

## Review Paper

## Effect of Fall-proof Exercises on Balance and Fall Prevention in the Elderly: A Systematic Review and Meta-analysis

Shakiba Fathi<sup>1</sup>, Bahman Sadeghi Sedeh<sup>1</sup>, Alireza Safaeian<sup>1</sup>, Saeid FatorehChy<sup>2</sup>, Nazila Akbarfahimi<sup>2</sup>, \*Sahar Sadeghi Sedeh<sup>2,3</sup>

1. Department of Social Medicine, Faculty of Medicin, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.

2. Department of Occupational Therapy, Faculty of Rehabilitation Sciences and Social Health, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran.

3. Department of Occupational Therapy, Iranian Research Center on Aging, Faculty of Rehabilitation Sciences, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran.

**Citation** Fathi Sh, Sadeghi Sedeh B, FatorehChy S, Safaeian A, Akbarfahimi N, Sadeghi Sedeh S. [Effect of Fall-proof Exercises on Balance and Fall Prevention in the Elderly: A Systematic Review and Meta-analysis (Persian)]. *Iranian Journal of Ageing*. 2026; 21(1):2-25. <http://dx.doi.org/10.32598/sija.2025.4072.1>**doi** <http://dx.doi.org/10.32598/sija.2025.4072.1>**ABSTRACT****Objectives** Changes in various sensory-motor functions and alterations in the central nervous system contribute to reduced balance and increased fear of falling in older adults. Fall-proof exercises, by focusing on improving the function of sensory-motor and cognitive systems, lead to improved balance and a decreased risk of falling. Several studies with small sample sizes and varying results have been conducted in this field. However, a synthesis of the evidence has not been performed. Therefore, this study endeavors to analyze and synthesize data from diverse research on the effects of "Fall-Proof" exercises on balance and fall prevention in older adults.**Methods & Materials** In this systematic review and meta-analysis, based on the research question and considering specific keywords and strategies, all relevant articles were searched in reputable databases and imported into EndNote 20. Subsequently, the research protocol was developed and registered in PROSPERO. Following the screening of articles and the selection of eligible studies, the necessary data were recorded in a spreadsheet. The data were then exported to STATA17 software and analyzed using a random-effects model. All stages of the research were conducted independently by two individuals in accordance with the PRISMA checklist.**Results** In the fall-proof exercise group, the Berg Balance Scale (BBS) demonstrated a significant improvement (SMD=5.37, 95% CI 3.17 to 7.56, P=0.001). Static balance with eyes open (SMD=3.44, 95% CI 1.16 to 5.72, P=0.001) and with eyes closed (SMD=4.94, 95% CI: 0.80 to 9.07, P=0.02) also increased. However, the Timed Up and Go (TUG) test did not show better results (SMD=0.25, 95% CI: -2.94 to 3.44, P=0.88). The fear of falling decreased significantly (SMD=-9.10, 95% CI: -13.71 to -4.49, P=0.001).**Conclusion** Fall-proof exercises performed for at least 8 weeks, in three sessions of 40 to 50 minutes each, among older adults aged over 60, lead to improved balance for performing various daily activities and a reduction in the fear of falling. Therefore, fall-proof exercises represent an appropriate and effective approach for enhancing functional, dynamic, and static balance and for preventing falls in the elderly. After initial assessment and adequate training, they are recommended as both preventive and therapeutic programs.**Keywords** Static balance, Dynamic balance, Functional balance, Fear of falling, Fall-proof exercises, Meta-analysis**Article Info:**

Received: 08 Jan 2025

Accepted: 11 Mar 2025

Available Online: 01 Apr 2026

**\* Corresponding Author:****Sahar Sadeghi Sedeh, PhD.****Address:** Department of Occupational Therapy, Faculty of Rehabilitation Sciences and Social Health, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran.**Tel:** +98 (900) 2631373**E-mail:** [sm.sadeghi163@gmail.com](mailto:sm.sadeghi163@gmail.com)

Copyright © 2026 The Author(s);

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

## Extended Abstract

### Introduction

**P**rojections suggest that the global population aged 60 years and older is expected to increase significantly between 2015 and 2050, reaching 1.5 billion individuals [2]. Aging is associated with changes in numerous sensory functions (including the vestibular system, vision, and proprioception), motor functions (musculoskeletal changes), and the central nervous system [3]. Consequently, a combination of these factors, particularly muscle weakness and poor balance, presents major risk factors for falls [5]. Fall prevention exercises focusing on enhancing sensory-motor and cognitive functions have been shown to improve balance and reduce fall risk. Although numerous studies with limited sample sizes and mixed outcomes have explored this topic, a comprehensive systematic synthesis of the existing evidence remains to be performed. Therefore, this study endeavors to analyze and synthesize data from diverse research on the effects of “Fall-Proof” exercises on balance and fall prevention in older adults.

### Methods and Materials

This systematic review examines studies investigating the effects of “Fall-Proof” exercises on older adults. The review encompasses research published in both Persian and English from the inception of the Fall-Proof protocol in 2005 up to the end of 2024. Relevant scientific evidence was systematically collected from articles indexed in the following databases: [Web of Science](#), [Google Scholar](#), [PubMed](#), [CINAHL](#), [Scientific Information Database \(SID\)](#), [Islamic World Science Citation Center \(ISC\)](#), [Physiotherapy Evidence Database \(PEDro\)](#), and [Magiran](#).

The target population included elderly individuals aged 60 and above, regardless of gender. The inclusion criteria for this review were as follows: Studies involving older adults with an average age exceeding 60 years; the use of a Fall-Proof rehabilitation program with a minimum duration of 4 weeks; a comparison between any type of Fall-Proof intervention and other interventions or a control group; and experimental or quasi-experimental designs evaluating the impact of fall-proof rehabilitation programs on balance. Randomized clinical trials and quasi-experimental studies were included to assess the beneficial effects of the intervention, while observational studies (including cohort and case-control studies) were incorporated to supplement the evaluation. Article selection was conducted independently by two reviewers (Shakiba Fathi and Sahar Sadeghi), based on titles and abstracts. Duplicates were removed, and disagreements were

resolved through consultation with the third author (Bahman Sadeghi). All selected studies were entered into EndNote software, version 10. Data extraction was performed by one author (Shakiba Fathi), with a second author (Sahar Sadeghi) responsible for reviewing all extracted information. Any discrepancies were resolved through discussion and consensus with the third author. The methodological quality and level of evidence for the included studies were assessed using the (PEDro) scale.

### Results

A total of 32 studies met the inclusion criteria and were fully reviewed. Subsequently, 14 studies were excluded for the following reasons: Failure to report selected outcomes (9 studies), discrepancies between the title/abstract and the full-text findings (2 studies), duplication of text or errors in author names (1 study), unavailability of the full text (1 study), and the nature of the study being a case report (1 study). Consequently, a total of 18 studies were included in the final synthesis, comprising 15 studies focusing on balance and 3 studies related to fall risk. Of these, 16 studies were deemed suitable for meta-analysis.

The total number of participants across the 16 studies was 465, with 255 participants in the Fall-Proof exercise group and 210 in the control group. The average age in the intervention group was  $60.67 \pm 2.13$  years, and in the control group, it was  $62.41 \pm 1.87$  years. All included studies employed a quasi-experimental design (pre-post). The evidence level, determined by the PEDro scale and confirmed by reviewer consensus, was classified as moderate (Level 2). With the exception of two studies [33, 34], the intervention in all other studies lasted for 8 weeks, involving three sessions per week, each lasting between 40–50 minutes. Twelve studies compared Fall-Proof exercises directly with a control group. Two studies [40, 44] investigated the effects of low-intensity versus standard-intensity and duration interventions. One study [33] compared Fall-Proof exercises with Otago exercises, and another study [41] compared outcomes across three different age groups.

Functional balance was assessed in 14 studies using the Berg balance scale (BSS). Based on a funnel plot analysis, the studies were symmetrically distributed, with most studies appearing in the upper part of the plot. Egger’s test result was not statistically significant ( $P=0.237$ ), suggesting the absence of publication bias. Static balance was assessed through the open and closed-eye balance retention test in 4 studies. Functional balance was assessed using the timed up and go (TUG) test (8-meter walk-back) in 4 studies, and fear of falling was assessed in 5 studies using the falls efficacy scale-international (FES-I).

## Conclusion

The findings from the meta-analysis and forest plot indicate that fall-proof exercises significantly enhance balance parameters, including the BSS, as well as both open-eye and closed-eye balance. Furthermore, these exercises were associated with a reduction in the fear of falling. However, an increase in TUG test duration was not found to be statistically significant. Based on data from 5 studies, the fear of falling showed a significant reduction in the fall-proof exercise group compared to the control group, with the quality of these results deemed high according to the PEDro scale. Thus, it can be concluded that fall-proof exercises play a preventive role in reducing falls and the likelihood of fractures. In contrast, studies by Lee et al. and Zhao et al. [61, 62] found significant differences in the frequency of falls between exercise intervention groups and control groups. However, they did not find significant differences in the number of falls between these groups. This discrepancy can be attributed to factors, such as the average age of participants, gender distribution, and the research methodology.

## Ethical Considerations

### Compliance with ethical guidelines

All ethical principles were considered in this study. This is a systematic review study. No experiments were conducted on human or animal samples. This article received the code of ethics from [Isfahan University of Medical Sciences](#) (Code: IR.MUI.MED.REC.1403.343).

### Funding

This research did not receive any grant from funding agencies in the public, commercial, or non-profit sectors

### Authors' contributions

All authors contributed equally to the conception and design of the study, data collection and analysis, interpretation of the results, and drafting of the manuscript. Each author approved the final version of the manuscript for submission.

### Conflicts of interest

The authors declared no conflicts of interest.



مقاله مروری

بررسی تأثیر تمرینات فال-پروف بر تعادل و پیشگیری از سقوط در سالمندان: مرور نظام‌مند و فراتحلیل

شکیبا فتحی<sup>۱</sup>، بهمن صادقی سده<sup>۱</sup>، علیرضا صفائیان<sup>۱</sup>، سعید فطوره چی<sup>۲</sup>، نازیلا اکبرفهمی<sup>۲</sup>، سحر صادقی سده<sup>۳</sup>

۱. گروه پزشکی اجتماعی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.

۲. گروه آموزشی کاردرمانی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم توانبخشی و سلامت اجتماعی، تهران، ایران.

۳. گروه کاردرمانی، مرکز تحقیقات سالمندی ایران، دانشکده علوم توانبخشی و سلامت اجتماعی، تهران، ایران.



**Citation** Fathi Sh, Sadeghi Sedeh B, FatoreshChy S, Safaeian A, Akbarfahimi N, Sadeghi Sedeh S. [Effect of Fall-proof Exercises on Balance and Fall Prevention in the Elderly: A Systematic Review and Meta-analysis (Persian)]. *Iranian Journal of Ageing*. 2026; 20(4):2-25. <http://dx.doi.org/10.32598/sija.2025.4072.1>

**doi** <http://dx.doi.org/10.32598/sija.2025.4072.1>

حکیده

اهداف تغییر در بسیاری از عملکردهای حسی حرکتی و همچنین تغییر در سیستم عصبی مرکزی، موجب کاهش تعادل و افزایش ترس از سقوط در سالمندان می‌شود. تمرینات فال - پروف با تمرکز بر افزایش عملکرد سیستم‌های حسی حرکتی و شناختی، موجب بهبود تعادل و کاهش خطر افتادن می‌شوند. چندین مطالعه با حجم کم و نتایج متفاوت در این زمینه انجام شده است، اما تجمیع شواهد انجام نشده است؛ بنابراین در این مطالعه تأثیر تمرینات فال - پروف بر تعادل و پیشگیری از سقوط در سالمندان از مطالعات مختلف جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل شد.

مواد و روش‌ها در این مطالعه مرور نظام‌مند و متاآنالیز، براساس سؤال پژوهشی با کلیدواژه‌ها و استراتژی مشخص، کلیه مقالات مرتبط، در پایگاه داده‌های معتبر جست‌وجو و به محیط اند نوت ۲۰ وارد شد. سپس پروتکل پژوهش نگارش و در PROSPRO رجیستر شد و پس از غربالگری مقالات و انتخاب مقالات واجد شرایط، اطلاعات موردنیاز در محیط آکسل ثبت شد. در نهایت داده‌ها به نرم‌افزار STATA نسخه ۱۷ صادر و با روش اثرات تصادفی تجزیه و تحلیل شد. کلیه مراحل اجرای پژوهش، با استفاده از چک‌لیست پریزما و توسط ۲ نفر به‌طور مستقل انجام شد.

یافته‌ها در گروه فال - پروف مقیاس تعادل عملکردی مقیاس تعادل عملکردی برگ (BBS) بهبود قابل توجهی نشان داد ( $P=0/001$ )،  $SMD=5/37$ ;  $95\% CI: 3/76-7/00$  تعادل ایستا با چشم باز ( $P=0/001$ )،  $SMD=5/77$ ;  $95\% CI: 4/44-7/10$  و چشم بسته ( $P=0/002$ )،  $SMD=4/94$ ;  $95\% CI: 3/76-6/12$  افزایش داشت. آزمون سرعت بلند شدن و رفتن نتایج بهتری نداشت ( $P=0/188$ )،  $SMD=2/94$ ;  $95\% CI: 1/10-4/78$  و ترس از سقوط و افتادن کمتر شد ( $P=0/001$ )،  $SMD=0/25$ ;  $95\% CI: 0/10-0/40$ .

نتیجه‌گیری تمرینات فال - پروف حداقل به مدت ۸ هفته و ۳ جلسه ۴۰ تا ۵۰ دقیقه‌ای در هفته، در سالمندان بالای ۶۰ سال، به تعادل بالاتر برای انجام فعالیت‌های مختلف روزانه، همراه با کاهش ترس از زمین خوردن منجر می‌شود؛ بنابراین تمرینات فال - پروف یک راهکار مناسب و مؤثر در افزایش تعادل عملکردی، تعادل پویا و ایستا و پیشگیری از زمین خوردن در سالمندان است و پس از ارزیابی اولیه و آموزش کافی، به‌عنوان یک برنامه پیشگیرانه و درمانی، توصیه می‌شود.

کلیدواژه‌ها تعادل ایستا، تعادل پویا، تعادل عملکردی، ترس از زمین خوردن، فال-پروف، فراتحلیل

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۹ دی ۱۴۰۳

تاریخ پذیرش: ۲۱ اسفند ۱۴۰۳

تاریخ انتشار: ۱۲ فروردین ۱۴۰۵

\* نویسنده مسئول:

دکتر سحر صادقی سده

نشانی: تهران، دانشگاه علوم توانبخشی و سلامت اجتماعی، دانشکده علوم توانبخشی، مرکز تحقیقات سالمندی ایران، گروه کاردرمانی.

تلفن: ۲۶۳۱۳۷۳ (۹۰۰) ۹۸+

پست الکترونیکی: [sm.sadeghi163@gmail.com](mailto:sm.sadeghi163@gmail.com)



Copyright © 2026 The Author(s);

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

## مقدمه

به منظور ارزیابی و سنجش ثبات وضعیتی و اندازه‌گیری کمی و عینی‌تر تعادل، ابزارهای مختلفی نظیر تخته‌های تعادل و صفحات نیرو به کار می‌رود [۱۱، ۱۲]. همچنین در این زمینه از مقیاس‌های متعددی استفاده می‌شود. مقیاس تعادل برگ (BBS) که یک ابزار ارزیابی پر کاربرد برای سنجش تعادل ایستا و پویا است [۴]، تست زمان‌بندی شده بلند شدن و رفتن (TUG) [۱۲]، تست کشش عملکردی (FST) [۱۳]، آزمون سازماندهی حسی (SOT) [۱۴]، مقیاس اطمینان تعادل (ABC) [۱۵]، شاخص راه رفتن پویا (DGI) [۱۶]، تست ایستادن تک‌پا (SLST) [۱۷]، آزمون سیستم‌های ارزیابی مینی تعادل (Mini-BESTest) [۱۸]، ارزیابی حرکتی مبتنی بر عملکرد (POMA) [۱۹] و نهایتاً روش‌های بصری نظیر مشاهده و تجزیه و تحلیل راه رفتن برای ارزیابی توانایی حفظ تعادل، به کار گرفته شده است و براساس این مقیاس‌ها، مداخلاتی، مانند تکنیک‌های توان‌بخشی، تمرینات تعادلی و برنامه‌های ورزشی، نظیر تای چی، یوگا، تخته تعادل، تمرین مقاومتی نظیر فال-پروف برای تقویت تعادل و کاهش خطر افتادن در افراد مسن استفاده شده است [۲۰، ۲۱].

یک بررسی مرور نظام‌مند استراتژی‌های پیشگیری از زمین خوردن و افزایش تعادل در کاکرین به این نتیجه رسید که برنامه‌های ورزشی که دو یا چند جزء قدرت، تعادل، انعطاف‌پذیری یا استقامت را هدف قرار می‌دهند، میزان افتادن و تعداد افرادی که زمین می‌خورند را کاهش می‌دهند [۲۲]. همچنین در یک مرور نظام‌مند دیگر، مشخص شد برنامه‌هایی که تعادل را به چالش می‌کشند و به تدریج شدت را بالاتر می‌برند، اثرات نسبی بهتری در بهبود تعادل و کاهش خطر زمین خوردن سالمندان داشته‌اند [۲۳]. یکی از برنامه‌هایی که همه این جنبه‌ها را دربر می‌گیرد و در سال‌های اخیر مورد استفاده بیشتر قرار گرفته است تمرینات فال - پروف [۱۲] است. فال-پروف برنامه تمرین خانگی است که تمرینات بازآموزی قدرت و تعادل را برای جلوگیری از زمین خوردن و بهبود تعادل در افراد مسن ترکیب می‌کند. این برنامه اکثر اختلالات زمینه‌ای که به بی‌ثباتی وضعیتی کمک می‌کند را هدف قرار می‌دهد و در کاهش خطر زمین خوردن سودمند بوده است و در کمک به افراد مسن در جهت افزایش استقلال موفق بوده است [۲۴].

بر اساس تعریف سازمان بهداشت جهانی<sup>۱</sup> افراد بالای ۶۰ سال سالمند در نظر گرفته می‌شوند و برخی این سنین را نیز به زیرگروه‌های ۶۵ تا ۷۴ سال، سالمند جوان؛ ۷۵ تا ۸۴ سال، سالمند متوسط و بالاتر از ۸۴ سال، سالمند پیر طبقه‌بندی می‌کنند [۱]. پیش‌بینی‌ها حاکی از آن است که تعداد افراد ۶۰ ساله و بالاتر در فاصله زمانی میان سال‌های ۲۰۱۵ و ۲۰۵۰ میلادی افزایش می‌یابد و به ۱/۵ میلیارد نفر خواهد رسید؛ در واقع درصد افراد بالای ۶۰ سال از ۱۲ درصد به ۲۲ درصد افزایش می‌یابد. سالمندی جمعیت با سرعت بیشتری نسبت به گذشته رخ خواهد داد و براساس پیش‌بینی‌های انجام‌شده، جمعیت سالمند در کشور طی ۲ دهه آتی به حدود ۲۵ درصد جمعیت کل کشور افزایش می‌یابد [۲]. تغییر در بسیاری از عملکردهای حسی (سیستم دهلیزی، بینایی و حسی عمقی)، حرکتی (تغییر ویژگی‌های عضلانی اسکلتی) و همچنین تغییر در سیستم عصبی مرکزی همراه با افزایش سن اتفاق می‌افتد [۲]. از طرفی شایع‌ترین اختلالات تعادلی در جمعیت مسن شامل کاهش تعادل و ثبات وضعیتی مرتبط با سن، سرگیجه موضعی حمله‌ای خوش خیم<sup>۲</sup>، نوریت دهلیزی و بیماری منیر نیز ممکن است ظاهر شود [۴] بنابراین ترکیبی از این عوامل و به‌ویژه کاهش قدرت عضلات و تعادل ضعیف، عوامل خطرزای عمده برای افتادن‌ها خواهند بود [۵].

سقوط و زمین خوردن دومین علت مرگ‌ومیر ناشی از مصدومیت‌های غیر عمدی در سراسر جهان است و هر ساله ۴۲۴ هزار نفر در سراسر دنیا به دلیل سقوط یا زمین خوردن جان خود را از دست می‌دهند که این آمار در ایران به میزان ۶/۴ درصد گزارش شده است [۶]. به‌طور متوسط، حدود ۳۰ درصد از بزرگسالان ۶۵ سال و بالاتر در مقطعی از زندگی خود دچار مشکلات تعادل و زمین خوردن شده‌اند؛ به‌طوری‌که در شهرهای مختلف ایران، شیوع ۲۴/۸ تا ۸۲/۳ درصد، براساس مطالعات گذشته‌نگر ۴ ساله گزارش شده است [۷]. این شرایط می‌تواند به‌طور جدی بر توانایی افراد مسن برای انجام فعالیت‌های روزانه تأثیر بگذارد، خطر زمین خوردن را افزایش دهد و منجر به از دست دادن استقلال حرکتی شود [۸]. اختلالات تعادل در افراد مسن می‌تواند تحت تأثیر عوامل متعددی، از جمله تغییرات مرتبط با سن در سیستم‌های حسی مانند بینایی، دهلیزی و حسی‌تنی، تحلیل عضلات اسکلتی، تغییرات در تحرک مفصل و تراکم استخوان، عوامل شناختی و شرایط پزشکی زمینه‌ای باشد [۹، ۱۰].

3. Berg Balance Scale (BBS)

4. Timed Up and Go Test (TUG)

5. Functional Stretch Test (FST)

6. Sensory Organization Test (SOT)

7. A Balance Confidence Scale (ABC)

8. Single Leg Standing Test (DGI)

9. Mini-Balance Evaluation Systems Test (SLST)

10. Mini-Balance Evaluation Systems Test (Mini-BESTest)

11. Performance-Oriented Mobility Assessment (POMA)

12. Fall-proof exercises

1. World Health Organization (WHO)

2. Benign Paroxysmal Positional Vertigo (BPPV)

پایگاه استنادی علوم جهان اسلام<sup>۲۰</sup>، پدرو<sup>۲۱</sup> و مگیران<sup>۲۲</sup> مورد جست‌وجو و بررسی قرار گرفت. جست‌وجو از ابتدای سال ۲۰۰۵ که پروتکل فال - پروف معرفی شده است تا انتهای سال ۲۰۲۴ به زبان فارسی و انگلیسی انجام شد. منابع مورد استفاده در مطالعات وارد شده نیز جهت یافتن مقالات مرتبط مورد بررسی قرار گرفت. در صورت وجود واژه مش، جست‌وجوی کلیدواژه‌ها با استفاده از واژه‌های مش انجام شد. در غیر این صورت از کلیدواژه‌های متنی استفاده شد. در موارد لازم از فیلتر سال و مطالعات کارآزمایی بالینی استفاده شد. در جدول شماره ۲ استراتژی جست‌وجو در یکی از پایگاه‌های داده (پابمد) آورده شده است.

در سایر پایگاه داده‌ها، راهبرد جست‌وجو با استفاده از سامانه SRA- Polyglot ترجمه شد. علاوه بر این لیست رفرنس‌های مقالات به دست آمده نیز مورد بررسی قرار گرفت تا مقالاتی که با استفاده از روش‌های فوق به دست نیامدند، شناسایی شوند. به همین ترتیب، معادل فارسی کلیدواژه‌های فوق نیز در جست‌وجوی پایگاه داده‌های فارسی استفاده شد و در موارد لازم از فیلتر سال و مطالعات کارآزمایی بالینی استفاده شد.

#### انتخاب مطالعه و استخراج داده

فرایند جست‌وجوی و انتخاب مقالات مناسب، براساس عنوان و چکیده توسط ۲ نفر به صورت مستقل انجام شد. سپس موارد تکراری حذف شد و اختلاف نظرها با بررسی متن مقاله و با نظر نویسنده سوم حل شد. تمام مقالات یافت شده در محیط اندنوت نسخه ۱۰ وارد شد. استخراج داده توسط یک نویسنده کدهی شد. نویسنده دوم همه اطلاعات استخراج شده را مجدداً بررسی کرد و هرگونه اختلاف بین این دو نفر با نظر نویسنده سوم، حل شد.

داده‌های جمعیت‌شناختی شامل سن، جنس، وضعیت سلامتی شرکت‌کنندگان و داده‌های روش‌شناختی و نتایج استخراج شده، شامل جزئیات مطالعه (نویسنده، سال، مجله)، روش انتخاب نمونه‌ها، روش تخصیص گروه‌ها، طرح مطالعه، سطح قطعیت، کورسازی، نوع مداخلات گروه کنترل و آزمایش، دوره، شدت و کل دوره مداخله، ابزارهای استفاده شده برای سنجش پیامد و تأثیرات و نتایج مداخلات بود.

با معیارهای انتخاب مطالعات: سالمندان با میانگین سنی بالاتر از ۶۰ سال، استفاده از برنامه توان‌بخشی فال - پروف با حداقل ۴ هفته و هر شدت، مقایسه هر نوع مداخله فال - پروف با هر نوع مداخله دیگر یا با هیچ مداخله، مداخلات تجربی و نیمه‌تجربی که اثر مداخلات برنامه توان‌بخشی فال-پروف بر تعادل سالمندان

در سال‌های اخیر و به‌ویژه در دوران کووید-۱۹ و پساکووید، تمرینات فال - پروف، به دلیل قابلیت اجرا در محیط خانه و هزینه نسبتاً پایین، در ایران، به سرعت گسترش یافت و پژوهش‌های متعددی در زمینه تأثیر تمرینات فال-پروف بر تعادل ایستا و پویا، سرعت راه رفتن و توانایی‌های شناختی و ترس از زمین خوردن انجام شده است [۲۵-۲۹]. اما با یک جست‌وجوی ساده می‌توان دریافت انجام این تمرینات در کشورهای دیگر به این میزان مورد توجه نبوده است. از طرفی هر یک از این مطالعات، مدت و شدت متفاوتی را به کار برده‌اند. همچنین برخی از مطالعات به صورت کارآزمایی بالینی تصادفی شده بوده‌اند و بسیاری از مطالعات دیگر، یکی از شروط کارآزمایی بالینی، نظیر گروه کنترل، کورسازی یا انتخاب تصادفی را ندارند. همچنین در هر یک از مطالعات از ابزار سنجش تعادل متفاوتی استفاده شده است؛ بنابراین مطالعه هر یک از این پژوهش‌ها، دید کلی و کاربردی بالینی را ایجاد نمی‌کند و تردید در خصوص اثربخشی این تمرینات را افزایش می‌دهد؛ بنابراین این مطالعه مرور نظام‌مند و متاآنالیز با هدف تعیین تأثیر تمرینات فال - پروف بر تعادل ایستا، پویا و خطر زمین خوردن در سالمندان اجرا شد تا بتوان تأثیر این تمرینات را بر بهبود تعادل سالمندان، مبتنی بر شواهد علمی نشان داد.

#### روش مطالعه

این مطالعه مرور نظام‌مند با کد ثبت<sup>۱۳</sup> و مطابق با دستورالعمل‌های ثبت و گزارش مرورهای نظام‌مند و فراتحلیل پریزما<sup>۱۴</sup> بود [۳۰] و با استفاده از چک‌لیست AMSTAR2 (پیوست شماره ۱) انجام شد. همچنین کد اخلاق پژوهش از دانشگاه علوم پزشکی اصفهان اخذ شد. در این پژوهش تمام مقالات تجربی (کارآزمایی بالینی و کارآزمایی نیمه‌تجربی) چاپ شده طبق معیار PICO و براساس سؤال پژوهشی «آیا انجام تمرینات فال- پروف در سالمندان بر تعادل ایستا و دینامیک و ترس از زمین خوردن در مقایسه با گروه کنترل (یا قبل) تأثیر می‌گذارد؟» (جدول شماره ۱) مورد بررسی قرار گرفتند.

#### استراتژی جست‌وجو

به منظور دستیابی به مستندات و شواهد علمی مرتبط با سؤال پژوهشی، مقالات چاپ شده در وب‌آوساینس<sup>۱۵</sup>، گوگل اسکالر<sup>۱۶</sup>، پابمد<sup>۱۷</sup>، سیناهل<sup>۱۸</sup>، پایگاه مرکز علمی اطلاعات جهاد دانشگاهی<sup>۱۹</sup>

13. PROSPERO Registration code: CRD42024609486
14. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis (PRISMA)
15. Web of science
16. Google scholar
17. Pubmed
18. CINAHL
19. Scientific Information Database (SID)

20. Islamic World Science Citation Center (ISC)
21. Physiotherapy Evidence Database (PEDro)
22. Magiran

جدول ۱. سؤال پژوهشی براساس PICO

O	C	I	P
تغییر در خطر نسبی، نسبت شانس، تفاوت ریسک، اندازه اثر و فراوانی زمین خوردن یا ترس از زمین خوردن تغییر در نمره مقیاس تعادل برگ یا هر مقیاس معتبر دیگری از پایه تا آخرین پیگیری	نتایج اصلی	تمرینات فال - پروف حداقل ۴ هفته با هر شدت به صورت حضوری یا مجازی توسط تیم مجرب به شکل مجزا یا قابل تفکیک	سالمنان زنان و مردان ۶۰ تا ۸۰ سال فاقد نقایص شناختی فاقد دفورمیتی اندام فاقد شکستگی جدید اندام فاقد پروتز اندام تحتانی
تجزیه و تحلیل زیرگروه‌ها در کارآزمایی‌های بالینی و مطالعات نیمه تجربی نتایج براساس مدت مداخله مقایسه مردان و زنان مقایسه گروه‌های سنی	نتایج ثانویه	گروه کنترل همسان مقایسه قبل و بعد مقایسه با روش دیگر	

سالمند

جدول ۲. استراتژی جست‌وجو در پایگاه داده‌های پایمد

TC=) "balance" OR "dynamic balance" OR "static balance" OR "equilibrium" OR "equivalence" OR "falling" OR "downfall" OR "Gait balance" OR "Posture" OR "postural balance" OR "Muscle strength" OR "strength" AND "fear of falling" OR "falling" OR " Falls" OR "Accidental" OR " Accidental Fall" OR "Slip and ("Fall" OR "Fall and Slip" OR "" OR	۱ #
("TC= ("fallproof" OR "fall proof exercise" OR "fall proof protocol" OR "fallproof balance	۲ #
("years old" OR "older adult ۶۰" TC= ("elderly" OR "aging" OR	۳ #
Fallproof"[Title] OR "fall-proof"[Title] OR "fall-proof"[Title]) AND ("Elderly"[Title] OR "older") years "[All Fields] AND ("balance"[All Fields] OR "balanced"[All Fields] OR ۶۰ adults"[Title] OR ("more than "balances"[All Fields] OR "balancing"[All Fields] OR ("dynamer"[All Fields] OR "dynamers"[All Fields] OR "dynamic"[All Fields] OR "dynamical"[All Fields] OR "dynamically"[All Fields] OR "dynamicity"[All Fields] OR "dynamics"[All Fields] OR "dynamism"[All Fields] OR "dynamisms"[All Fields]) AND ("balance"[All Fields] OR "balanced"[All Fields] OR "balances"[All Fields] OR "balancing"[All Fields])) OR ("static"[All Fields] OR "statical"[All Fields] OR "statically"[All Fields] OR "statics"[All Fields]) AND "balance" [All Fields] AND "mobility" [All Fields] AND ("accidental falls"[MeSH Terms] OR ("accidental"[All Fields] AND "falls"[All Fields]) OR "accidental falls"[All Fields] OR "falling"[All Fields] OR "falls"[All Fields] OR "fallings"[All Fields])) OR ("fear"[MeSH Terms] OR "fear"[All Fields] OR "fear of"[All Fields]) AND ("accidental falls"[MeSH Terms] OR ("accidental"[All Fields] AND "falls"[All Fields]) OR "accidental falls"[All Fields] OR "falling"[All Fields] OR (((("falls"[All Fields] OR "fallings"[All Fields]	۴ #

سالمند

جدول ۳. ارزیابی سطح شواهد و کیفیت روش‌شناختی مطالعات براساس مقیاس پدرو

نتیجه	تعداد مقاله	خطر سوگیری	ناهمگنی	انحراف	عدم دقت	سوگیری انتشار	سایر ملاحظات	کیفیت
تعادل براساس آزمون برگ	۱۴	غیرجدی	غیرجدی	غیرجدی	غیرجدی	غیرجدی	غیرجدی	بالا
تعادل براساس چشم بسته	۴	غیرجدی	جدی	غیرجدی	غیرجدی	غیرجدی	غیرجدی	متوسط
تعادل براساس چشم باز	۴	غیرجدی	غیرجدی	غیرجدی	غیرجدی	غیرجدی	غیرجدی	متوسط
تعادل عملکردی براساس تست بلند شدن و رفتن	۴	غیرجدی	جدی	جدی	جدی	غیرجدی	غیرجدی	پایین
ترس از افتادن	۵	غیرجدی	غیرجدی	غیرجدی	غیرجدی	غیرجدی	غیرجدی	بالا

سالمند

جدول ۴. ارزیابی سطح شواهد و کیفیت روش شناختی مطالعات طبق معیار پدرو

توضیح	بله	خیر	توضیح
۱. معیارهای واجد شرایط بودن مشخص شده است.	بله	خیر	توضیح
۲. آزمودنی‌ها به‌طور تصادفی به گروه‌ها تقسیم شده‌اند (در یک مطالعه متقاطع، افراد به ترتیب به‌طور تصادفی درمان‌ها را دریافت کرده‌اند).	بله	خیر	توضیح
۳. تخصیص پنهانی انجام شده است.	بله	خیر	توضیح
۴. گروه‌ها در ابتدا از نظر مهم‌ترین شاخص‌های پیش‌آگهی مشابه بوده‌اند.	بله	خیر	توضیح
۵. کورسازی مطالعه در همه بیماران رعایت شده است.	بله	خیر	توضیح
۶. کورسازی مطالعه برای همه درمانگران رعایت شده است.	بله	خیر	توضیح
۷. کورسازی مطالعه برای همه ارزیابانی که حداقل یک پیامد کلیدی را اندازه‌گیری می‌کردند انجام شده است.	بله	خیر	توضیح
۸. اندازه‌گیری حداقل یک پیامد کلیدی از بیش از ۸۵ درصد از افراد که در ابتدا به گروه‌ها اختصاص یافته‌اند، انجام شده است.	بله	خیر	توضیح
۹. همه افراد که معیارهای پیامد برای آن‌ها در دسترس بود، شرایط درمان یا کنترل را همان‌طور که تخصیص داده شده بود دریافت کرده‌اند یا در مواردی که چنین نبوده، داده‌های حداقل یک پیامد کلیدی با «قصد درمان» تجزیه و تحلیل شده است.	بله	خیر	توضیح
۱۰. نتایج مقایسه‌های آماری بین گروهی حداقل برای یک نتیجه کلیدی گزارش شده است؟	بله	خیر	توضیح
۱۱. این مطالعه برآورد نقطه‌ای و تغییرپذیری را برای حداقل یک نتیجه کلیدی ارائه می‌کند؟	بله	خیر	توضیح

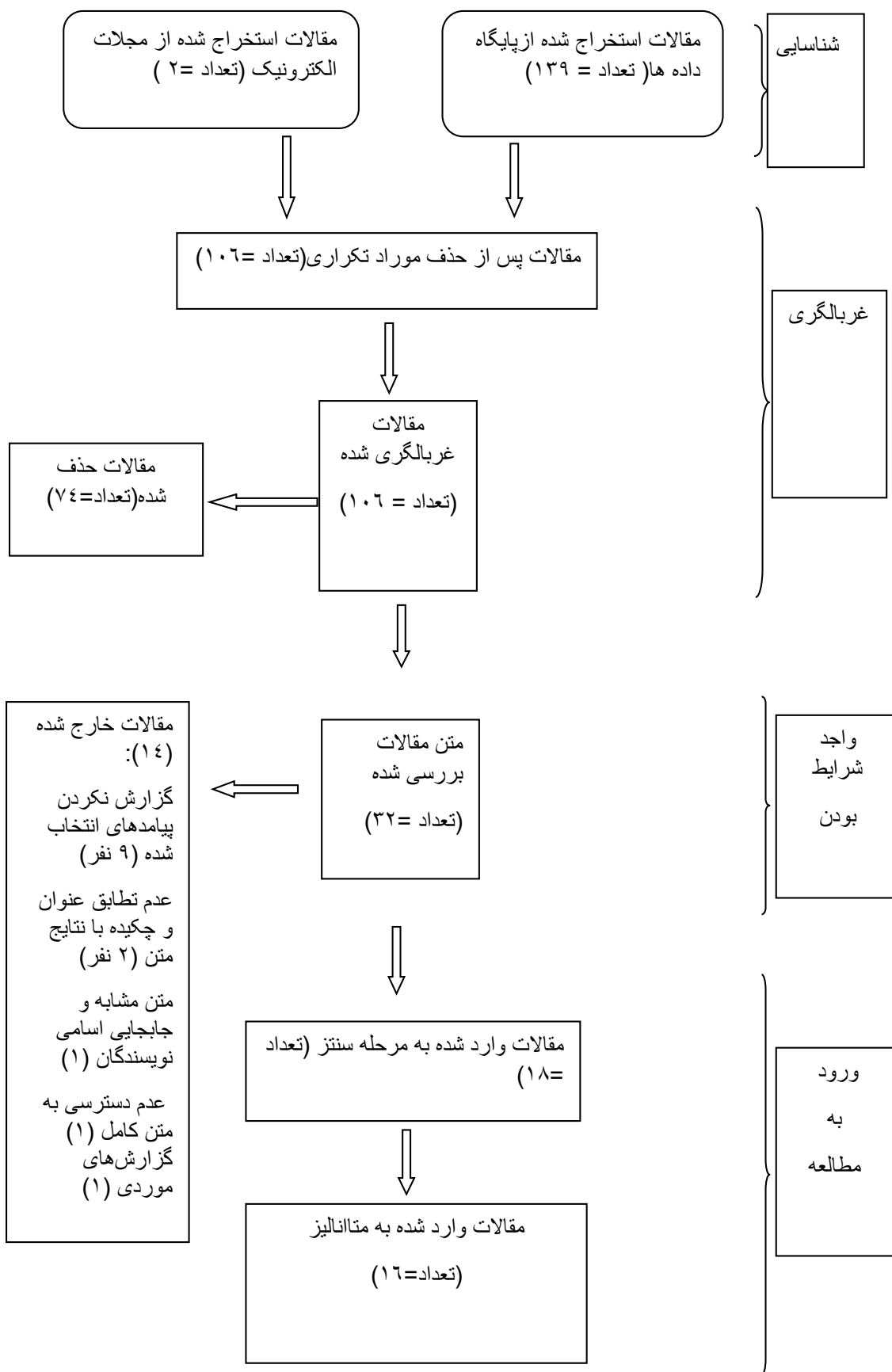
سالمند

جدول ۶. ارزیابی تعادل عملکردی براساس مقیاس برگ در گروه آزمایش و کنترل

مطالعه	میانگین $\pm$ انحراف معیار			
	آزمایش		کنترل	
	قبل	بعد	قبل	بعد
آیت‌زاده و همکاران، ۲۰۲۲ [۲۵]	۳۵/۰۸±۲/۰۲	۴۲/۵۸±۳/۱۷	۳۳/۹±۱/۷۸	۳۵/۲۵±۲/۱۷
خازنین و دانشمندی، ۲۰۲۰ [۲۶]	۱۴/۷۳±۰/۶۸	۱۶/۴۱±۱/۱۵	۱۳/۰۷±۱/۱۹	۱۳/۴۲±۰/۶۱
رئیزی و یساولی، ۲۰۲۱ [۲۸]	۱۱/۸۶±۱/۵۸	۹/۵۴±۱/۰۲	۱۱/۷۸±۲/۲۳	۱۲/۰۷±۲/۶۸
علی‌تبار و همکاران، ۲۰۲۳ [۳۳]	۱۱/۵۲±۱/۵۸	۲۰/۲۱±۲/۲	۱۲/۹۶±۲/۶۹	۱۴/۵۴±۲/۴۱
هاکتی و همکاران، ۲۰۱۵ [۳۴]	۴۷/۵±۵/۴	۴۹/۶±۴/۶	۴۶/۷±۴/۷	۴۹/۶±۳
احمدپور و فولدیان، ۲۰۲۴ [۳۵]	۳۲/۴۸±۱/۶	۳۹/۰۱±۲/۱	۳۳/۴۶±۲/۰۵	۳۳/۱۸±۲/۴۲
آیت‌زاده و همکاران، ۲۰۲۳ [۳۶]	۱۳/۸۳±۱/۷۴	۱۶/۵±۱/۳۱	۱۲/۱۶±۱/۹۹	۱۳/۹±۲/۴۲
فیروزجاه و فرنیان، ۲۰۲۳ [۳۷]	۱۲/۱۳±۱/۳	۲۱/۲۳±۱/۶۶	۱۱/۶±۱/۵۹	۱۱/۵۶±۱/۳۲
پرهیزگار و رضایی، ۲۰۲۴ [۳۹]	۲۶/۷±۳/۱۶	۳۴/۶±۴/۲۹	۲۳/۵±۱/۷۱	۲۳±۲/۱
تی‌بی‌آر و همکاران، ۲۰۰۷ [۴۰]	۵۹/۷۳±۱۶/۵	۷۲/۱۴±۱۳/۷	۵۲/۷±۱۶/۲	۵۹/۸۷±۱۷/۵
رجب‌پور و همکاران، ۲۰۲۳ [۴۱]	۳۰/۶±۵/۷۴	۳۴/۳±۴/۲۷	•	•
ریچه ۲۰۰۹ [۴۲]	۴۹/۹±۳/۵۸	۵۲/۴±۲/۴۱	۴۸/۸±۴/۲۱	۴۵/۱±۳/۴۹
رجب‌پور و همکاران، ۲۰۲۳ [۴۴]	۲۵/۵±۲/۵	۳۰/۴±۲/۰۶	۲۲/۸±۱/۶۸	۲۴/۸±۲/۷۸
وارد ۲۰۱۰ [۴۵]	۳۲/۴۸±۲/۰۵	۳۹/۰۱±۲/۰۱	۳۳/۴۶±۲/۰۵	۳۳/۸±۲/۴۲

\* فاقد گروه کنترل (۳ گروه سنی مقایسه شده است).

سالمند



تصویر ۱. نمودار بررسی و استخراج مقالات در مرور نظام‌مند و فراتحلیل

جدول ۵. مشخصات جمعیت‌شناختی بیماران مورد بررسی

نویسنده (سال)	نوع مطالعه	سطح شواهد	خطر سوگیری	منطقه	مدت مداخله (هفته)	گروه آزمایش		گروه کنترل
						تعداد	میانگین: ± انحراف معیار سن	
آیتزاده و همکاران، ۲۰۲۲ [۲۵]	نیمه‌تجربی	۲	کم	ایران	۸	۱۲	۷۱/۸±۶۶/۷۳	۶۸/۵±۱۶/۰۲
خازنین و دانشمندی، ۲۰۲۰ [۲۶]	نیمه‌تجربی	۲	کم	ایران	۸	۱۲	۶۶/۴±۴۱/۴۸	۶۶/۲±۱۶/۴۰
رئیس و یساوی، ۲۰۲۱ [۲۸]	نیمه‌تجربی	۲	بالا	ایران	۸	۱۳	۷۰/۴±۲۵/۱۵	۷۰/۶±۳۲/۳۶
علی‌تبار و همکاران، ۲۰۲۳ [۳۳]	نیمه‌تجربی	۲	بالا	ایران	۱۶	۱۲	۶۰/۲±۶۷/۱۳	۶۲/۱±۴۱/۸۷
هاگنی و همکاران، ۲۰۱۵ [۳۴]	نیمه‌تجربی	۲	کم	خارجی	۱۲	۱۲	۷۴/۱۱±۸۱/۲۱	۷۶/۹±۹۰/۰۱
احمدپور و فولدیان، ۲۰۲۴ [۳۵]	نیمه‌تجربی	۲	کم	ایران	۸	۱۰	۶۶/۵±۲۷/۰۵	۶۴/۲±۰۴/۸۷
آیتزاده و همکاران، ۲۰۲۳ [۳۶]	نیمه‌تجربی	۲	کم	ایران	۸	۱۲	۷۱/۲±۶/۴۵	۶۸/۳±۱۶/۰۱
فیروزجاه و فرنیان، ۲۰۲۳ [۳۷]	نیمه‌تجربی	۲	بالا	ایران	۸	۱۵	۶۶/۲±۴۳/۰۲	۶۶/۲±۵۳/۳۲
خازنین و همکاران، ۲۰۲۲ [۳۸]	نیمه‌تجربی	۲	کم	ایران	۸	۱۲	۶۵/۴±۵۲/۴۸	۶۶/۲±۴۱/۴۰
پرهیزگار و رضایی، ۲۰۲۴ [۳۹]	نیمه‌تجربی	۲	کم	ایران	۸	۲۰	۷۲/۲±۲۵/۳۳	۷۲/۳±۶۰/۵۹
تی‌بی‌آر و همکاران، ۲۰۰۷ [۴۰]	نیمه‌تجربی	۲	بالا	خارجی	۸	۳۸	نامشخص*	نامشخص
رجب‌پور و همکاران، ۲۰۲۳ [۴۱]	نیمه‌تجربی	۲	کم	ایران	۸	۲۰	نامشخص*	ندارد
ریچه، ۲۰۰۹ [۴۲]	نیمه‌تجربی	۲	کم	خارجی	۸	۱۲	۷۹/۴±۱۳/۵۴	۷۸/۵±۶۵/۱۴
شجاعی و بحیرایی، ۲۰۲۴ [۴۳]	نیمه‌تجربی	۲	کم	ایران	۸	۲۵	۶۷/۷±۶۲/۸۲	۶۶/۶±۸۳/۹۲
رجب‌پور و همکاران، ۲۰۲۳ [۴۴]	نیمه‌تجربی	۲	کم	ایران	۸	۲۰	۶۸/۳±۵۵/۴۳	۶۶/۴±۶۸/۱۹
وارد، ۲۰۱۰ [۴۵]	نیمه‌تجربی	۲	کم	خارجی	۸	۱۰	۷۹/۶±۲۳/۷۶	۷۷/۶±۰۰/۹۳

\*تراساس تعداد و درصد در گروه سنی ذکر شده

سالمند

شناختی مطالعات استفاده شد (جداول شماره ۳، ۴). این مقیاس شامل ۱۱ آیتم است که معیار ۱ آن به اعتبار خارجی یا قابلیت تعمیم یا کاربردی بودن کارآزمایی مربوط می‌شود و معیارهای ۲ تا ۹ اعتبار درونی و معیارهای ۱۰ و ۱۱ اطلاعات آماری کافی برای تفسیرپذیری نتایج را مشخص می‌کنند. معیار ۱ در امتیازدهی محاسبه نمی‌شود و بنابراین در مجموع مقیاس پدرو ۱۰ نمره دارد. نمره ۹ و ۱۰ نشان‌دهنده کیفیت روش شناختی عالی، ۶ تا ۸ خوب، ۴ و ۵ متوسط و کمتر از ۴ نشان‌دهنده کیفیت ضعیف است. قابلیت اطمینان بین ارزیاب‌ها برای آیتم‌های مقیاس پدرو ۰/۳۶ تا ۱/۰۰ کاپا برای آزمایش‌های فیزیوتراپی است. اعتبار هم‌گرا برای نمره کل پدرو از طریق همبستگی با سایر ابزارهای رتبه‌بندی کیفیت پشتیبانی می‌شود؛ به طوری که در مقایسه با مقیاس جداد<sup>۲۴</sup> ضریب همبستگی ۰/۳۵ است [۳۱].

را بررسی کرده بودند. ما کارآزمایی‌های بالینی تصادفی شده و کارآزمایی‌های نیمه‌تجربی را برای ارزیابی اثرات مفید مداخله وارد مطالعه کردیم و از مطالعات مشاهده‌ای (شامل مطالعات کوهورت و موردشاهدی) فقط برای تکمیل ارزیابی استفاده کردیم.

معیارهای خروج: مداخله اجرا شده در مقالات شامل تمرینات فال - پروف در ترکیب با مداخلات دیگر باشد، به صورتی که نتوان تأثیر این رویکرد را به صورت مجزا بررسی کرد، عدم ارائه داده‌های کافی برای محاسبه اندازه اثر در مطالعه، زبان مقاله به جز انگلیسی یا فارسی باشد، عدم دسترسی به متن کامل مقاله پس از ۳ نوبت ایمیل به نویسنده مسئول.

ابزار و روش گردآوری داده‌ها و ارزیابی ریسک سوگیری<sup>۲۳</sup>

از مقیاس پدرو جهت ارزیابی سطح شواهد و کیفیت روش

24. The Jadad Scale

23. Risk of Bias

### خصوصیات فردی شرکت‌کنندگان در مطالعات

تعداد کل شرکت‌کنندگان در ۱۶ مطالعه وارد شده ۴۶۵ نفر بود که ۲۵۵ نفر در گروه تمرینات فال - پروف و ۲۱۰ نفر در گروه کنترل بودند. میانگین و انحراف معیار سنی در مطالعات گروه آزمایش  $60/67 \pm 2/13$  سال و در گروه کنترل  $62/41 \pm 1/87$  سال بود، ولی میانگین سنی در هریک از مطالعات همسان بود. تمام مطالعات مورد بررسی از نوع نیمه تجربی (قبل و بعد) بودند و سطح شواهد نتایج مطالعات براساس مقیاس پدرو (جدول شماره ۳) و نظر توافقی بررسی‌کنندگان از نوع متوسط یا سطح ۲ بود. در همه مطالعات به جز ۲ مطالعه [۳۴، ۳۳] مدت مداخله ۸ هفته و ۳ و جلسه ۴۰ تا ۵۰ دقیقه‌ای بود (جدول شماره ۵).

### خصوصیات مقالات وارد شده

۱۲ مطالعه تمرینات فال - پروف را با گروه کنترل مقایسه کرده بودند. ۲ مطالعه [۴۴، ۴۰] شدت کم با شدت و مدت معمول را بررسی کرده بودند. یک مطالعه [۳۳] تمرینات فال - پروف را با اوتاگو مقایسه کرده بود و ۱ مطالعه [۴۱] گروه سنی را مقایسه کرده بود.

تعداد عملکردی در ۱۴ مطالعه با استفاده از آزمون برگ ارزیابی شده بود (جدول شماره ۶). در این ۱۴ مطالعه براساس نمودار کیفی پراکنش مطالعات به صورت قرینه بود و اکثر مطالعات در قسمت فوقانی نمودار بودند (تصویر شماره ۲) و ایگر تست، معنی دار نبود ( $P=0/237$ )؛ بنابراین سوگیری انتشار وجود نداشت. تعادل ایستا از طریق آزمون حفظ تعادل با چشم باز و بسته در ۴ مطالعه ارزیابی شده بود (جدول شماره ۷). تعادل عملکردی براساس آزمون بلند شدن و رفتن (۸ متر رفت و برگشت) در ۴ مطالعه ارزیابی شده بود (جدول شماره ۸) و ترس از زمین خوردن نیز در ۵ مطالعه با استفاده از مقیاس بین‌المللی اثربخشی زمین خوردن<sup>۲۶</sup> ارزیابی شده بود (جدول شماره ۹).

متاآنالیز داده‌ها، تأثیر تمرینات فال - پروف بر تعادل، تعادل ایستا، تعادل عملکردی و ترس شرکت‌کنندگان از افتادن، در مقایسه با گروه کنترل را نشان داد

آزمون برگ بهبود قابل توجهی در تعادل پویا برای گروه تمرینات فال - پروف نشان داد ( $SMD=5/37$ ،  $95\% CI: 2/56-3/17$ ،  $P=0/001$ ). به‌منظور آنالیز حساسیت، با حذف ۲ مطالعه‌ای که مدت مداخله ۱۲ و ۱۶ هفته‌ای داشتند، نتیجه کلی تغییر نکرد ( $P=0/001$ ،  $P=0/001$ ). در آنالیز زیرگروه‌ها براساس خطر سوگیری، در ۴ مطالعه با خطر سوگیری بالا ( $P=0/001$ ،  $P=0/001$ )،  $SMD=5/69$  و ۹ مطالعه با خطر سوگیری کم ( $P=0/001$ )،  $SMD=5/40$  بود.

جهت بررسی خطر سوگیری از ابزار اصلاح‌شده ریسک سوگیری کاکرین برای کارآزمایی‌های غیرصادفی<sup>۲۵</sup> استفاده شد. این ابزار شامل ۷ حوزه سوگیری است و هر حوزه سوگیری در آن با استفاده از یک‌سری سؤالات کلیدی، بررسی می‌شود. بیشتر سؤالات کلیدی دارای گزینه‌های پاسخ «بله»، «احتمالاً بله»، «احتمالاً خیر»، «خیر» و «قابل ارزیابی نیست» هستند. برخی از سؤالات گزینه‌های پاسخ دیگری دارند (نظیر «ضعیف» و «قوی» یا «بله» یا «خیر») تا به تمایز بین خطر بالاتر و پایین‌تر سوگیری کمک کنند. پس از تکمیل سؤالات سیگنالیگ مربوطه، تفسیر کلی آن‌ها به شرح زیر به دست آمد:

#### خطر کم سوگیری

نگرانی کمی در مورد سوگیری باتوجه‌به این حوزه وجود دارد.

#### خطر متوسط سوگیری

نگرانی‌هایی در مورد سوگیری باتوجه‌به این حوزه وجود دارد، اگرچه مشخص نیست که خطر مهم سوگیری وجود دارد.

#### خطر جدی سوگیری

این مطالعه دارای مشکلات مهمی در این حوزه‌هاست و ویژگی‌های مطالعه منجر به خطر جدی سوگیری می‌شود.

#### خطر بحرانی سوگیری

مطالعه در این حوزه بسیار مشکل‌ساز است: ویژگی‌های مطالعه منجر به یک خطر مهم سوگیری می‌شود، به طوری که نتیجه این مطالعه باید به‌طور کلی از سنتز شواهد مستثنا شوند [۳۲].

### یافته‌ها

در جست‌وجوی پایگاه داده‌ها، مجلات الکترونیک و منابع آن‌ها، ۱۴۱ مقاله به دست آمد. پس از صدور آن‌ها به محیط نرم‌افزار اندنوت نسخه ۲۰۲۵ و حذف موارد تکراری، عناوین و چکیده‌های ۱۰۶ مورد بررسی شد که منجر به انتخاب ۳۲ مقاله واجد شرایط شد که به طور کامل مطالعه شدند. متعاقباً ۱۴ مطالعه به این دلایل حذف شدند: گزارش نکردن پیامدهای انتخاب‌شده (۹ مقاله)، عدم تطابق عنوان و چکیده با نتایج متن (۲ مقاله)، متن مشابه و جابه‌جایی اسامی نویسندگان (۱ مقاله)، عدم دسترسی به متن کامل (۱ مقاله) و گزارش‌های موردی (۱ مقاله). در نهایت، ۱۸ مقاله (۱۵ مقاله مرتبط با تعادل و ۳ مقاله مرتبط با خطر زمین خوردن) به مرحله سنتز وارد شدند و ۱۶ مقاله شرایط متاآنالیز را داشتند (تصویر شماره ۱).

25. The Risk of Bias in Non-randomized Studies – of Interventions, Version 2 (ROBINS-I V2)

26. Falls Efficacy Scale -International (FES-I)

جدول ۷. ارزیابی تعادل ایستا براساس مقیاس حفظ تعادل با چشم باز و بسته / ثانیه

نویسنده/سال	نوع ارزیابی	میانگین $\pm$ انحراف معیار			
		آزمایش		کنترل	
		قبل	بعد	قبل	بعد
علی تبار و همکاران، ۲۰۲۳ [۳۳]	چشم باز	۶/۰۷±۱/۲۳	۱۱/۵۲±۱/۵۶	۷/۲۳±۱/۴۳	۹/۴۴±۲/۲
	چشم بسته	۱۳/۴۴±۲/۲۱	۱۹/۶۶±۱/۵۴	۱۴/۳۸±۱/۲۸	۱۵/۲۹±۲/۴۹
فیروزجاه و فرنیان، ۲۰۲۳ [۳۷]	چشم باز	۱۲/۴±۲/۲۵	۲۰/۶۶±۲/۹۴	۱۳/۳۳±۴/۸۱	۱۳/۲۶±۴/۳۳
	چشم بسته	۱۶/۲±۳/۴۱	۱۶/۲±۴/۶۹	۶/۸۶±۳/۰۴	۷±۳/۳۳
خازنین و همکاران، ۲۰۲۲ [۳۸]	چشم باز	۱۳/۷۲±۱/۹۵	۱۷/۱۹±۱/۲۱	۱۳/۷۹±۱/۷۶	۱۳/۷۴±۱/۷۴
	چشم بسته	۷/۸۲±۰/۸۶	۹/۳۳±۰/۷۵	۷/۷۷±۱/۷۶	۷/۵۲±۱/۱۶
ریچه ۲۰۰۹ [۴۲]	چشم باز	۷/۰۳±۱/۵۵	۸/۷۷±۱/۰۹	۶/۶۶±۰/۹۴	۷/۰۶±۱/۱۸
	چشم بسته	.	.	.	.

\* ارزیابی تعادل با چشم بسته انجام نداده است

سالمند

جدول ۸. ارزیابی تعادل عملکردی براساس آزمون بلند شدن و رفتن / ثانیه

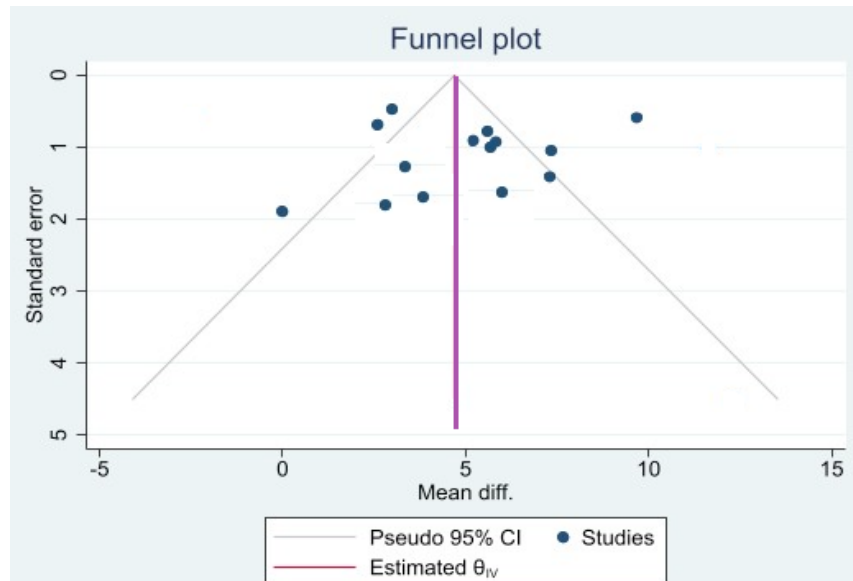
نویسنده/سال	نوع ارزیابی	میانگین $\pm$ انحراف معیار			
		آزمایش		کنترل	
		قبل	بعد	قبل	بعد
هاکنی و همکاران، ۲۰۱۵ [۳۴]	چشم باز	۱۱/۵±۶/۳	۱۰/۸±۶/۱	۱۰/۶±۳	۹/۷±۲/۷
خازنین و همکاران، ۲۰۲۲ [۳۸]	چشم باز	۷/۸۲±۰/۸۶	۹/۳۳±۰/۷۵	۷/۷۷±۱/۷۶	۷/۵۲±۱/۱۶
	چشم بسته	۱۲/۹۳±۳/۰۱	۱۱/۲۱±۲/۳۴	۸/۸۱±۲/۳	۸/۶۵±۲/۸۸
ریچه ۲۰۰۹ [۴۲]	چشم باز	۸/۱۷±۰/۳۲	۶/۸±۰/۲۳	۸/۹±۰/۵۸	۱۰/۹±۰/۸۳

سالمند

جدول ۹. ارزیابی ترس از زمین خوردن

نویسنده/سال	نوع ارزیابی	میانگین $\pm$ انحراف معیار			
		آزمایش		کنترل	
		قبل	بعد	قبل	بعد
آیتزاده و همکاران، ۲۰۲۲ [۲۵]	چشم باز	۳۱/۹۳±۷/۴۷	۱۸/۴±۳/۲۹	۲۹/۰۶±۱/۴۷	۲۶/۵۳±۸/۰۲
رئیس و یساولی، ۲۰۲۱ [۲۸]	چشم باز	۲۳/۰۸±۵/۱	۲۰/۶۶±۴/۳۹	۲۴/۲۸±۴/۸۹	۲۵/۳۴±۴/۱۵
علی تبار و همکاران، ۲۰۲۳ [۳۳]	چشم باز	۳۷/۶۲±۳/۴۷	۱۹/۳۲±۲/۴۴	۴۱/۹۱±۴/۶۸	۳۷/۰۹±۳/۸۳
خازنین و همکاران، ۲۰۲۲ [۳۸]	چشم باز	۳۷/۷۵±۳/۰۷	۲۹/۵۸±۳/۱۷	۳۶/۷۵±۲/۹۵	۳۷/۴۴±۱/۸۷
شجاعی و بحیرایی، ۲۰۲۴ [۴۳]	چشم باز	۲۶/۶۷±۵/۸۸	۲۰/۹۲±۴/۶۶	۲۸/۵۴±۱۰/۳	۲۷/۶۱±۷/۸

سالمند



تصویر ۲. نمودار کیفی (funnel plot) سوگیری انتشار

سالمند

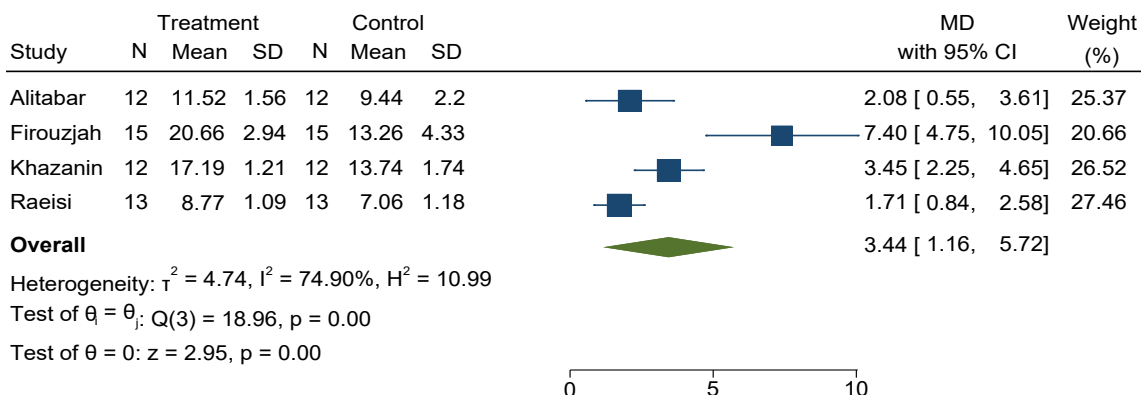
Study	Treatment			Control			MD with 95% CI	Weight (%)
	N	Mean	SD	N	Mean	SD		
Ahmadpour	10	39.01	2.1	10	33.18	2.42	5.83 [ 3.84, 7.82]	8.01
Alitabar	12	20.21	2.2	12	14.54	2.41	5.67 [ 3.82, 7.52]	8.09
Ayatizadeh	12	16.5	1.31	12	13.9	2.42	2.60 [ 1.04, 4.16]	8.22
Ayatizadeh	12	42.58	3.17	12	35.25	2.17	7.33 [ 5.16, 9.50]	7.91
Firouzjah	15	21.23	1.66	15	11.56	1.32	9.67 [ 8.60, 10.74]	8.41
Hackney	12	49.6	4.6	12	49.6	3	0.00 [ -3.11, 3.11]	7.32
Khazanin	12	16.41	1.15	12	13.42	.61	2.99 [ 2.25, 3.73]	8.50
Parhizkar	20	34.6	4.29	20	23	2.1	11.60 [ 9.51, 13.69]	7.96
T. PR	38	72.14	13.7	14	59.87	17.5	12.27 [ 3.21, 21.33]	3.48
Raeisi	13	9.54	1.02	13	12.07	2.68	-2.53 [ -4.09, -0.97]	8.22
Ritchie	12	52.4	2.41	11	45.1	3.49	7.30 [ 4.87, 9.73]	7.76
Shojaei	20	30.4	3.06	20	24.8	2.78	5.60 [ 3.79, 7.41]	8.10
Ward	10	39.01	2.01	10	33.8	2.42	5.21 [ 3.26, 7.16]	8.03
<b>Overall</b>							<b>5.37 [ 3.17, 7.56]</b>	

Heterogeneity:  $\tau^2 = 14.58$ ,  $I^2 = 42.41\%$ ,  $H^2 = 21.79$   
 Test of  $\theta_i = \theta_j$ :  $Q(12) = 259.28$ ,  $p = 0.00$   
 Test of  $\theta = 0$ :  $z = 4.80$ ,  $p = 0.00$

Random-effects REML model

تصویر ۳. نمودار انباشت تعادل در گروه تمرینات فال - پروف و کنترل براساس مقیاس برگ

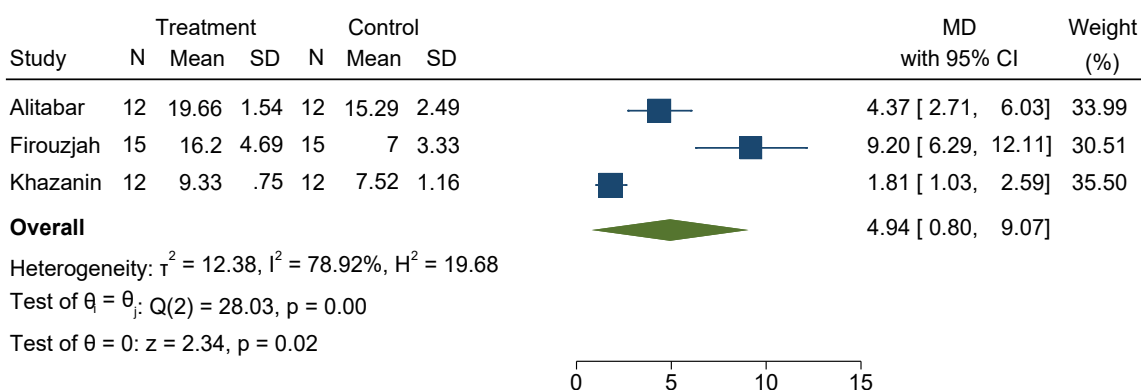
سالمند



Random-effects REML model

تصویر ۴. نمودار انباشت تعادل ایستا با چشم باز در گروه تمرینات فال - پروف و کنترل

سالمند



Random-effects REML model

تصویر ۵. نمودار انباشت تعادل ایستا با چشم بسته در گروه تمرینات فال - پروف و کنترل

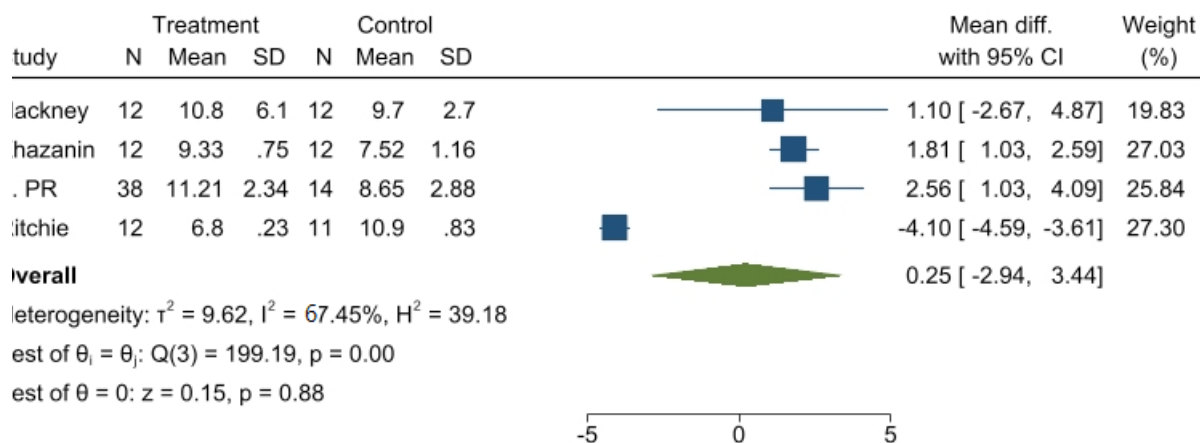
سالمند

بسته در گروه آزمایش افزایش یافت و بهبود قابل توجهی را در تعادل ایستا در مقایسه با گروه کنترل نشان داد ( $P=0/02$ ,  $SMD=4/94$ ,  $95\% CI: 0/07-0/80$ ).

آزمون سرعت بلند شدن و رفتن نتایج بهتری در بیماران که تمرینات فال - پروف انجام داده بودند در مقایسه با گروه کنترل نشان نداد ( $P=0/88$ ,  $95\% CI: 2/44-2/94$ ,  $SMD=0/25$ ). ترس از زمین خوردن و افتادن براساس مقیاس بین‌المللی اثربخشی زمین خوردن در گروه تمرینات فال - پروف در مقایسه با گروه کنترل 9/1 برابر کمتر شد ( $P=0/001$ ,  $SMD=9/10$ ,  $95\% CI: 13/71-4/49$ ) (تصاویر شماره ۳، ۴، ۵، ۶، ۷).

هتروژنیته این دو گروه هم به ترتیب 3/38 و 2/46 درصد بود و براساس متارگرسیون نیز تفاوت معنی‌دار نبود ( $P=0/211$ ,  $meta-es=rob:exp=1/32$ ,  $Se=0/51$ ). همچنین در آنالیز زیرگروه‌ها براساس منطقه، در 4 مطالعه خارجی ایرانی ( $P=0/001$ ,  $95\% CI: 9/43-1/14$ ,  $SMD=5/28$ ) و 9 مطالعه هتروژنیته این دو گروه هم به ترتیب 3/8 و 5/7 درصد بود و براساس متارگرسیون نیز تفاوت معنی‌داری بین مطالعات ایرانی و خارجی وجود نداشت ( $P=0/91$ ,  $se=0/11$ ,  $meta-es=rob:exp=0/82$ ).

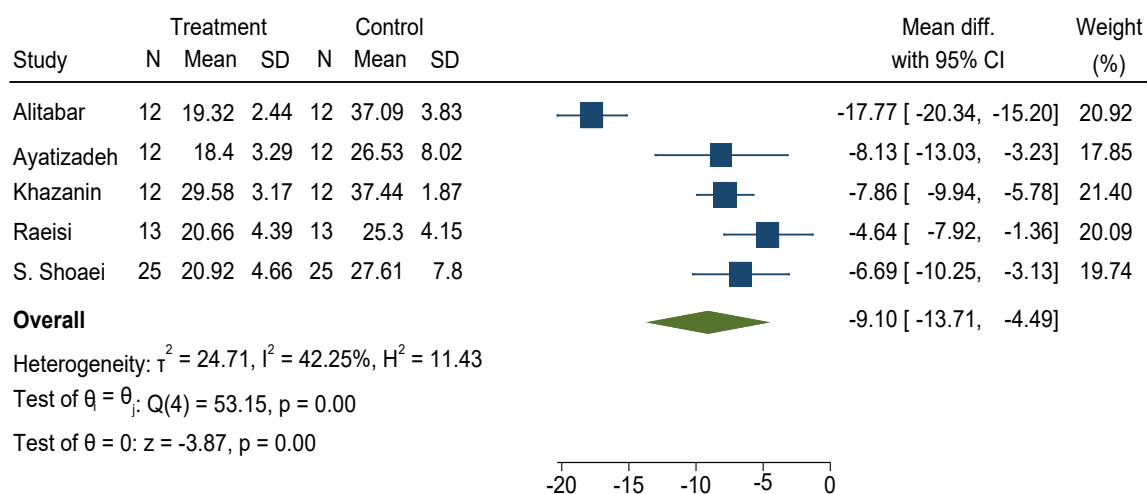
زمان ایستادن با چشم باز به‌طور قابل توجهی در گروه آزمایش افزایش یافت و بهبود قابل توجهی را در تعادل ایستا در مقایسه با گروه کنترل نشان داد ( $P=0/001$ ,  $95\% CI: 5/72-1/16$ ,  $SMD=3/44$ ). همچنین زمان ایستادن با چشم



Random-effects REML model

تصویر ۶. نمودار انباشت زمان بلند شدن و رفتن در گروه تمرینات فال - پروف و کنترل براساس مقیاس بلند شدن و رفتن

برای انجام فعالیت‌های مختلف روزانه، همراه با کاهش ترس



Random-effects REML model

تصویر ۷. نمودار انباشت ترس از افتادن در گروه تمرینات فال - پروف و کنترل براساس مقیاس بین‌المللی اثربخشی زمین خوردن

### بحث

از افتادن منجر شد. در همه مطالعات ذکر شده در این تحقیق، تمرینات فال - پروف منجر به بهبود تعادل و کاهش ترس از زمین خوردن شده بود، اما مقدار این تأثیر در مطالعات مختلف، متفاوت بود. این تفاوت‌ها را می‌توان به اندازه حجم نمونه، میانگین سن و جنسیت غالب شرکت‌کنندگان مرتبط دانست. در کمتر پژوهشی، انجام تمرینات روزمره خانگی نظیر فال - پروف با مطالعات دیگر مقایسه شده است. از طرفی مقایسه آن با تمریناتی نظیر تانگو، به دلیل ماهیت متفاوت آن‌ها، منطقی به نظر نمی‌رسد.

این مرور نظام‌مند با هدف تعیین تأثیر تمرینات فال - پروف بر تعادل و ترس از زمین افتادن در سالمندان انجام شد. نمودار انباشت و متاآنالیز نشان داد انجام تمرینات فال - پروف در مقایسه با گروه کنترل منجر به افزایش معنی‌دار در پارامترهای تعادل نظیر آزمون برگ، تعادل با چشم باز و بسته و کاهش ترس از زمین خوردن می‌شود و تنها افزایش پارامتر آزمون زمان‌بندی شده بلند شدن و رفتن معنی‌دار نبود. در واقع، انجام تمرینات فال - پروف به تعادل بالاتر در شرکت‌کنندگان

یک بررسی نظاممند دیگر [۵۵] نشان داد مداخله ترکیبی شامل مداخلات از راه دور و تمرینات حضوری، اثربخشی بیشتری در کاهش سقوط سالمندان دارند. در یک بررسی مرور نظاممند دیگر مشخص شد بازی‌های شناختی به‌طور قابل توجهی نسبت سقوطها را کاهش نداده و تعادل را بهبود نمی‌بخشد. با وجود این، مداخلات شناختی حرکتی تعاملی می‌تواند به افراد مسن کمک کند تا عملکردهای فیزیکی و شناختی و تعادل را افزایش دهند [۵۶]. در یک مطالعه مروری با عنوان مدیریت تعادل<sup>۲۸</sup> براساس مقیاس تعادل برگ، خطر سقوط در سالمندان را از ۸۰ درصد به ۲۸ درصد کاهش داد [۵۷]. همچنین مشخص شده است که شرکت در برنامه ارتقای سلامت بیگونزا می‌تواند تغییر معنی‌داری در قدرت دست و فعالیت فیزیکی در افراد مسن ایجاد کند، اما بر شانس سقوط، اثر کمتری دارد [۵۸]. در سایر مداخلات نیز هنوز مرور نظام‌مندی انجام نشده است و مطالعات مداخله‌ای نیز نتایج متفاوت و گاه متناقضی ارائه کرده‌اند. حال آنکه در مطالعه ما براساس مقیاس برگ، تعادل سالمندان بیش از ۵ برابر افزایش داشت و خطر سقوط نیز براساس مقیاس بین‌المللی ترس از سقوط بیش از ۹ برابر کاهش یافت؛ بنابراین به نظر می‌رسد تمرینات چالشی فال - پروف با تمرکز بر افزایش عملکرد سیستم‌های حسی حرکتی و شناختی از طریق ۴ بخش شامل کنترل ارادی و غیرارادی مرکز ثقل دریافت حسی، یکپارچگی مهارت‌ها، انتخاب و مقیاس کناری راهبردهای کنترل پاسچر، توسعه انعطاف‌پذیری و سازگاری الگوی راه رفتن موجب بهبود تعادل و کاهش خطر افتادن می‌شود. به‌طور کلی در تمرینات فال - پروف فرض بر این است که چندین سیستم برای کنترل، جهت‌گیری و حرکت باهم همکاری می‌کنند. براساس همین فرض علاوه بر سیستم‌های حسی حرکتی که پایه و اساس کنترل پاسچر هستند، سیستم‌های اسکلتی-عضلانی و شناختی، توانایی فرد را برای دستیابی به یک عمل خاص فراهم می‌کند. این‌گونه می‌توان بیان کرد که وجود مؤلفه‌های به کار گرفته‌شده در برنامه فال - پروف که شامل مؤلفه‌های حس پیکری، وستیبولار، دهلیزی، قدرتی، حفظ و کنترل مرکز ثقل، راهبردهای قامتی و انعطاف‌پذیری است، می‌تواند بر روی سیستم کنترل حرکت اثر بگذارد [۲۴].

گلفرعتی و همکاران (۱۳۹۷) با بررسی تأثیر تمرین‌های ۹ هفته‌ای مقاومتی بر شاخص‌های مرکز فشار مشاهده کردند که تعادل ایستا با چشمان باز بهبود یافت، اما در تعادل ایستا با چشمان بسته تغییر معناداری ایجاد نشد. در تبیین علت عدم معناداری مداخله آن‌ها در تعادل ایستا با چشمان بسته اظهار کردند تمرین‌های مقاومتی فقط بخش کنترل حرکتی تعادل عضلات را تحت تأثیر قرار می‌دهند و به دنبال آن باعث

همسو با نتایج این تحقیق اخیراً برنامه رویکرد سبک زندگی برای کاهش زمین خوردن از طریق ورزش<sup>۲۷</sup> که توسط کلمسون و همکاران گزارش شده است [۴۶] و بر پایه برنامه تمرینی تقویت‌کننده تعادل و تقویت عضلات مبتنی بر سبک زندگی و فعالیت‌های متداول خانه است، نتایج مشابهی نشان داده است. در برخی مطالعات دیگر، تمرینات عمومی مختلفی را برای تعادل وضعیتی، تقویت ثابت [۴۷]، تحمل وزن [۴۸] و تمرین حس عمقی [۴۹] به کار گرفته‌اند که اساساً پروتکل مشخص و ثبت‌شده‌ای ندارند؛ بنابراین مقایسه نتایج این مرور نظاممند با نتایج مطالعات دیگر، دشوار است. اما آنچه مشخص است، افت سیستم‌های عصبی-عضلانی، عضلانی اسکلتی و حسی با افزایش سن موجب می‌شود تا سالمندان برای حفظ کنترل قامت خود دچار مشکل شوند. از طرفی کاهش توده عضلانی و نیز ضعف سیستم‌های حسی (بینایی، حسی پیکری و وستیبولار) باعث کاهش تعادل و عدم ثبات در هنگام راه رفتن و انجام فعالیت‌های روزمره می‌شود [۵۰]؛ بنابراین کاهش اعتماد به تعادل و ترس از افتادن ممکن است به محدودیت بیشتر و اجتناب از فعالیت‌های زندگی روزمره و کاهش عملکرد جسمی و ذهنی در سالمندان شود و این سیکل معیوب به همین صورت ادامه یابد [۵۱].

به‌منظور شکستن این چرخه معیوب، مداخلات مبتنی بر شواهد متعددی نظیر برنامه‌های مدیریت تعادل، بینگوسایز، توانمندسازی در محیط زندگی، ارتقای تناسب اندام، پیشگیری هدفمند از سقوط، مدیریت محیطی سقوط، تناسب اندام و تقویت جسمانی، گام‌های سالم برای سالمندان و گام‌های سالم در حرکت، توسعه یافته‌اند و حتی برخی از این برنامه‌ها، از جمله گام‌های سالم برای سالمندان و گام‌های سالم در حرکت، در تعدادی از کشورها تحت پوشش بیمه قرار گرفته‌اند [۵۲]. برخی از این برنامه‌ها به‌صورت حضوری و برخی به‌صورت مجازی اجرا می‌شوند و از طرفی برخی از این برنامه‌ها به شکل گروه‌های کوچک ۱۰ تا ۱۲ نفری ارائه شده‌اند و برخی دیگر به شکل چهره‌به‌چهره ارائه می‌شوند. آنچه مهم است اینکه یک بررسی نظاممند نشان داد آموزش مجازی و ابزارهای هوشمند، بیش از ۶۶/۶۶ درصد شانس سقوط را کاهش می‌دهند [۵۳]. در یک بررسی نظاممند دیگر نیز ادعا شده است که تمرینات ورزشی هیچ اثر قابل توجهی از خود نشان ندادند، درحالی‌که مداخلات سلامت از راه دور منجر به بهبود تعادل شد. این تناقض شاید به دلیل امکان پیگیری طولانی‌تر و منظم‌تر بیماران و از طرفی اجرای برنامه بدون تداخل با امور روزمره آنان باشد؛ اما نکته مهم آن است که تمرینات مجازی، تنها مقدار اندکی تعادل و خطر سقوط را بهبود می‌بخشد [۵۴].

بلند شدن و رفتن، افزایش داشته است، حال آنکه در مطالعه ریچه [۴۲] کاهش معنی داری ایجاد شده است. بنابراین یکی از دلایل این اختلاف را می توان هتروژنیته بالای این ۴ مطالعه و تأثیر بزرگ مطالعه ریچه دانست. همچنین ناهمگنی، انحراف، عدم دقت و کیفیت روش شناختی پایین نتایج این ۴ مطالعه در حیطه آزمون بلند شدن و رفتن هم از سایر علل تناقض است.

محدودیت این مرور نظام مند شامل ورود مطالعات نیمه تجربی و عدم وجود مطالعات کارآزمایی بالینی تصادفی بود. همچنین در برخی از منابع، از ابزارهای سنجش نامتعارف استفاده شده بود و تعداد کمی از مطالعات، یک برنامه پیشگیری از زمین خوردن را با یک پروتکل استاندارد اجرا کرده بودند.

### نتیجه گیری نهایی

انجام تمرینات فال - پروف به مدت حداقل ۸ هفته و ۳ جلسه ۴۰ تا ۵۰ دقیقه ای به تعادل بالاتر برای انجام فعالیت های مختلف روزانه، همراه با کاهش ترس از زمین خوردن منجر می شود؛ بنابراین انجام تمرینات فال - پروف در منزل، پس از ارزیابی اولیه و آموزش کافی توصیه می شود.

پیشنهاد می شود تأثیر توان بخشی مبتنی بر فال - پروف در سایر بیمارهایی که به اختلال تعادل و زمین خوردن در سالمندان منجر می شوند نظیر بیماران مبتلا به نوروپاتی دیابتی، بیماران مبتلا به سکته مغزی و بیماران مبتلا به هرگونه تحلیل عضلانی بررسی شود. همچنین اجرای این مداخلات در مقیاس بزرگ با پیگیری طولانی تر برای برآورد اثرات بلندمدت تمرینات فال - پروف و مقایسه تمرینات فال - پروف با تمرینات معمول و متداول توصیه می شود.

### ملاحظات اخلاقی

#### پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این مقاله مرور نظام مند می باشد که بر روی نمونه های انسانی و حیوانی انجام نشده است. براین اساس نیاز به کد اخلاق نبود و تمام قوانین اخلاق در پژوهش رعایت شده است. برای انجام این مقاله کد اخلاق از دانشگاه علوم پزشکی اصفهان (IR.MUI.MED.REC.1403.343) اخذ شد.

#### حامی مالی

این پژوهش هیچ گونه کمک مالی از سازمانی های دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

بهبود تعادل می شوند [۵۹]. حفظ تعادل در حالت ایستا با چشمان بسته نیاز فرد را به دیگر اطلاعات حسی (حسی پیکری و وستیبولار) بیشتر می کند و در همین راستا، می توان انتظار داشت تمرینات فال - پروف بر تعادل با چشم باز و بسته تأثیر مثبت داشته باشد. در مطالعه کائو و همکاران (۲۰۰۷) نتیجه گرفتند یک دوره برنامه تمرینی ترکیبی ۱۲ هفته ای بر تعادل ایستای سالمندان اثر معنادار نداشت. دلیل همسو نبودن این تحقیق با پژوهش حاضر می تواند به دلیل تمرکز بیشتر بر مؤلفه تعادلی باشد [۶۰]، چراکه در پژوهش حاضر مبنای تمرین بر انجام تمرین های تعادلی مختلف و افزایش قدرت اندام تحتانی بود. حال آنکه، تمرینات فال - پروف، ابعاد مختلف چندانگانه را درگیر می کند.

مدت مداخله ۱۲ و ۱۶ هفته با نتایج مداخله ۸ هفته تفاوت نداشت. همچنین مطالعات با خطر سوگیری بالا و مطالعات با خطر سوگیری کم، نتایج نسبتاً مشابهی داشتند. مطالعات داخل کشور، اگرچه هتروژنیته بیشتری داشتند، اما در نتیجه کلی و اندازه اثر، تفاوتی با مطالعات انجام شده در خارج از کشور نداشتند. همسو با این نتایج، در پژوهش ترولباد و همکاران، ۸ هفته تمرینات فال - پروف با سطح عملکرد بالا و پایین در سالمندان، تفاوت چندانی نداشت [۴۰]. دلیل احتمالی آن می تواند درگیری چندبعدی و بهبود زنجیره وار عملکرد روزمره در تمرینات فال - پروف و بهبود خودکارآمدی باشد. همچنین هتروژنیته بالاتر مطالعات داخلی را می توان به جامعه آماری مورد مداخله و احتمال استاندارد نبودن روش سنجش پیامدها، ارتباط داد.

ترس از افتادن، براساس ۵ مطالعه، در گروه تمرینات فال - پروف در مقایسه با گروه کنترل، کاهش قابل توجهی داشت و براساس جدول پدرو، نتایج این مطالعات کیفیت بالایی داشت. بنابراین می توان گفت تمرینات فال-پروف اثر پیشگیرانه در کاهش افتادن و احتمال شکستگی دارد. در مقابل، در مطالعه لی و همکاران و مطالعه ژائو و همکاران [۶۱، ۶۲] بین تمامی مداخلات ورزشی و گروه های کنترل در میزان زمین خوردن مکرر تفاوت معنی داری نبود، اما تفاوتی در تعداد زمین خوردن ها در گروه مداخلات ورزشی و گروه های کنترل مشاهده نشد. در توجیه این اختلاف می توان به میانگین سنی شرکت کنندگان، جنسیت شرکت کنندگان و متدولوژی تحقیق اشاره کرد.

در مطالعه حاضر، آزمون سرعت بلند شدن و رفتن نتایج بهتری در بیمارانی که تمرینات فال - پروف انجام داده بودند در مقایسه با گروه کنترل نشان نداد. در حالی که انتظار داشتیم، همراستا با نتایج آزمون برگ، نتایج این آزمون هم معنادار باشد. با نگاهی به مطالعات وارد شده می توان دریافت تنها ۴ مطالعه در این زمینه بررسی شده اند و در ۳ مطالعه، سرعت

### مشارکت نویسندگان

همه نویسندگان به‌طور یکسان در مفهوم و طراحی مطالعه، جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها، تفسیر نتایج و تهیه پیش‌نویس مقاله مشارکت داشتند.

### تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

**References**

- [1] Ghanbari S, Sadeghi H, Amini L, Haghani S. Comparing general health and happiness in elderly women with and without a spouse referring to health centers in Bandar Abbas, Iran, in 2018. *Iran Journal of Nursing*. 2022; 34(133):40-53. [DOI:10.32598/ijn.34.5.4]
- [2] Mohseni R, Gharib Pour A. [Aging inflatable populations and pension funds (Persian)]. *Macroeconomics Research Letter*. 2022; 17(35):39-71. [DOI:10.22080/iejm.2023.25626.1974]
- [3] Teimouri Gholeh Zo V, Alirezai Noghondar F, Taheri HR. The effect of dual task training on sit to stand postural control of elderly women with a history of falling. *Research in Sport Medicine and Technology*. 2020; 18(20):115-26. [Link]
- [4] Howcroft J, Kofman J, Lemaire ED. Review of fall risk assessment in geriatric populations using inertial sensors. *Journal of Neuro-engineering and Rehabilitation*. 2013; 10:1-12. [DOI:10.1186/1743-0003-10-91] [PMID]
- [5] Valipour Dehnou V, Motamedi R. Assessing and comparing of balance and flexibility among elderly men and women in the age group of 60-79 years. *Salmand*. 2018; 13(2):210-21. [DOI:10.32598/sija.13.2.210]
- [6] Iranfar, M. Physical Hazards of Residences and Elderly Fall. *Journal of Safety Promotion and Injury Prevention*. 2017; 5(4):237-42. [Link]
- [7] 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. [DOI:10.32598/RJ.21.3.2084.6]
- [8] Matsumoto A, Yoshimura Y, Nagano F, Shimazu S, Shiraishi A, Kido Y, et al. Potentially inappropriate medications are negatively associated with functional recovery in patients with sarcopenia after stroke. *Aging Clinical and Experimental Research*, 2022; 34(11):2845-55. [DOI:10.1007/s40520-022-02224-7] [PMID]
- [9] Ebad D, Crewther SG. Time for a systems biological approach to cognitive aging?-A critical review. *Frontiers in Aging Neuroscience*. 2020; 12:114. [DOI:10.3389/fnagi.2020.00114] [PMID]
- [10] Ramkhalawansingh R, Keshavarz B, Haycock B, Shahab S, Campos JL. Examining the Effect of Age on Visual-Vestibular Self-Motion Perception Using a Driving Paradigm. *Perception*. 2017; 46(5):566-85. [DOI:10.1177/0301006616675883] [PMID]
- [11] Lambie SH, McIntyre CW. Developments in online monitoring of haemodialysis patients: Towards global assessment of dialysis adequacy. *Current Opinion in Nephrology and Hypertension*. 2003. 12(6):633-8. [DOI:10.1097/00041552-200311000-00010] [PMID]
- [12] O'Sullivan M, Blake C, Cunningham C, Boyle G, Finucane C. Correlation of accelerometry with clinical balance tests in older fallers and non-fallers. *Age and Ageing*. 2009; 38(3):308-13. [DOI:10.1093/ageing/afp009] [PMID]
- [13] Lamp JDS, Beraldo LM, Vieira Dos Santos W, Giacometti da Silva L, Cadore EL, Pietta-Dias C. Acute effects of different proprioceptive neuromuscular facilitation stabilization techniques on the balance of elderly women. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2023; 35:342-7. [DOI:10.1016/j.jbmt.2023.04.054] [PMID]
- [14] Lai Z, Wang R, Zhou B, Chen J, Wang L. Difference in the recruitment of intrinsic foot muscles in the elderly under static and dynamic postural conditions. *PeerJ*. 2023; 11:e15719. [DOI:10.7717/peerj.15719] [PMID]
- [15] Nunes ACL, Jesus-Moraleida FR, Lima POP, Landers MR. Translation, cross-cultural adaptation, and measurement properties of the brazilian-portuguese version of the fear of falling avoidance behavior questionnaire in older Adults. *Journal of Aging and Physical Activity*. 2022; 30(6):1014-23. [DOI:10.1123/japa.2021-0425] [PMID]
- [16] Taguchi CK, Araújo BCL, Santana LS, Santos RVS, Teixeira JP, Silva ARD. Speech therapy's intervention for falling prevention in aging. *CoDAS*. 2021; 33(6):e20200312. [DOI:10.1590/2317-1782/20202020312] [PMID]
- [17] Hernández-Guillén D, Tolsada-Velasco C, Roig-Casasús S, Costa-Moreno E, Borja-de-Fuentes I, Blasco JM. Association ankle function and balance in community-dwelling older adults. *PLoS One*. 2021; 16(3):e0247885. [DOI:10.1371/journal.pone.0247885] [PMID]
- [18] Hamre C, Fure B, Helbostad JL, Wyller TB, Ihle-Hansen H, Vlachos G, et al. Balance and gait after first minor ischemic stroke in people 70 years of age or younger: A prospective observational cohort study. *Physical Therapy*. 2020; 100(5):798-806. [DOI:10.1093/ptj/pzaa010] [PMID]
- [19] Knott S, Hollis A, Jimenez D, Dawson N, Mabbagu E, Beato M. Efficacy of Traditional Physical Therapy Versus Otago-Based Exercise in Fall Prevention for ALF-Residing Older Adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy* (2001). 2021; 44(4):210-8. [DOI:10.1519/JPT.000000000000285] [PMID]
- [20] Myers PS, Harrison EC, Rawson KS, Horin AP, Sutter EN, McNeely ME, et al. Yoga Improves Balance and Low-Back Pain, but Not Anxiety, in People with Parkinson's Disease. *International Journal of Yoga Therapy*. 2020; 30(1):41-8. [DOI:10.17761/2020-D-18-00028] [PMID]
- [21] Sadeghi H, Jehu DA, Daneshjoo A, Shakoor E, Razeghi M, Amani A, et al. Effects of 8 weeks of balance training, virtual reality training, and combined exercise on lower limb muscle strength, balance, and functional mobility among older Men: A randomized controlled trial. *Sports Health*. 2021; 13(6):606-12. [DOI:10.1177/1941738120986803] [PMID]
- [22] Gillespie LD, Robertson MC, Gillespie WJ, Sherrington C, Gates S, Clemson L, et al. Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2012; 2012(9):CD007146. [DOI:10.1002/14651858.cd007146.pub3] [PMID]
- [23] Sherrington C, Whitney JC, Lord SR, Herbert RD, Cumming RG, Close JC. Effective exercise for the prevention of falls: A systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2008; 56(12):2234-43. [DOI:10.1111/j.1532-5415.2008.02014.x] [PMID]
- [24] Rose DJ. Reducing the risk of falls among older adults: The fall-proof balance and mobility program. *Current Sports Medicine Reports*. 2011; 10(3):151-6. [DOI:10.1249/JSR.0b013e31821b1984] [PMID]
- [25] Ayatizadeh Tafti F, Sadeghian Shahi MR, Abedinzadeh Masuleh S, Maleki Nezhad H. The effect of fall-proof exercises on balance, walking speed, cognitive abilities in elderly people with stroke. *Journal of Applied Exercise Physiology*. 2022; 18(35):113-25.

- [26] Khazanin H, Daneshmandi H. Effect of selected fallproof exercise on static and dynamic balance in the elderly. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2020; 9(3):16-26. [Link]
- [27] Mohammad Ali Nasab Firouzjah E, Farnian L. The effect of a fall proof training on balance and fear of falling in older women. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2023; 11(6):988-1001. [DOI:10.32598/SJRM.11.6.11]
- [28] Raeisi Z, Yasavoli SM. [Effects of eight weeks Otago home-based exercises on balance, quality of life and fear of falling in elderly people (Persian)]. *Journal Of Gerontology*. 2022; 6(4):28-41. [Link]
- [29] Sadeghi Sedeh S, Rezaei M, Fatorehchy S, Javaheri J, Sadeghi Sedeh B. Comparison of Dynamic Balance and Lower Limb Muscle Strength in Type 2 Diabetic Patients with Healthy Individuals. *Journal of Clinical Care and Skills*. 2023; 4 (4):175-82. [Link]
- [30] Page MJ, Moher D. Evaluations of the uptake and impact of the preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses (PRISMA) Statement and extensions: A scoping review. *Systematic Reviews*. 2017; 6:1-14. [DOI:10.1186/s13643-017-0663-8] [PMID]
- [31] Paci M, Bianchini C, Baccini M. Reliability of the PEDro scale: comparison between trials published in predatory and non-predatory journals. *Archives of Physiotherapy*. 2022; 12(1):10. [DOI:10.1186/s40945-022-00133-6] [PMID]
- [32] Sterne JAC, Hernán MA, Reeves BC, Savović J, Berkman ND, Viswanathan M, Henry D, Altman DG, Ansari MT, Boutron I, et al. ROBINS-I: a tool for assessing risk of bias in non-randomised studies of interventions. *BMJ*. 2016; 355:i4919 [Link]
- [33] Alitabar A, Mohammad Ali Nasab Firouzjah E, Shabani M. Comparison of the effect of Otago and FALL Proof training programs on balance, ankle proprioception and fear of falling in elderly men with a history of falling. *Studies in Sport Medicine*. 2023; 15(36):123-46. [Link]
- [34] Hackney ME, Hall CD, Echt KV, Wolf SL. Multimodal Exercise Benefits Mobility in Older Adults With Visual Impairment: A Preliminary Study. *Journal of Aging and Physical Activity*. 2015; 23(4):630-9. [DOI:10.1123/japa.2014-0008] [PMID]
- [35] Ahmadpour M, Fouldian J. [Comparing the effectiveness of fall-proof exercises and balance exercises in water with the mindfulness approach on the balance of the elderly (Persian)]. *Development Engineering Conferences Center Articles Database*. 2024; 1(2):1-10. [Link]
- [36] Ayatizadeh Tafti F, Abedinzadeh Masuleh S, Sadeghian Shahi MR, Maleki Nezhad H. The effect of fall-proof training on functional capacities, working memory and Muscle strength of the elderly with stroke. *Journal of Sport and Exercise Physiology*. 2023; 16(2):67-79. [Link]
- [37] Firouzjah EMAN, Farnian L. [The effect of a fall proof training on balance and fear of falling in older women (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2023; 11(6):988-1001. [DOI:10.32598/SJRM.11.6.11]
- [38] Khazanin H, Daneshmandi H, Fakoor Rashid H. Effect of selected fall-proof exercises on fear of falling and quality of life in the elderly. *Iranian Journal of Ageing*. 2022; 16(4):564-77. [DOI:10.32598/sja.2021.3152.1]
- [39] Parhizkar E, Rezaee M. [The impact of high-intensity fall-proof exercises on the balance of elderly men in Mashhad. *Longevity (Persian)*]. 2024; 2(2):60-70. [Link]
- [40] Trueblood PR, Tyner T, Wubenhorst N, Bradley J, Cummings U, Le T, et al. The effects of an eight week Fallproof!™ class comparing high and low functioning participants. *Physical Therapy Japan*. 2007; 34(8):316-27. [DOI:10.15063/rigaku.KJ00004805101]
- [41] Rajabpour P, Shojaei M, Ghasemi A, Molanorouzi K. Effect of Group-based Fallproof Program on Balance and Psychological Health of the Elderly With Different Ages. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2023; 12(3):604-19. [DOI:10.32598/SJRM.12.3.6]
- [42] Ritchie DM. Comparison of two doses of an exercise intervention on mobility and function in older adults. 2009.
- [43] Shoaie HS, Bahiraei S. [The effect of 8 weeks of fall-proof exercises on function and fear of falling in Older adults women with knee osteoarthritis (Persian)]. *Safety Promotion and Injury Prevention*. 2023; 11(3):164-83. [Link]
- [44] Rajabpour P, Shojaei M, Ghasemi A, Molanorouzi K. [The effect of Fallproof group-based training with high and low intensity on balance in the elderly (Persian)]. *Razi Journal of Medical Sciences*. 2023; 30(1):179-92. [Link]
- [45] Ward K. Effectiveness of FallProof home-based DVD program in improving balance, select functional fitness parameters, and balance-related confidence among community-dwelling older adults who have been identified as moderate to high risk of falls [MA thesis]. California: California State University; 2010. [Link]
- [46] Granbom M, Clemson L, Roberts L, Hladek MD, Okoye SM, Liu M, et al. Preventing falls among older fallers: Study protocol for a two-phase pilot study of the multicomponent LIVE LiFE program. *Trials*. 2019; 20(1):2. [DOI:10.1186/s13063-018-3114-5] [PMID]
- [47] Hewitt J, Goodall S, Clemson L, Henwood T, Refshauge K. Progressive Resistance and Balance Training for Falls Prevention in Long-Term Residential Aged Care: A Cluster Randomized Trial of the Sunbeam Program. *Journal of the American Medical Directors Association*. 2018; 19(4):361-9. [DOI:10.1016/j.jamda.2017.12.014] [PMID]
- [48] Smulders E, Weerdesteyn V, Groen BE, Duysens J, Eijssbouts A, Laan R, et al. Efficacy of a short multidisciplinary falls prevention program for elderly persons with osteoporosis and a fall history: A randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2010; 91(11):1705-11. [DOI:10.1016/j.apmr.2010.08.004] [PMID]
- [49] Arnold CM, Faulkner RA. The effect of aquatic exercise and education on lowering fall risk in older adults with hip osteoarthritis. *Journal of Aging and Physical Activity*. 2010; 18(3):245-60. [DOI:10.1123/japa.18.3.245] [PMID]
- [50] Sutter T, Toumi H, Valery A, El Hage R, Pinti A, Lespessailles E. Relationships between muscle mass, strength and regional bone mineral density in young men. *PLoS One*. 2019; 14(3):e0213681. [DOI:10.1371/journal.pone.0213681] [PMID]
- [51] Arghavani H, Zolaktaf V, Lenjannejadian S. Comparing the effects of anticipatory postural adjustments focused training and balance training on postural preparation, balance confidence and quality of life in elderly with history of a fall. *Aging Clinical and Experimental Research*. 2020; 32:1757-65. [DOI:10.1007/s40520-019-01358-5] [PMID]
- [52] Smith ML, Han G. Effectiveness of evidence-based fall prevention programs to reduce loneliness in the United States. *Frontiers in Public Health*. 2024; 12:1459225. [DOI:10.3389/fpubh.2024.1459225] [PMID]

- [53] Liu L, Stroulia E, Nikolaidis I, Miguel-Cruz A, Rios Rincon A. Smart homes and home health monitoring technologies for older adults: A systematic review. *International Journal of Medical Informatics*. 2016; 91:44-59. [DOI:10.1016/j.ijmedinf.2016.04.007] [PMID]
- [54] Chao YY, Scherer YK, Montgomery CA. Effects of using Nintendo Wii™ exergames in older adults: A review of the literature. *Journal of Aging and Health*. 2015; 27(3):379-402. [DOI:10.1177/0898264314551171] [PMID]
- [55] Chan JKY, Klainin-Yobas P, Chi Y, Gan JKE, Chow G, Wu XV. The effectiveness of e-interventions on fall, neuromuscular functions and quality of life in community-dwelling older adults: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Nursing Studies*. 2021; 113:103784. [DOI:10.1016/j.ijnurstu.2020.103784] [PMID]
- [56] Skjæret N, Nawaz A, Ystmark K, Dahl Y, Helbostad JL, Svanæs D, et al. Designing for movement quality in exergames: lessons learned from observing senior citizens playing stepping games. *Gerontology*. 2015; 61(2):186-94. [DOI:10.1159/000365755] [PMID]
- [57] Mohamed Hassan Saleh N, El-Gilany A-H, Noshay Abd El-Aziz Mohamed H, Mahmoud Elsakhly N. Effect of Matter of Balance program on improving balance and reducing fear of falls among community-dwelling older adults. *Egyptian Journal of Health Care*. 2022; 13(1):1106-116. [DOI:10.21608/ejhc.2022.233175]
- [58] Dispennette AK. Effects of Bingocize® on Quality of Life, Fall Risk, and Health Knowledge in Community-Dwelling Older Adults. 2018.
- [59] Rafati AG, Eslami M, Mirdar S. The effect of a nine-weeks training program on the center of pressure indicators with open and closed eyes condition in the elderly male. *Archives of Rehabilitation*. 2018; 19(1):44-53. [DOI:10.21859/jrehab.19.1.44]
- [60] Cao ZB, Maeda A, Shima N, Kurata H, Nishizono H. The effect of a 12-week combined exercise intervention program on physical performance and gait kinematics in community-dwelling elderly women. *Journal of Physiological Anthropology*. 2007; 26(3):325-32. [DOI:10.2114/jpa2.26.325] [PMID]
- [61] Lee SH, Kim HS. Exercise interventions for preventing falls among older people in care facilities: A meta-analysis. *Worldviews on Evidence-Based Nursing*. 2017; 14(1):74-80. [DOI:10.1111/wvn.12193] [PMID]
- [62] Zhao Y, Zhang Y, Tang S. Multi-sensor-based lower limb rehabilitation assistant internet of things system. Paper presented at: 2022 IEEE 5th Eurasian Conference on Educational Innovation (ECEI). 2022 February 12; Taipei, Taiwan. [DOI:10.1109/ECEI53102.2022.9829473]

## پیوست ۱. چک لیست ارزیابی AMSTAR

## Article Name:

Investigating the effect of fall-proof exercises on balance and fall prevention is a high-quality review

1. Did the research questions and inclusion criteria for the review include the components of PICO?

Yes

Yes

Yes

Yes

Yes

Yes

2. Did the report of the review contain an explicit statement that the review methods were established prior to the conduct of the review and did the report

justify any significant deviations from the protocol?

Yes/ Yes/ Yes/ Yes/ Yes

3. Did the review authors explain their selection of the study designs for inclusion in the review?

Yes

Yes

4. Did the review authors use a comprehensive literature search strategy?

Yes

2/12/25, 2:39 PM AMSTAR - Assessing the Methodological Quality of Systematic Reviews

[https://amstar.ca/mascripts/Calc\\_Checklist.php](https://amstar.ca/mascripts/Calc_Checklist.php)  
1/3

Yes

Yes

Yes

Yes

Yes

5. Did the review authors perform study selection in duplicate?

Yes

Yes

6. Did the review authors perform data extraction in duplicate?

Yes

Yes

7. Did the review authors provide a list of excluded studies and justify the exclusions?

Yes

Yes

8. Did the review authors describe the included studies in adequate detail?

Yes

Yes

Yes

Yes

Yes

Yes

9. Did the review authors use a satisfactory technique for assessing the risk of bias (RoB) in individual studies that were included in the review?

RCT

NRSI/ Yes

Yes

Yes

10. Did the review authors report on the sources of funding for the studies included in the review?

Yes

Yes

11. If meta-analysis was performed did the review authors use appropriate methods for statistical combination of results?

RCT

NRSI Yes

Yes

Yes

Yes

Yes

12. If meta-analysis was performed, did the review authors assess the potential impact of RoB in individual studies on the results of the meta-analysis or other evidence synthesis?

Yes

Yes

Yes

13. Did the review authors account for RoB in individual studies when interpreting/ discussing the results of the review?

Yes

Yes

14. Did the review authors provide a satisfactory explanation for, and discussion of, any heterogeneity observed in the results of the review?

Yes

Yes

15. If they performed quantitative synthesis did the review authors carry out an adequate investigation of publication bias (small study bias) and discuss its likely impact on the results of the review?

Yes

Yes

16. Did the review authors report any potential sources of conflict of interest, including any funding they received for conducting the review?

Yes

Yes

This Page Intentionally Left Blank