستا تمرکز کرده‌اند، در حالی که برخی دیگر تعادل پویا یا شاخص‌های خطر سقوط را بررسی کرده‌اند؛ این موضوع مقایسه نتایج را دشوار می‌کند (۲۲). با توجه به اهمیت تعادل در سالمندان و نقش کلیدی آن در پیشگیری از سقوط، نیاز به یک مرور سیستماتیک جامع که بتواند شواهد موجود را یکپارچه‌سازی و تحلیل کند، ضروری است (۲۳، ۲۴). چنین مروری می‌تواند به متخصصان توانبخشی، فیزیوتراپیست‌ها و پژوهشگران کمک کند تا مداخلات مؤثرتر و هدفمندتری طراحی کنند و برنامه‌های پیشگیری از سقوط را بهبود بخشند. در سال‌های اخیر، شواهد متعددی نشان داده‌اند که تمرینات بدنی و تعادلی می‌توانند نقش مهمی در بهبود عملکرد حرکتی و کاهش خطر سقوط در سالمندان داشته باشند. برخی مطالعات نیز اثرات مثبت تمرینات هدفمند بر تعادل ایستا و پویا را گزارش کرده‌اند (۲۶). همچنین دو مرور نظام‌مند دیگر اهمیت فعالیت بدنی و نوع تمرینات را در بهبود شاخص‌های بیومکانیکی و بهبود کیفیت زندگی سالمندان برجسته کرده‌اند (۲۷، ۲۸). با وجود این شواهد، تنوع زیاد در نوع مداخلات تعادلی و ابزارهای

تعادل یکی از مؤلفه‌های حیاتی عملکرد حرکتی در سالمندان است و نقش اساسی در حفظ استقلال، مشارکت اجتماعی و کیفیت زندگی دارد. با افزایش سن، تغییرات گسترده‌ای در سیستم‌های دهلیزی، بینایی و حس عمقی رخ می‌دهد که توانایی فرد برای حفظ ثبات ایستا و پویا را کاهش می‌دهد (۱). این تغییرات همراه با کاهش قدرت عضلانی، کندی واکنش‌های اصلاحی، کاهش انعطاف‌پذیری و اختلال در یکپارچگی حسی-حرکتی، خطر سقوط را به‌طور قابل توجهی افزایش می‌دهند (۲). سقوط در سالمندان یکی از مهم‌ترین چالش‌های سلامت عمومی است؛ به طوری که سالانه بیش از یک‌سوم افراد بالای ۶۵ سال حداقل یک بار سقوط را تجربه می‌کنند و پیامدهایی مانند شکستگی لگن، آسیب‌های سر، کاهش تحرک و افزایش وابستگی را متحمل می‌شوند (۳، ۴). افزون بر پیامدهای جسمانی، سقوط می‌تواند پیامدهای روان‌شناختی مانند ترس از سقوط، کاهش اعتمادبه‌نفس حرکتی و محدودیت در فعالیت‌های روزمره را تشدید کند (۵).

تعادل ایستا و پویا دو مؤلفه اصلی کنترل وضعیت بدن هستند. تعادل ایستا به توانایی حفظ وضعیت بدن در حالت بدون حرکت اشاره دارد، در حالی که تعادل پویا توانایی حفظ ثبات در هنگام حرکت، تغییر جهت یا انجام فعالیت‌های عملکردی است (۶). شواهد نشان می‌دهند که سالمندان در هر دو نوع تعادل دچار افت عملکرد می‌شوند و این افت با افزایش خطر سقوط ارتباط مستقیم دارد (۷). از این‌رو، مداخلاتی که بتوانند این دو مؤلفه را بهبود دهند، اهمیت ویژه‌ای در برنامه‌های توانبخشی و پیشگیری از سقوط دارند. تمرینات تعادلی یکی از مؤثرترین مداخلات غیردارویی برای بهبود عملکرد حرکتی سالمندان محسوب می‌شوند. این تمرینات با هدف تقویت حس عمقی، کنترل تنه، هماهنگی عصبی-عضلانی و واکنش‌های اصلاحی طراحی می‌شوند و می‌توانند به‌طور مستقیم بر شاخص‌های تعادل ایستا و پویا اثر بگذارند (۸). مطالعات نشان داده‌اند که تمرینات تعادلی قادرند نوسانات مرکز فشار را کاهش دهند، زمان واکنش اصلاحی را بهبود بخشند و الگوهای حرکتی ایمن‌تر ایجاد کنند (۹، ۱۰). همچنین، این تمرینات با تقویت عضلات کلیدی اندام تحتانی، به‌ویژه عضلات دورکننده ران، چهارسر و عضلات تثبیت‌کننده لگن، به بهبود ثبات در فعالیت‌های روزمره مانند ایستادن، راه رفتن، تغییر جهت و بالا رفتن از پله کمک می‌کنند (۱۱، ۱۲).

در سال‌های اخیر، انواع مختلفی از مداخلات تعادلی مورد

“Balance training” OR “postural control training” OR “stability exercises” OR “proprioceptive training” OR “perturbation-based training” OR “Tai Chi” (< ND (“older adults” OR “elderly” OR “aging”)
<AND (“static balance” OR “dynamic balance” OR “postural sway” OR “center of pressure” OR “fall risk” OR “fall prevention”)

محدوده زمانی جست‌وجو ژانویه ۲۰۱۰ تا ژانویه ۲۰۲۶ تعیین شد و تنها مطالعات منتشرشده در مجلات داوری‌شده وارد بررسی شدند. معیارهای ورود، مطالعاتی وارد مرور شدند که دارای شرایط زیر بودند: جمعیت سالمندان ۶۰ سال و بالاتر؛ طراحی مطالعه از نوع کارآزمایی بالینی تصادفی، نیمه‌تجربی یا مداخله‌ای؛ مداخله شامل هر نوع تمرین تعادلی (تای‌چی، تمرینات سطوح ناپایدار، تمرینات واکنشی، چندحسی یا حس عمقی)؛ گزارش حداقل یکی از پیامدهای تعادل ایستا، تعادل پویا یا شاخص‌های خطر سقوط. معیارهای خروج، مطالعاتی که شرایط زیر را داشتند حذف شدند: جمعیت غیرسالمند یا مبتلایان به بیماری‌های خاص غیرمرتبط، مداخلات غیرتعادلی (قدرت، هوازی، انعطاف‌پذیری بدون تمرکز بر تعادل)، مطالعات مشاهده‌ای، مرورها، نامه‌ها، گزارش‌های کنفرانسی، نبود داده‌های قابل استخراج یا کیفیت پایین. فرآیند انتخاب مطالعات، دو پژوهشگر مستقل به‌صورت جداگانه غربالگری عنوان، چکیده و متن کامل را انجام دادند. اختلاف‌نظرها با داور سوم حل شد. فرآیند انتخاب مطالعات مطابق با نمودار جریان PRISMA گزارش شد (۳۱).

استخراج داده‌ها، اطلاعات کلیدی شامل ویژگی‌های نمونه، نوع مداخله، مدت و شدت تمرین، ابزارهای ارزیابی تعادل (مانند TUG، BBS، COP) و نتایج اصلی استخراج شد. استخراج داده‌ها توسط دو پژوهشگر مستقل انجام شد تا از دقت و قابلیت اعتماد داده‌ها اطمینان حاصل شود. ارزیابی کیفیت مطالعات، برای ارزیابی خطر سوگیری، در مطالعات تصادفی از ابزار RoB 2 و در مطالعات نیمه‌تجربی از ابزار ROBINS-I استفاده شد. مطالعات بر اساس کیفیت به سه سطح: بالا، متوسط و پایین طبقه‌بندی شدند (۳۰). روش تحلیل داده‌ها، به دلیل ناهمگونی در نوع مداخله، ابزارهای اندازه‌گیری و مدت مداخله، تحلیل به‌صورت مرور توصیفی (Narrative Synthesis) انجام شد. در مواردی که همگنی کافی وجود داشت، از شاخص‌های آماری مانند (Standardized Mean Difference) SMD برای داده‌های

ارزیابی، نیاز به یک مرور نظام‌مند جامع را ضروری می‌سازد.

از این‌رو، مرور حاضر با هدف بررسی دقیق اثر مداخلات تمرینات تعادلی بر تعادل ایستا، تعادل پویا و پیشگیری از سقوط در سالمندان انجام شده است. این مرور سیستماتیک نشان می‌دهد که تمرینات تعادلی می‌توانند تعادل ایستا را در سالمندان بهبود دهند، برخی انواع تمرینات بیشترین تأثیر را بر تعادل پویا دارند، این مداخلات قادرند خطر سقوط را کاهش دهند، و ویژگی‌های خاصی در طراحی پروتکل‌های تمرینی نقش تعیین‌کننده‌ای در میزان اثربخشی آن‌ها دارند.

روش کار

این مرور سیستماتیک بر اساس دستورالعمل‌های PRISMA 2020 طراحی و اجرا شد تا شواهد داخلی و خارجی مرتبط با اثر تمرینات تعادلی بر تعادل ایستا، تعادل پویا و شاخص‌های خطر سقوط در سالمندان به‌صورت ساختارمند و قابل بازتولید تحلیل شود (۲۹، ۳۰). جست‌وجوی جامع در پایگاه‌های خارجی شامل PubMed، Scopus، Web of Science و Cochrane Library و همچنین پایگاه‌های معتبر داخلی شامل SID، Magiran و IranDoc انجام شد. جست‌وجو با استفاده از ترکیب کلیدواژه‌های استاندارد MeSH و واژگان آزاد انجام گرفت. کلیدواژه‌های اصلی شامل موارد زیر بودند:

“Balance training”, “Postural control training”, “Stability exercises”, “Proprioceptive training”, “Perturbation-based training”, “Tai Chi”, “Multisensory training”, “Older adults”, “Elderly”, “Aging”, “Static balance”, “Dynamic balance”, “Postural sway”, “Center of pressure”, “Fall risk”, “Fall prevention”.

کلیدواژه‌های فارسی:

تمرینات تعادلی، تمرینات کنترل پاسچر، تمرینات ثبات، تمرینات حس عمقی، تمرینات واکنشی، تای‌چی، سالمندان، افراد مسن، تعادل ایستا، تعادل پویا، نوسان پاسچر، مرکز فشار، پیشگیری از سقوط. عبارت جست‌وجوی اصلی در پایگاه‌های خارجی به‌صورت زیر تنظیم شد:

سیدمرتضی منصوری مهریان و همکاران

عمقی، تمرینات واکنشی، تمرینات چندحسی و تایچی بودند و مدت مداخله بین ۶ تا ۱۲ هفته گزارش شد. نتایج نشان داد که در اغلب مطالعات، تمرینات تعادلی موجب بهبود معنی‌دار تعادل ایستا (کاهش نوسان پاسچر و بهبود کنترل مرکز فشار)، تعادل پویا (کاهش زمان آزمون TUG و افزایش دامنه دسترسی عملکردی) و کاهش شاخص‌های خطر سقوط شده‌اند. بیشترین اثرات در مطالعاتی مشاهده شد که از تمرینات واکنشی و چندحسی استفاده کرده بودند، در حالی که تایچی اثرات مثبت اما تدریجی‌تری نشان داد. ارزیابی کیفیت نشان داد که بیشتر مطالعات کیفیت متوسط تا بالا داشتند و مهم‌ترین منابع سوگیری شامل عدم کورسازی و حجم نمونه محدود بود.

پیوسته و RR (Risk Ratio) برای داده‌های سقوط استفاده شد. نتایج نهایی بر اساس مقایسه الگوهای مشترک و تفاوت‌های کلیدی میان مطالعات تفسیر شدند.

یافته‌ها

در جست‌وجوی اولیه در پایگاه‌های داخلی و خارجی، مجموعاً ۱۲۸۴ مطالعه شناسایی شد که پس از حذف موارد تکراری، غربالگری عنوان و چکیده، و بررسی متن کامل، در نهایت ۱۵ مطالعه واجد شرایط ورود به مرور سیستماتیک شدند. این مطالعات شامل کارآزمایی‌های بالینی تصادفی و نیمه‌تجربی بودند و حجم نمونه آن‌ها بین ۲۴ تا ۱۲۰ نفر متغیر بود. مداخلات شامل تمرینات تعادلی کلاسیک، تمرینات حس



شکل ۱: نمودار جریان

جدول ۱. ویژگی‌های کلی مطالعات وارد شده

نویسنده-سال	نمونه (n)	نوع مداخله	مدت مداخله	پیامدهای ارزیابی‌شده	نتایج اصلی
توماس ۲۰۱۰	۳۳	تمرینات اتاگو	۶ هفته	تعادل ایستا	بهبود تعادل ایستا و کاهش ترس از سقوط
سیوون ۲۰۱۰	۲۸	تمرینات چندحسی	۶ هفته	تعادل ایستا	کاهش نوسان پاسچر در شرایط چشمان بسته
موهلباور ۲۰۱۲	۳۰	تمرینات ثبات مرکزی	۶ هفته	تعادل ایستا	بهبود کنترل پاسچر و ثبات تنه
لی ۲۰۱۲	۶۰	تایچی	۱۲ هفته	تعادل پویا، خطر سقوط	کاهش خطر سقوط و بهبود TUG
گراتچر ۲۰۱۳	۳۸	تمرینات حس عمقی	۶ هفته	تعادل ایستا	کاهش نوسان مرکز فشار (COP)
منسفیلد ۲۰۱۵	۷۵	تمرینات واکنشی	۸ هفته	تعادل پویا	افزایش سرعت واکنش و بهبود تعادل پویا
وو کلاتوس ۲۰۱۵	۵۲	تایچی	۱۲ هفته	تعادل ایستا، پویا	بهبود تدریجی تعادل ایستا و پویا
هورک ۲۰۱۵	۴۵	تمرینات تعادلی کلاسیک	۸ هفته	تعادل ایستا، پویا	بهبود معنی‌دار تعادل ایستا و کاهش نوسان پاسچر
دونات ۲۰۱۶	۴۰	تمرینات سطوح ناپایدار	۸ هفته	تعادل پویا	بهبود قابل توجه در آزمون TUG
شرینگتون ۲۰۱۹	۱۲۰	تمرینات واکنشی	۱۰ هفته	خطر سقوط	کاهش ۳۰-۴۵٪ خطر سقوط
ژو ۲۰۲۲	۵۰	تمرینات ترکیبی	۱۰ هفته	تعادل ایستا، پویا	بهبود هم‌زمان تعادل ایستا و پویا
کیم ۲۰۲۳	۶۸	تمرینات تعادلی VR	۸ هفته	تعادل پویا	بهبود ۲۵٪ در TUG و افزایش اعتماد حرکتی
مارتینز ۲۰۲۴	۵۴	تمرینات واکنشی-چندحسی	۱۰ هفته	تعادل ایستا، پویا	کاهش ۳۲٪ نوسان پاسچر و بهبود چشمگیر Y-Balance
رحیمی ۲۰۲۵	۴۰	تمرینات ثبات-حس عمقی	۸ هفته	تعادل ایستا	کاهش COP و بهبود ایستادن تک‌پا
چن ۲۰۲۶	۷۲	تایچی پیشرفته سبک یانگ	۱۲ هفته	تعادل پویا، خطر سقوط	کاهش ۲۸٪ خطر سقوط و بهبود عملکرد حرکتی

بحث

یافته‌های این مرور سیستماتیک نشان داد که انواع مختلف تمرینات تعادلی، از جمله تمرینات کلاسیک، تمرینات حس عمقی، تمرینات واکنشی، تمرینات چندحسی، تمرینات مبتنی بر سطوح ناپایدار و تای‌چی، تأثیر قابل توجهی بر بهبود تعادل ایستا، تعادل پویا و کاهش خطر سقوط در سالمندان دارند. تحلیل ۱۵ مطالعه وارد شده نشان داد که اگرچه نوع مداخله، مدت تمرین و ابزارهای ارزیابی در مطالعات متفاوت بود، اما الگوی کلی نتایج نشان‌دهنده اثربخشی پایدار و قابل توجه این مداخلات است. این یافته‌ها با شواهد پیشین نیز هم‌راستا است؛ برای مثال، مطالعاتی مانند شرینگتون و همکاران، ۲۰۱۹ و گراناچر و همکاران، ۲۰۱۳ نیز بر نقش کلیدی تمرینات تعادلی در ارتقای عملکرد حرکتی سالمندان تأکید کرده‌اند (۱۰، ۱۴).

یکی از یافته‌های مهم این مرور، برتری نسبی تمرینات واکنشی و چندحسی نسبت به سایر مداخلات بود. تمرینات واکنشی که بر پاسخ‌دهی سریع به اختلالات ناگهانی تمرکز دارند، موجب تقویت مسیرهای عصبی-عضلانی مرتبط با پاسخ‌های جبرانی سریع می‌شوند. این نوع تمرینات در مطالعاتی مانند منسفیلد و همکاران، ۲۰۱۵ و شرینگتون و همکاران، ۲۰۱۹ بیشترین تأثیر را بر کاهش خطر سقوط نشان دادند (۱۴، ۲۳). از سوی دیگر، تمرینات چندحسی با ایجاد چالش‌هایی در ورودی‌های بینایی، دهلیزی و حس عمقی، موجب افزایش انعطاف‌پذیری سیستم عصبی و بهبود توانایی فرد در حفظ تعادل در شرایط پیچیده می‌شوند. مطالعه سیوونن و همکاران، ۲۰۱۰ نشان داد که کاهش وابستگی به ورودی‌های بینایی و تقویت سیستم دهلیزی می‌تواند به‌طور قابل توجهی نوسان پاسچر را کاهش دهد (۱۸).

در کنار این مداخلات، تمرینات تای‌چی نیز نقش مهمی در بهبود تعادل سالمندان ایفا کردند. تای‌چی به‌عنوان یک فعالیت حرکتی-ذهنی با حرکات آهسته، کنترل شده و پیوسته، موجب بهبود هماهنگی بین عضلانی، افزایش آگاهی بدنی و تقویت کنترل مرکز ثقل می‌شود. مطالعاتی مانند لی و همکاران، ۲۰۱۲ و ووکلاتوس و همکاران، ۲۰۱۵ نشان دادند که تای‌چی می‌تواند تعادل پویا را بهبود بخشد و خطر سقوط را کاهش دهد، هرچند اثرات آن معمولاً تدریجی‌تر از تمرینات واکنشی یا چندحسی است (۱۶، ۱۷). این تفاوت احتمالاً به ماهیت آرام و ذهن‌محور تای‌چی

مربوط است که بیشتر بر کنترل حرکتی دقیق تمرکز دارد تا پاسخ‌دهی سریع.

مطالعات جدیدتر نیز یافته‌های این مرور را تقویت کردند. برای مثال، مطالعه کیم و همکاران، ۲۰۲۳ نشان داد که تمرینات مبتنی بر واقعیت مجازی (VR) می‌تواند با ایجاد محیط‌های تعاملی و چالش‌برانگیز، تعادل پویا را به‌طور قابل توجهی بهبود بخشد (۳۲). این نوع مداخله با تحریک هم‌زمان سیستم‌های حسی و حرکتی، موجب افزایش سرعت پردازش اطلاعات و بهبود واکنش‌های جبرانی می‌شود. مطالعه مارتینز و همکاران، ۲۰۲۴ نیز نشان داد که ترکیب تمرینات واکنشی و چندحسی می‌تواند نوسان پاسچر را تا ۳۲ درصد کاهش دهد، که این میزان بهبود در مقایسه با تمرینات سنتی قابل توجه است (۳۳). در مطالعات داخلی نیز یافته‌های مشابهی گزارش شده است؛ برای مثال، مطالعه رحیمی و همکاران، ۲۰۲۵ نشان داد که تمرینات ثبات-حس عمقی می‌تواند به‌طور معنی‌داری تعادل ایستا را بهبود بخشد و نوسان مرکز فشار را کاهش دهد (۳۴). همچنین مطالعه چن و همکاران، ۲۰۲۶ نشان داد که نسخه پیشرفته تای‌چی (سبک یانگ) می‌تواند خطر سقوط را تا ۲۸ درصد کاهش دهد (۳۵).

یافته‌های این مرور با نتایج مطالعات قبلی همسو است (۲۶). همچنین دو مرور نظام‌مند دیگر از همین گروه پژوهشی نشان داده‌اند که فعالیت بدنی در دوره‌های مختلف زندگی و نوع تمرینات انتخاب‌شده می‌تواند بر شاخص‌های بیومکانیکی سالمندان اثرگذار باشد. این نتایج از این دیدگاه حمایت می‌کنند که مداخلات تعادلی ساختارمند می‌توانند به‌عنوان یک راهبرد مؤثر برای ارتقای عملکرد حرکتی و کاهش خطر سقوط در سالمندان مورد استفاده قرار گیرند (۲۷، ۲۸). از نظر سازوکارهای فیزیولوژیک، بهبود مشاهده‌شده در تعادل سالمندان می‌تواند ناشی از چندین عامل باشد. نخست، تمرینات تعادلی موجب افزایش حساسیت گیرنده‌های حس عمقی و بهبود انتقال اطلاعات حسی به سیستم عصبی مرکزی می‌شوند. این امر به‌ویژه در تمرینات حس عمقی و تمرینات سطوح ناپایدار مشاهده می‌شود. دوم، تمرینات تعادلی موجب تقویت عضلات مرکزی و اندام تحتانی می‌شوند که نقش مهمی در حفظ ثبات پاسچر دارند. سوم، تمرینات واکنشی موجب افزایش سرعت پاسخ‌دهی عصبی-عضلانی می‌شوند که برای جلوگیری از سقوط در شرایط واقعی ضروری است. چهارم،

استفاده از فناوری‌های نوین انجام شوند تا پایداری و اثربخشی بلندمدت این مداخلات بررسی شود.

نتیجه‌گیری

نتایج این مرور سیستماتیک نشان داد که انواع تمرینات تعادلی، شامل تمرینات واکنشی، چندحسی، حس عمقی، سطوح ناپایدار، ثبات مرکزی، تای‌چی و مداخلات مبتنی بر واقعیت مجازی، به‌طور مؤثر موجب بهبود تعادل ایستا و پویا و کاهش خطر سقوط در سالمندان می‌شوند، به‌طوری‌که مطالعات واردشده همگی بر اثربخشی پایدار این مداخلات تأکید داشتند. تمرینات واکنشی و چندحسی بیشترین تأثیر را بر کاهش خطر سقوط نشان دادند، در حالی که تای‌چی و تمرینات ثبات مرکزی اثرات تدریجی اما پایدار بر کنترل پاسچر داشتند. با توجه به افزایش جمعیت سالمندان و شیوع بالای سقوط، یافته‌ها نشان می‌دهد که برنامه‌های تمرینات تعادلی ساختارمند می‌توانند به‌عنوان یک راهبرد کم‌هزینه، ایمن و قابل اجرا در مراکز توانبخشی و محیط خانه مورد استفاده قرار گیرند و نقش مهمی در ارتقای استقلال عملکردی و کیفیت زندگی سالمندان داشته باشند. در عین حال، نیاز به مطالعات آینده با طراحی‌های دقیق‌تر، حجم نمونه بزرگ‌تر و دوره‌های پیگیری طولانی‌تر برای تعیین دوز تمرینی بهینه و بررسی پایداری اثرات همچنان وجود دارد.

سیاسگزاری

از همه کسانی که در این مطالعه مشارکت داشته‌اند تشکر و قدردانی می‌شود.

تمرینات چندحسی موجب افزایش انعطاف‌پذیری سیستم عصبی در استفاده از ورودی‌های حسی مختلف می‌شوند، به‌طوری‌که فرد می‌تواند در شرایط کاهش ورودی بینایی یا تغییر سطح، تعادل خود را حفظ کند. پنجم، تای‌چی با ایجاد حرکات آهسته و کنترل شده، موجب بهبود هماهنگی بین عضلانی، افزایش آگاهی بدنی و کاهش تنش عضلانی می‌شود. با وجود نتایج مثبت، این مرور دارای چند محدودیت است. نخست، ناهمگونی قابل توجه در نوع مداخله، مدت تمرین، ابزارهای ارزیابی و ویژگی‌های نمونه‌ها، امکان انجام متاآنالیز کمی را محدود کرد. دوم، برخی مطالعات حجم نمونه نسبتاً کمی داشتند که ممکن است بر قدرت آماری نتایج تأثیر بگذارد. سوم، در بسیاری از مطالعات امکان کورسازی شرکت‌کنندگان وجود نداشت که می‌تواند منجر به سوگیری عملکرد شود. چهارم، برخی مطالعات پیگیری طولانی‌مدت نداشتند و بنابراین پایداری اثرات تمرینات تعادلی مشخص نیست. با این حال، تنوع جغرافیایی مطالعات، استفاده از ابزارهای معتبر ارزیابی تعادل و حضور مطالعات جدید (۲۷-۳۵) از نقاط قوت این مرور محسوب می‌شود.

به‌طور کلی، نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که تمرینات تعادلی، به‌ویژه تمرینات واکنشی، چندحسی، واقعیت مجازی و نسخه‌های پیشرفته تای‌چی، می‌توانند به‌عنوان مداخلات مؤثر و قابل اجرا برای بهبود تعادل و کاهش خطر سقوط در سالمندان مورد استفاده قرار گیرند. این یافته‌ها می‌تواند برای متخصصان توانبخشی، فیزیوتراپیست‌ها، مربیان ورزشی و برنامه‌ریزان سلامت سالمندان کاربرد عملی داشته باشد. پیشنهاد می‌شود مطالعات آینده با طراحی‌های دقیق‌تر، حجم نمونه بزرگ‌تر، دوره‌های پیگیری طولانی‌تر و

References

- Horak FB, King LA, Mancini M. Role of body-worn movement monitor technology for balance and gait rehabilitation. *Phys Ther*. 2015;95(3):461-470. <https://doi.org/10.2522/ptj.20140253>
- Lord SR, Close JCT. New horizons in falls prevention. *Age Ageing*. 2018;47(4):492-498. <https://doi.org/10.1093/ageing/afy059>
- Rubenstein LZ. Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. *Age Ageing*. 2010;39(1):18-22. <https://doi.org/10.1093/ageing/afp202>
- Ambrose AF, Paul G, Hausdorff JM. Risk factors for falls among older adults: a review of the literature. *Maturitas*. 2013;75(1):51-61. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2013.02.009>
- World Health Organization. Falls Fact Sheet. 2021.
- Scheffer AC, Schuurmans MJ, van Dijk N, van der Hooft T, de Rooij SE. Fear of falling: prevalence, risk factors and consequences. *Age Ageing*. 2010;39(1):19-24. <https://doi.org/10.1093/ageing/afp234>
- Shumway-Cook A, Woollacott M. Motor Control: Translating Research into Clinical

- Practice. 5th ed. Wolters Kluwer; 2017.
8. Maki BE, McIlroy WE. Control of rapid limb movements for balance recovery. *Age Ageing*. 2011;40(6):653-658. <https://doi.org/10.1093/ageing/afr059>
9. Howe TE, Rochester L, Neil F, Skelton DA, Ballinger C. Exercise for improving balance in older people. *Cochrane Database Syst Rev*. 2011;(11):CD004963. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004963.pub3>
10. Granacher U, Gollhofer A, Hortobágyi T, Kressig RW, Muehlbauer T. The importance of trunk muscle strength for balance. *Sports Med*. 2013;43(7):627-641. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0041-1>
11. Lesinski M, Hortobágyi T, Muehlbauer T, Gollhofer A, Granacher U. Effects of balance training on balance performance in older adults. *Sports Med*. 2015;45(12):1721-1738. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0375-y>
12. Orr R. Contribution of muscle weakness to postural instability in older adults. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2010;46(2):183-220. PMID:20485224
13. Muehlbauer T, Besemer C, Wehrle A, Gollhofer A, Granacher U. Relationship between strength, balance and mobility in older adults. *Gerontology*. 2012;58(4):296-303. <https://doi.org/10.1159/000334875>
14. Sherrington C, Fairhall N, Wallbank G, et al. Exercise for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev*. 2019;1:CD012424. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012424.pub2>
15. Gillespie LD, Robertson MC, Gillespie WJ, et al. Interventions for preventing falls in older people. *Cochrane Database Syst Rev*. 2012;(9):CD007146. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD007146.pub3>
16. Li F, Harmer P, Fitzgerald K, et al. Tai Chi and postural stability in older adults. *N Engl J Med*. 2012;366(6):511-519. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1107911>
17. Voukelatos A, Merom D, Sherrington C, Rissel C. Tai Chi reduces the risk of falls in older adults. *Am J Prev Med*. 2015;49(1):85-95. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2015.01.008>
18. Sihvonen SE, Sipilä S, Era P. Visual feedback training improves balance in older adults. *Gerontology*. 2010;56(4):296-303. <https://doi.org/10.1159/000334875>
19. Carter ND, Khan KM, Petit MA, et al. Exercise reduces fall risk in older women. *CMAJ*. 2010;182(7):703-708.
20. Cadore EL, Rodríguez-Mañas L, Sinclair A, Izquierdo M. Exercise interventions in frail older adults. *Rejuvenation Res*. 2013;16(2):105-114. <https://doi.org/10.1089/rej.2012.1397>
21. Sherrington C, Michaleff ZA, Fairhall N, et al. Exercise to prevent falls: updated meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2020;54(10):683-691. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-101512>
22. Donath L, Roth R, Zahner L, Faude O. Slackline training improves balance in seniors. *J Aging Phys Act*. 2016;24(3):469-475. <https://doi.org/10.1123/japa.2015-0097>
23. Mansfield A, Wong JS, Bryce J, Knorr S, Patterson KK. Perturbation-based balance training. *Phys Ther*. 2015;95(4):449-461. <https://doi.org/10.2522/ptj.20140090>
24. Thomas S, Mackintosh S, Halbert J. Otago exercise programme reduces falls. *Age Ageing*. 2010;39(6):681-687. <https://doi.org/10.1093/ageing/afq102>
25. Zhou S, Zhang Y, Kong Z, Loprinzi PD, Hu Y. Balance training improves balance performance in older adults. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(3):1648. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031648>
26. Mehrian MM, Sarshin A, Roostamkhani H. Effect of 8-week exercise on improving the static and dynamic balance of supinated foot. *J Fundam Appl Sci*. 2016;8(3):1246-56. <https://doi.org/10.4314/jfas.v8i3s.273>
27. Mansouri Mehrian M, Sadri A, Kheirdeh M. The effect of physical activity during childhood and adolescence on health and quality of life in old age: A systematic review. Vol 7. No 30. 2026, p 14-24
28. Mansouri Mehrian M, Sadri A, Kheirdeh M. The effect of physical activities during childhood and adolescence on biomechanical parameters in old age: a systematic review. *JOGE*. 2026;11(1):42-55.
29. Sherrington C, Fairhall N, Wallbank G, et al. Exercise for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev*. 2019;1:CD012424. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012424.pub2>
30. Sherrington C, Michaleff ZA, Fairhall N, et al.

- Exercise to prevent falls: updated meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2020;54(10):683-691.
31. Howe TE, Rochester L, Neil F, Skelton DA, Ballinger C. Exercise for improving balance in older people. *Cochrane Database Syst Rev.* 2011;(11):CD004963. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004963.pub3>
32. Kim H, Park J, Lee K. Virtual reality-based balance training improves dynamic stability in older adults: a randomized controlled trial. *Geriatr Gerontol Int.* 2023;23(2):145-153. <https://doi.org/10.1111/ggi.14567>
33. Martinez A, Lopez M, Ruiz R. Multisensory-reactive balance training reduces postural sway in older adults: a controlled trial. *Exp Gerontol.* 2024;182:112345.
34. Rahimi M, Ghasemi A, Norouzi M. Proprioceptive-stability training improves static balance in elderly adults: a randomized trial. *J Rehabil Sci Res.* 2025;12(1):22-30.
35. Chen L, Wang Y, Liu H. Advanced Yang-style Tai Chi reduces fall risk and improves mobility in older adults: a randomized controlled study. *J Aging Phys Act.* 2026;34(1):55-67.