

Effects of Fall-Proof and Multicomponent Training on Balance Performance, Cognitive Functions, and Reaction Time in Elderly Men

Moslem Tarajian¹, Ali Heyrani²

1. Department of corrective exercises and Motor Behavior, Faculty of Sports Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran.
E-mail: moslem.tarajian@gmail.com
2. Corresponding Author, Department of corrective exercises and Motor Behavior, Faculty of Sports Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran. E-mail: ali.heyrani@gmail.com

Article Info

Article type: Research

Article history:

Received:

3 November 2024

Received in revised form :

9 April 2025

Accepted:

12 April 2025

Published online :

22 December 2025

Keywords:

*Balance Performance,
Cognitive Function,
Elderly,
Fall-proof Training,
Multicomponent Training.*

ABSTRACT

Introduction: Aging, a significant stage of human development, is typically accompanied by substantial changes across all dimensions of growth. These changes, after a slow and gradual period during middle age, accelerate thereafter. Therefore, the present study aimed to investigate the effects of fall-proof and multicomponent exercises on balance performance, cognitive functions, and reaction time in elderly men.

Methods: In this quasi-experimental study, 45 elderly men aged 65 to 75 years were selected through simple random sampling and assigned to three equal groups: a fall-proof training group, a multicomponent training group, and a control group. Data collection was conducted using the Brief Cognitive Status Test, the Balance Performance Scale, and the Reaction Time Test. Data were analyzed using repeated-measures analysis of variance to examine the effect of time (measurement occasions), and one-way analysis of variance was employed to assess between-group differences in the post-test and follow-up test.

Results: According to the findings, the research variables in both training groups showed significant improvement from pre-test to post-test ($p < 0.01$), whereas no such improvement was observed in the control group. The results also indicated significant differences between the means of the two experimental groups and the control group in both the post-test and follow-up stages ($p < 0.01$).

Conclusion: The findings demonstrated that both fall-proof and multicomponent training programs resulted in improvements in cognitive and motor functions among the elderly participants in this study. Therefore, it is recommended that these training programs be utilized as effective and appropriate training methods for elderly individuals in this age group.

Cite this article: Tarajian, M. & Heyrani, A. (2025). Effects of Fall-Proof and Multicomponent Training on Balance Performance, Cognitive Functions, and Reaction Time in Elderly Men. *Journal of Sports and Motor Development and Learning*, 56 (1), 111-132.

DOI: <https://doi.org/10.22059/jsmdl.2025.384659.1808>



Journal of Sports and Motor Development and Learning by the University of Tehran Press is licensed under [CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) | web site: <https://jsmdl.ut.ac.ir/> | Email: jsmdl@ut.ac.ir.

Abstract Extended

Introduction

This study explores the impact of fall-proof and multi-component exercises on cognitive functions in men aged 65 to 75. The research aimed to determine how these types of exercises affect cognitive performance, balance, and the risk of falls. This investigation addresses an important gap in understanding the role of physical activity in promoting cognitive health for older adults.

Cognitive decline is a significant concern for older adults, particularly those aged 65 to 75. Recent studies suggest that physical exercise can help mitigate cognitive deterioration and reduce the risk of falls. This research focuses on two types of exercises: fall-proof exercises, which emphasize safety and stability, and multi-component exercises, which combine strength, balance, and cognitive challenges. Understanding the impacts of these exercises can guide interventions aimed at preserving cognitive health and preventing falls in this demographic.

Methods

A randomized controlled trial was conducted with community-dwelling men aged 65 to 75 years. Participants were divided into two groups: one group performed fall-proof exercises, while the other engaged in multi-component exercise sessions. Each session lasted 60 minutes and took place three times a week for a duration of 12 weeks. Cognitive functions were assessed using standardized tests both before and after the intervention, along with measures of balance and fall risk.

Results

Preliminary findings indicate that both types of exercise significantly improved cognitive functions compared to a control group. Participants in the fall-proof exercise group demonstrated better balance and a reduced fear of falling, while those in the multi-component group showed enhancements in executive functions and overall cognitive performance. Detailed statistical analyses will be presented in Table 1.

Table 1: data analysis in the experimental and control groups in the post-test and follow-up stages

Dependent Variable	Source of Change	Source of Effect	Mean Squares	Degrees of Freedom	F	p Value	Eta Squared
Balance Performance	Within-group Between-group	Time	95/911	2	31/315	<0/001	0/84
		Time*Group	63/209	4	59/108	<0/001	0/79
		Group	50/760	2	05/46	<0/001	0/61
Cognitive Functions	Within-group Between-group	Time	95/911	2	31/315	<0/001	0/84
		Time*Group	63/209	4	59/108	<0/001	0/79
		Group	50/760	2	05/46	<0/001	0/69
Reaction Time	Within-group Between-group	Time	85/654	2	32/426	<0/001	0/64
		Time*Group	72/331	4	49/765	<0/001	0/69
		Group	60/432	2	05/87	<0/001	0/59

Conclusion

Exercise that prevents falls and engages multiple components positively affects cognitive functions in older men. These findings highlight the importance of incorporating physical activity into health strategies for aging.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines: All procedures received approval from the Institutional Review Board, ensuring participant safety and confidentiality. IR.RAZI.REC.1403.047

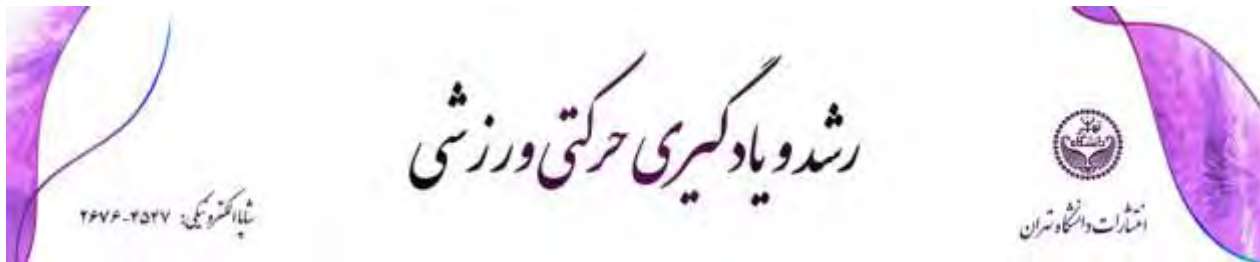
Funding: This study received funding from [specific funding sources].

Authors' contribution: All authors contributed to the study design, data collection, analysis, and manuscript preparation.

Conflict of interest: The authors declare that there are no conflicts of interest related to this study.

Acknowledgments: We deeply appreciate the dedication and support of both participants and staff throughout the research process.

populations to improve cognitive health and minimize fall risks.



آثار تمرینات فال پروف و چندجزئی بر عملکرد تعادلی، کارکردهای شناختی و زمان واکنش سالمندان مرد

مسلم تاراجیان^۱، علی حیرانی^۲

۱. گروه آسیب شناسی ورزشی و رفتار حرکتی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران. رایانامه: moslem.tarajian@gmail.com
۲. نویسنده مسؤل، گروه آسیب شناسی ورزشی و رفتار حرکتی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران. رایانامه: ali.heyrani@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: پژوهشی	مقدمه: دوران سالمندی به عنوان یکی از مراحل مهم رشد انسان، به طور معمول با تغییرات چشمگیر در تمامی ابعاد رشد همراه است که این تغییرات پس از یک دوره کند و تدریجی در دوران میانسالی، شتاب بیشتری می گیرد. بنابراین، هدف از پژوهش حاضر بررسی آثار تمرینات فال پروف و چندجزئی بر عملکرد تعادلی، کارکردهای شناختی و زمان واکنش سالمندان مرد بود.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۱۳	روش پژوهش: در این پژوهش تجربی ۴۵ سالمند مرد در دامنه سنی ۶۵ تا ۷۵ سال به صورت تصادفی ساده انتخاب و به سه گروه مساوی گروه تمرین فال پروف، تمرین چندجزئی و کنترل، تقسیم شدند. گردآوری داده ها با استفاده از آزمون مختصر وضعیت شناختی، مقیاس عملکرد تعادلی و آزمون زمان واکنش انجام شد. برای تحلیل داده ها از آزمون تحلیل واریانس تکراری برای بررسی تأثیر زمان (دفعات اندازه گیری) و از آزمون تحلیل واریانس یکراهه برای بررسی اختلافات میان گروه ها در پس آزمون و آزمون پیگیری استفاده شد.
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۱/۳۰	یافته ها: بر اساس یافته ها، متغیرهای پژوهش در هر دو گروه تمرینی از پیش آزمون به پس آزمون پیشرفت معنادار داشتند ($P < 0.01$)، در حالی که در گروه کنترل چنین نبود. همچنین نتایج حاکی از تفاوت میانگین های دو گروه آزمایشی نسبت به گروه کنترل در مراحل پس آزمون و پیگیری بود ($P < 0.01$).
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۱/۲۳	نتیجه گیری: نتایج نشان داد که هر دوی گروه تمرینات فال پروف و چندجزئی سبب بهبود عملکردهای شناختی و حرکتی در سالمندان پژوهش حاضر شدند. بنابراین، توصیه می شود که این تمرینات به عنوان روش های مفید تمرینی مناسب برای سالمندان این رده سنی، استفاده شود.
تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۱۰/۰۱	کلیدواژه ها: تمرینات فال پروف، تمرینات چندجزئی، سالمندی، عملکرد تعادلی، کارکرد شناختی.

استناد: تاراجیان، مسلم؛ حیرانی، علی (۱۴۰۴). آثار تمرینات فال پروف و چندجزئی بر عملکرد تعادلی، کارکردهای شناختی و زمان واکنش سالمندان مرد. نشریه رشد و یادگیری حرکتی ورزشی (۱۷(۴): ۱۱۱-۱۳۲.

DOI: <https://doi.org/10.22059/jssmdl.2025.384659.1808>

این نشریه علمی رایگان است و حق مالکیت فکری خود را بر اساس لایسنس کپی رایت CC BY-NC 4.0 به نویسندگان واگذار کرده است. تارنما: <https://jssmdl.ut.ac.ir> | رایانامه: jssmdl@ut.ac.ir



ناشر: انتشارات دانشگاه تهران. © نویسندگان.

مقدمه

بنابر دیدگاه‌های مادام‌العمر در حیطة رشد و تکامل حرکتی و اهمیت دوران کهنسالی، روز جهانی سالمند هر ساله در اول اکتبر برگزار می‌شود. روز جهانی سالمند از سال ۱۹۹۰ توسط مجمع عمومی سازمان ملل مطرح شد و به تصویب رسید. در واقع، این روز به منظور افزایش آگاهی افراد در مورد اهمیت سالمندان در جامعه و قدردانی از آنها برگزار می‌شود. منابع معتبر از جمله سازمان بهداشت جهانی^۱، شروع سن سالمندی را ۶۵ سالگی اعلام کرده‌اند (آمری^۲ و همکاران، ۲۰۰۲). بنابر تعریف عام سالمندی یعنی اضمحلال تدریجی در ساختمان و ارگانیکس بدن، که بر اثر دخالت عامل زمان، پیش می‌آید و تغییراتی را در ساختمان و عمل اعضای مختلف بدن به وجود می‌آورد. از منظر تخصصی‌تر کهنسالی افت تدریجی در ابعاد مختلف رشدی نظیر جنبه‌های جسمانی، حرکتی، شناختی و اجتماعی به دلیل از دست رفتن جزئی و یا عمده زیرساخت‌های فیزیکی و فیزیولوژیکی بدن است (آگلینک^۳ و همکاران، ۲۰۲۰؛ باهورکا^۴ و همکاران، ۲۰۱۶). در سال‌های اخیر در کنار بالا رفتن سن امید به زندگی، کاهش تمایل جوانان به ازدواج و یا فرزندآوری، رواج تک‌فرزندگی در بین خانواده‌ها در بسیاری از کشورهای جهان و از جمله ایران، به افزایش جمعیت سالمندان منجر شده است (وانگ، اچ^۵ و همکاران، ۲۰۲۴). افزایش جمعیت سالمندان، به‌طور معمول به معنی افزایش تعداد افراد دارای انواع ناتوانی و یا کم‌توانی است.

یافته‌های پژوهشی حاکی از آن است که این قشر از جامعه در انجام بسیاری از فعالیت‌های عملکردی اساسی نظیر حفظ تعادل، راه رفتن، مراقبت‌های شخصی، تحرک بدنی و سایر جنبه‌های زندگی روزمره با مشکل مواجه‌اند و در حقیقت پس از ۶۵ سالگی همراه با افزایش سن، ناتوانی‌های جسمی به‌صورت پیش‌رونده‌ای، افزایش می‌یابد (آگلینک و همکاران، ۲۰۲۰؛ باهورکا و همکاران، ۲۰۱۶). بنابراین، با توجه به کند شدن فعالیت‌ها و همچنین تضعیف انرژی جسمی و ذهنی، رفتارهای سلامت‌جویانه از جمله خودمراقبتی بهداشتی^۶ محدود می‌شود. به این ترتیب، افزایش سن سبب افزایش وابستگی عملکردی سالمندان در زندگی روزمره به دلیل زوال عملکردهای جسمانی، فیزیولوژیکی، شناختی و عاطفی - اجتماعی می‌شود (جیانفردی^۷ و همکاران، ۲۰۲۵؛ مورمن^۸ و همکاران، ۲۰۱۵). بر این اساس، به منظور حفظ سالمندی سالم در بین قشر سالخورده، رسیدگی به مشکل وابستگی و حمایت از بهبود توانایی عملکردی مهم است (ایزکوئیردو^۹ و کادوره، ۲۰۲۴؛ باهورکا و همکاران، ۲۰۱۶). افراد مسن به دلیل کم‌تحرکی، دچار کاهش عملکرد حرکتی و شناختی می‌شوند. این کاهش عملکرد به دلیل از دست دادن واحدهای حرکتی، کوچک شدن تارهای عضلانی و کاهش یکپارچگی اتصال عصبی-عضلانی است. این تغییرات به ایجاد عضلات کوچک‌تر و کندتر منجر می‌شود و عملکرد حرکتی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (موتانوا^{۱۰} و همکاران، ۲۰۲۴).

با افزایش سن، کارکرد مغز نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد و اختلالات شناختی ایجاد می‌شود. این اختلالات به دلیل تغییرات تحلیل‌رونده در سیستم‌های مغزی است و می‌تواند مشکلات شناختی متنوعی را به وجود آورد (مورمن و همکاران، ۲۰۱۵). افزایش زمان واکنش به محرک‌های محیطی نیز از پیامدهای پیری است که می‌تواند عواقب خطرناکی داشته باشد. این تأخیر به دلیل تغییر در توانایی پردازش محرک‌ها و آماده‌سازی حرکات است، نه افزایش تردید در پاسخگویی (هاردویک^{۱۱} و همکاران، ۲۰۲۲). افزایش جمعیت سالمندان نشان‌دهنده لزوم طراحی و برنامه‌ریزی مناسب برای اقدامات حمایتی در تمامی ابعاد اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی از سوی سیاستگذاران کشور است، بی‌شک طراحی برنامه‌های مناسب بهداشتی، درمانی و توانبخشی در این میان از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. تمرینات ورزشی می‌توانند

1. World health organization (WHO)

2. Ameri

3. Agelink

4. Bahureksa

5. Wang

6. Health self care

7. Gianfredi

8. Murman

9. Lzquierdo

10. Motanova

11. Hardwick

به توسعه یا بهبود ظرفیت کار بدنی در افراد مسن کمک کنند. بنابراین، تشویق به فعالیت بدنی و ورزش منظم برای سالمندان بسیار مهم است تا از کاهش عملکرد جسمی و شناختی جلوگیری شود و کیفیت زندگی آنها بهبود یابد (مورمن و همکاران، ۲۰۱۵). همچنین ارتباط قوی بین عملکرد شناختی و خطر افتادن وجود دارد و افزایش زمان واکنش به عنوان یکی از مهم‌ترین شاخص‌های تغییرات در سیستم عصبی مرکزی شناخته شده است (هاردویک و همکاران، ۲۰۲۲). از طرفی، افراد سالمند به سبب برخی محدودیت‌های موجود از نظر فیزیولوژیکی، جسمانی و حرکتی قادر به انجام هر نوع فعالیتی نیستند؛ بنابراین، ضرورت برنامه‌ریزی مناسب برای تمرینات با توجه به وضعیت بدنی آنها نمود بیشتری می‌یابد (القحطانی^۱ و همکاران، ۲۰۱۹). با مرور ادبیات موجود در خصوص آثار ورزش و فعالیت بدنی بر عوارض ناشی از افزایش سن، می‌توان گفت که ورزش و تمرین بدنی تغییرات جسمانی مرتبط با افزایش سن را تعدیل کرده (کابو^۲ و همکاران، ۲۰۲۲)، از آتروفی عضلانی جلوگیری کرده (ایزکوئیردو و همکاران، ۲۰۲۴) و تناسب قلبی-تنفسی و عملکرد شناختی را حفظ می‌کند (کاروالیو^۳ و همکاران، ۲۰۱۴). همچنین فعالیت متابولیک را افزایش می‌دهد و استقلال عملکردی را تثبیت می‌کند (لاباتا-لزائون^۴ و همکاران، ۲۰۲۳). یکی از روش‌های تمرینی، تمرینات چندجزئی یا ترکیبی است که از ترکیب حداقل سه نوع تمرین، مانند تمرین قدرتی، هوازی، تعادل، هماهنگی و انعطاف‌پذیری مشخص می‌شود (ایزکوئیردو و همکاران، ۲۰۲۴). برخلاف مداخلات منفرد که بر رویکردهای تک‌هدف تکیه دارند، مداخلات چندجزئی رویکردهای چندبعدی هستند که دو یا چند راهبرد مداخله را ترکیب می‌کنند (پولی^۵ و همکاران، ۲۰۲۴). تأکید شده است که مداخلات چندجزئی شامل قدرت، تحرک، راه رفتن، تعادل و عملکرد بدنی، راهبردهای مؤثرتری برای بهبود عملکرد بدنی سالمندان نسبت به مداخلات منفردند (لاباتا-لزائون و همکاران، ۲۰۲۳).

تمرینات فال پروف (پیشگیری از سقوط) دسته دیگری از تمرینات هستند که از یک رویکرد چندبعدی برای ارزیابی و درمان مشکلات مربوط به تعادل استفاده می‌کنند (هاور^۶ و همکاران، ۲۰۱۲). برنامه تمرینات فال پروف می‌تواند به کاهش خطر سقوط کمک کند. فعالیت بدنی منظم می‌تواند از طرق مختلف به سالمندان کمک کند. برای افراد مسن‌تر، برنامه‌های فعالیت بدنی که سیستم بینایی و دهلیزی را به چالش می‌کشند، به آنها کمک می‌کنند تا جبران یا بازآموزی این حواس را یاد بگیرند (القحطانی و همکاران، ۲۰۱۹). تعادل و تمرینات وضعیتی سبب کاهش نوسانات وضعیتی، بهبود سیستم‌های حسی و کاهش خطر افتادن می‌شود (دوآرته^۷ و همکاران، ۲۰۲۲). نتایج فراتحلیل لاباتا-لزائون و همکاران (۲۰۲۳) نشان داد که تمرین چندجزئی می‌تواند هم سرعت راه رفتن و هم قدرت اندام فوقانی را در افراد مسن سالم بهبود بخشد و آنها را از عوارض جانبی مانند شکستگی‌های ناشی از پوکی استخوان محافظت کند. علاوه بر این، چورتانه^۸ و همکاران (۲۰۲۲) تمرین چندجزئی را با سایر انواع تمرین مقایسه کردند و نتایج بهتری برای تمرین چندجزئی در بهبود شاخص‌های مختلف سلامتی یافتند. بک^۹ و همکاران (۲۰۲۲) نیز در پژوهشی نشان دادند که انجام فعالیت‌های ساختاریافته می‌تواند موجب کاهش اختلالات روانشناختی و بهبود سلامت جسمی و حرکتی شود.

پژوهش‌ها نشان داده‌اند که توان عضلات نقش عمده‌ای در حفظ تعادل و ثبات در مرحله سکون راه رفتن افراد سالمند ایفا می‌کند (کریستوفولتی^{۱۰} و همکاران، ۲۰۰۸). بنابراین، کاهش توده عضلانی و همچنین ضعف سیستم حسی-حرکتی موجب کاهش تعادل و ثبات در هنگام راه رفتن می‌شود. از این رو، به کارگیری روش‌های درمانی مناسب برای بهبود تعادل و کنترل پاسچر به منظور پیشگیری از خطر زمین خوردن ضروری است (سایوکانگاس^{۱۱} و همکاران، ۲۰۲۴). تحقیقات متعددی آثار این دو روش تمرینی را جداگانه بر برخی متغیرها

1. Alqahtani

2. Cabo

3. Carvalho

4. Labata-Lezaun

5. Poli

6. Hauer

7. Duarte

8. Chortane

9. Baek

10. Christofolletti

11. Savikangas

در دوران سالمندی بررسی کرده‌اند (داسیلوا^۱ و همکاران، ۲۰۲۳؛ وانگ، اچ و همکاران، ۲۰۲۴). اما نتایج پژوهش‌ها در بررسی ادبیات پیشینه ناهمگون و متناقض است و تحقیقات بسیار کمی آثار تمرینات فال پروف و تمرینات چندجزئی را به‌طور همزمان بر متغیرهای عملکرد تعادلی، شناختی و زمان واکنش مقایسه کرده‌اند.

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و از نظر جمع‌آوری داده‌ها مطالعه آزمایشی با طرح پیش‌آزمون پس‌آزمون و پیگیری یک‌ماهه با گروه کنترل بود.

جامعه آماری پژوهش، شامل تمامی سالمندان ۶۵ تا ۷۵ سال ساکن شهر دلفان بود. در این پژوهش از بین سالمندان شهرستان دلفان با توجه به معیارهای ورود به پژوهش، ۴۵ سالمند سنی ۶۵-۷۵ سال، به روش تصادفی ساده انتخاب شدند. تعیین حجم نمونه بر اساس توان آزمون، از نرم‌افزار جی‌پاور بر اساس اندازه اثر و توان آزمون برای تعیین حجم نمونه استفاده شد. حجم نمونه با نرم‌افزار جی‌پاور^۲ به‌صورت آنلاین در سایت جی‌پاور آپانیک^۳ محاسبه شد. معیارهای ورود به پژوهش شامل موارد زیر بود: شرکت‌کنندگان باید مرد باشند و در دامنه سنی ۶۵ تا ۷۵ سال قرار داشته باشند. همچنین تمامی افراد باید سالم و بدون سابقه بیماری خاص بوده و هیچ‌گونه مشکلات حرکتی که مانع از انجام فعالیت‌های موردنظر شود، نداشته باشند. معیارهای خروج شامل شرکت نامنظم در جلسات تمرین، ابتلا به بیماری یا آسیب‌دیدگی که مانع از ادامه تمرینات شود، شرکت در فعالیت‌های دیگر که ممکن است بر مداخلات تمرینی تأثیرگذار باشد، و عدم تمایل به ادامه همکاری در پژوهش به هر دلیل بود. این معیارها به‌منظور اطمینان از یکپارچگی و دقت نتایج پژوهش تعیین شدند. به‌منظور کسب اطلاعات در مورد وضعیت کلی سلامت، سبک زندگی و الگوهای فعالیت جسمانی افراد سالمند، از پرسشنامه فعالیت و سلامت فال پروف استفاده شد. این پرسشنامه شامل ۲۲ سؤال بود که علاوه بر آگاهی از بیماری‌ها، آسیب‌ها و داروهای مصرفی افراد، سه سؤال در زمینه الگوهای فعالیت جسمانی و تمرینی (سوالات ۱۹ تا ۲۱) نیز ارائه می‌داد. برای مثال، تعداد دفعات خروج از خانه در هفته، میزان فعالیت جسمانی منظم که سبب افزایش تنفس، ضربان قلب یا تعریق می‌شود و سرعت قدم زدن در صورت داشتن برنامه پیاده‌روی، همچنین سابقه زمین خوردن با استفاده از این پرسشنامه به‌دست آمد.

اطلاعات مهم مانند توانایی عملکردی نیز با استفاده از مقیاس عملکرد جسمانی ترکیبی بررسی شد. این مقیاس شامل ۱۲ آیتم بود که برای ارزیابی دامنه گسترده درک فرد از توانایی‌های خود در انجام فعالیت‌های روزانه طراحی شده بود. از افراد خواسته شد تا توانایی خود را برای انجام فعالیت‌ها با نشان دادن گزینه‌های «می‌توانند انجام دهند»، «می‌توانند با مشکل انجام دهند» یا «نمی‌توانند انجام دهند» ارزیابی کنند. اگر شرکت‌کنندگان گزارش دهند که در ۱۲ ماه گذشته زمین خورده‌اند، از آنها خواسته شد که ماهیت و موقعیت سقوط را شرح دهند و نوع درمان پزشکی خود را مشخص کنند. افرادی که به‌تنهایی قادر به انجام ۱۲ فعالیت بودند، دارای کارکرد و عملکرد بالا در نظر گرفته می‌شدند، درحالی‌که افرادی که بدون مشکل تنها شش فعالیت یا کمتر (۱۲ امتیاز یا کمتر) را انجام می‌دادند، به‌عنوان افراد با عملکرد پایین لحاظ می‌شدند (رز، ۲۰۱۱).

¹². Da Silva

². G*Power

³. g-power.apponic

⁴. Rose

ابزار

آزمون مختصر وضعیت شناختی^۱: ابزاری است که برای شناسایی اختلالات شناختی در سالمندان با اختلالات خفیف استفاده می‌شود. این آزمون توسط فولستاین در سال ۱۹۹۷ طراحی شده و شامل ۱۱ سؤال است که به ارزیابی کارکردهای مختلف شناختی می‌پردازد. این کارکردها شامل جهت‌یابی (۱۰ نمره)، حافظه فوری (۳ نمره)، توجه و محاسبه (۵ نمره)، یادآوری (۳ نمره)، مهارت‌های زبانی (۸ نمره) و تفکر دیداری-فضایی (۱ نمره) است. حداکثر نمره‌ای که می‌توان در این آزمون کسب کرد ۳۰ است. نمرات بین ۲۱ تا ۲۴ نشان‌دهنده اختلال شناختی خفیف، نمرات بین ۱۰ تا ۲۰ نشان‌دهنده اختلال شناختی متوسط و نمرات کمتر از ۹ به معنای اختلال شناختی شدید است. در تحقیق سیدیان و همکاران (۱۳۸۶) ضریب آلفای کرونباخ برای کل آزمون برابر با ۰/۸۱ بود و همچنین حساسیت آن ۹۰ درصد و اختصاصیت آن ۹۳/۵ درصد گزارش شد. همچنین فروغان و همکاران (۱۳۸۵) در بررسی روایی این آزمون در سالمندان تهرانی نشان دادند که آزمون دارای روایی رضایت‌بخش با ضریب اعتبار ۰/۷۸ است و حساسیت آن نیز ۹۰ درصد و ویژگی آن ۸۴ درصد بود. این محققان نمره ۲۱ را به‌عنوان نقطه برش برای تشخیص اختلالات شناختی معرفی کردند.

آزمون عملکرد فیزیکی کوتاه^۲ شامل سه جزء است: تست تعادل، تست سرعت راه رفتن و تست پایه صندلی. این اجزا برای یک فیزیوتراپیست برای ارزیابی تحرک عملکردی اندام تحتانی افراد مسن مفیدند. این اجزا عبارت‌اند از: تست تعادل برای ارزیابی توانایی فرد در حفظ تعادل در شرایط مختلف طراحی شده است. تست‌های مختلفی برای سنجش تعادل وجود دارد که شامل تست رمبرگ، ایستادن با پاهای نزدیک به هم و بستن چشم‌ها؛ تست فلامینگو؛ ایستادن روی یک پا و حفظ تعادل؛ تست ستاره؛ حرکت دادن پای آزاد در جهات مختلف از مرکز است. این تست‌ها به فیزیوتراپیست در ارزیابی توانایی‌های حرکتی و تعادلی بیمار کمک می‌کنند. تست سرعت راه رفتن به بررسی سرعت و هماهنگی حرکات هنگام راه رفتن می‌پردازد. به‌طور معمول فرد باید مسافتی مشخص را با سرعت معمولی خود طی کند. زمان ثبت‌شده می‌تواند نشان‌دهنده سطح تحرک و خطر افتادن باشد. تست پایه صندلی شامل نشستن روی صندلی، بلند شدن، راه رفتن تا مسافتی مشخص، و بازگشت به صندلی است. هدف این آزمون ارزیابی قدرت عضلانی و توانایی حرکتی فرد در انجام فعالیت‌های روزمره است.

آزمون‌های برخاستن و راه رفتن زمان‌دار^۳، مقیاس تعادل برخاستن و راه رفتن زمان‌دار به‌گونه‌ای طراحی شده است که به ابعاد مختلف تعادل ایستا و پویا طی انجام فعالیت‌های کارکردی روزمره و قابلیت انجام آزمون در سطوح دشواری مختلف می‌پردازد. این آزمون توسط ماتیس و همکاران (۱۹۸۶) به‌عنوان روشی سریع برای تعیین مشکلات تعادل مؤثر بر مهارت‌های حرکتی زندگی روزمره سالمندان طراحی شد. هانگ و همکاران نشان دادند که پایایی زمانی این آزمون بالا بوده و ضریب همبستگی درونی آن ۰/۸ است. این آزمون شامل سه مرحله است: برخاستن از صندلی، سه متر راه رفتن، چرخیدن و برگشتن. زمان اجرای آزمون به‌وسیله زمان‌سنج اندازه‌گیری خواهد شد. از هنگامی که آزمودنی حاضر بودن خود را اعلام کند، زمان‌سنج شروع به کار می‌کند و در برگشت، هنگامی که پشت آزمودنی با صندلی برخورد کند، زمان‌سنج متوقف می‌شود. **اصلاح‌خانی^۴ و همکاران (۲۰۱۵)** آزمون برخاستن و راه رفتن زمان‌دار را از نظر اعتبار سازه (تفاوت گروهی، روایی بالینی و رشدی)، آلفای کرونباخ (۰/۸۱) و ثبات زمانی (۰/۹۸) قابل قبول ارزیابی کردند. از دستگاه زمان‌سنج واکنش چند انتخابی (مدل ۶۳۰۳۵، شرکت لافایات) به‌منظور برآورد زمان واکنش استفاده خواهد شد. این دستگاه شامل یک جعبه است که تجهیزات و کلیدهای کنترل روی آن تعبیه شده است. همچنین صفحه نمایشگر اعداد روی دستگاه نصب شده که زمان واکنش را با دقت یک‌هزارم ثانیه مشخص

^۱. Mini = MMSE Examination State Mental

^۲. The Short Physical Performance Battery

^۳. Timed Up and Go Test (TUG)

^۴. Aslankhani

می‌کند. آزمونگر تلاش‌های ارائه‌شده در این تحقیق را ۳۰ مرتبه در سه نوبت با فاصله زمانی یک دقیقه استراحت تکرار می‌کند. هر بار زمان واکنش انتخابی آزمودنی‌ها توسط آزمونگر ثبت خواهد شد و در صورت فشار دادن کلید غلط، آن کوشش تکرار می‌شود.

پرسشنامه سلامت و فعالیت، این پرسشنامه شامل ۲۲ سؤال بود که علاوه بر آگاهی از بیماری‌ها، آسیب‌ها و داروهای مصرفی افراد، سه سؤال در زمینه الگوهای فعالیت جسمانی و تمرینی (سوالات ۱۹ تا ۲۱) نیز ارائه می‌داد. برای مثال تعداد دفعات خروج از خانه در هفته، میزان فعالیت جسمانی منظم که سبب افزایش تنفس، ضربان قلب یا تعریق می‌شود و سرعت قدم زدن در صورت داشتن برنامه پیاده‌روی، همچنین سابقه زمین خوردن نیز با استفاده از این پرسشنامه به دست آمد. اطلاعات مهم مانند توانایی عملکردی نیز با استفاده از مقیاس عملکرد جسمانی ترکیبی بررسی شد. این مقیاس شامل ۱۲ آیتم بود که برای ارزیابی دامنه گسترده درک فرد از توانایی‌های خود در انجام فعالیت‌های روزانه طراحی شده بود. از افراد خواسته شد تا توانایی خود را برای انجام فعالیت‌ها با نشان دادن گزینه‌های «می‌توانند انجام دهند»، «می‌توانند با مشکل انجام دهند» یا «نمی‌توانند انجام دهند» ارزیابی کنند. اگر شرکت‌کنندگان گزارش دهند که در ۱۲ ماه گذشته زمین خورده‌اند، از آنها خواسته شد که ماهیت و موقعیت سقوط را شرح دهند و نوع درمان پزشکی خود را مشخص کنند. افرادی که به تنهایی قادر به انجام ۱۲ فعالیت بودند، دارای کارکرد و عملکرد بالا در نظر گرفته می‌شدند، در حالی که افرادی که بدون مشکل تنها شش فعالیت یا کمتر (۱۲ امتیاز یا کمتر) را انجام می‌دادند، به عنوان افراد با عملکرد پایین لحاظ می‌شدند (رز، ۲۰۱۱).

برنامه تمرینی فال پروف^۱ توسط دکتر دبرا رز^۲، در مرکز پیری^۳ دانشگاه فولرتون آمریکا ایجاد شده است. این برنامه ورزشی خانگی دارای سه سطح مختلف است: این سطح شامل تمرینات ساده تعادل، قدرت و انعطاف‌پذیری برای افراد مسن است که مشکلات حرکتی شایان توجهی را تجربه می‌کنند و فعالیت‌های روزانه آنها را محدود می‌کند. این تمرینات شامل فعالیت‌های نشسته با برخی تمرینات ایستاده است. این برنامه برای افرادی که در سطح ۱ تسلط دارند، چالش بالاتری ارائه می‌دهد و شامل فعالیت‌های نشسته و ایستاده است. این سطح بالاترین برنامه چالش برای بزرگسالان مسن‌تر است که در سطوح ۱ و ۲ تسلط دارند و اغلب شامل فعالیت‌های ایستاده است. این برنامه شامل مجموعه‌ای از تمرینات چندحسی (بینایی، وستیبولار، حسی پیکری)، کنترل مرکز ثقل، راهبردهای قامتی و تمرینات قدرتی است که شامل رفتن روی پنجه و پاشنه، باز کردن و خم کردن زانو، نزدیک کردن ران و دور کردن ران می‌شود (رز، ۲۰۱۱). پیشرفت تمرینات با توجه به اصل اضافه بار و شرایط افراد تغییر می‌کند. برای متنوع بودن تمرینات و ایجاد انگیزه در سالمندان، شکل تمرینات در هر سطح تغییر خواهد کرد. هدف اصلی تمرین باید رعایت شود. هر سطح شامل دو هفته خواهد بود که تمرینات چندحسی و کنترل مرکز ثقل در هفته دوم با توجه به شرایط افراد و میزان چالش آن افزایش پیدا می‌کند. تمرینات استراتژی قامتی در سطح ۲ برنامه گنجانده خواهد شد به این صورت که در هفته‌های سوم و چهارم تمرینات استراتژی مچ پا، در هفته‌های پنجم و ششم استراتژی مفصل ران و در هفته‌های هفتم و هشتم تمرین استراتژی گام برداشتن ارادی و غیرارادی قرار خواهد گرفت. در بخش دیگر، تمرینات قدرتی که شامل تمرینات اندام تحتانی می‌شود، در هر سطح با توجه به اصل اضافه بار پیشرفت می‌کند. پیشرفت آن با افزایش مقدار وزنه، افزایش تعداد تکرار و ست‌های تمرین و استفاده یا عدم استفاده از ابزار کمکی انجام می‌شود. این برنامه طوری طراحی شده است که به صورت جلسات ۶۰ دقیقه‌ای، دو بار در هفته، در یک دوره دوازده هفته‌ای انجام شود. تمرینات با ۱۰ دقیقه گرم کردن و حرکات کششی آغاز خواهد شد. بدنه اصلی تمرینات شامل ۲۵ دقیقه تمرینات قدرتی پایین تنه و ۲۵ دقیقه تمرینات تعادلی چندحسی (بینایی، وستیبولار، حسی پیکری)، کنترل مرکز ثقل و استراتژی‌های قامتی تشکیل می‌دهد. این تمرینات شامل کنترل مرکز ثقل، تقویت چندحسی، بهبود راهبردهای قامتی، تنوع و بهبود الگوی

۱. FallProof™ Balance and Mobility Training Program

۲. Debra Rose

۳. Center for Successful Aging

گام برداری، تقویت قدرت و استقامت و همچنین تمرینات انعطاف پذیری است. این تمرینات جامع به منظور بهبود تعادل و حرکت در سالمندان طراحی شده‌اند. با استفاده از تمرینات انعطاف‌پذیری می‌توان دامنه حرکتی مفاصل و عضلاتی را که برای تعادل و تحرک لازم‌اند، افزایش داد. برای گرم کردن بدن قبل از انجام تمرینات فال پروف از تمرینات کششی پویا و فعالیت‌های کشش ایستا استفاده می‌شود تا دمای بدن و عضلات در بالاترین حالت قرار گیرد. برای سرد کردن بدن نیز از تمرینات کم‌حرارتی استفاده می‌شود. در این تمرینات، شرکت‌کنندگان تمامی حرکات را با حرکاتی آرام و کنترل‌شده انجام می‌دهند. تمرینات کنترل مرکز ثقل شامل برنامه‌ای است که توانایی افراد سالمند را در حفظ وضعیت عمودی بدن در حالت نشسته و ایستاده، دور شدن یا نزدیک شدن به وضعیت آغاز حرکت و کنترل قامت امکان‌پذیر می‌سازد. این تمرینات سبب بهبودی شاخص‌های منتخب آمادگی جسمانی و مهارت‌های حرکتی مانند استقامت هوازی، قدرت، توان، هماهنگی و انعطاف‌پذیری می‌شود که برای داشتن تعادل و تحرک مناسب لازم است. تمرینات چند حسی به منظور افزایش توانایی افراد مسن در استفاده از اطلاعات حسی برای کنترل تعادل و بهبود هماهنگی حرکات چشم و سر طراحی شده‌اند. این تمرینات از دستگاه حسی-پیکری برای دستکاری اطلاعات حسی استفاده می‌کنند و با دستکاری هر دو دستگاه بینایی و حسی-پیکری بهبود می‌بخشند. همچنین هماهنگی بین دستگاه‌های دهلیزی و بینایی را افزایش می‌دهند. تمرینات بهبوددهنده الگوی گام برداری به سالمندان کمک می‌کنند تا یک الگوی گام برداری کارآمد، منعطف با نیازهای محیطی و تکلیف به‌دست آورند. این تمرینات شامل آموزش سالمندان برای شروع و توقف سریع، راه رفتن با گام‌های بلندتر یا کوتاه‌تر، و چرخش در جهات مختلف است. این تمرینات با تغییر خصوصیات زمانی و فضایی الگوی گام برداری سالمندان را انعطاف‌پذیرتر می‌کنند. تمرینات قدرتی و استقامتی برای افزایش قدرت و توان عضلات در تمرینات تعادلی سالمندان گنجانده می‌شود. حفظ قدرت و استقامت عضلات برای تعادل، تحرک و پایداری قامت بسیار اهمیت دارد. در برنامه تمرینی قدرتی از دمبل‌های دوکیلوگرمی، کش مقاومتی و توپ سبک استفاده شده است.

برنامه تمرینی چند جزئی برای بهبود قدرت، استقامت و تعادل برای افراد مسن طراحی شده است و مطابق با نسخه ورزش برای سالمندان^۱ (باک ۲ و همکاران، ۲۰۲۲) و دستورالعمل‌های کالج پزشکی ورزشی آمریکا^۲ و کتابچه راهنمای آموزشی مربی تناسب‌اندام طراحی شده است (فیاض^۴ و همکاران، ۲۰۱۷). برنامه تمرینی به سه مؤلفه (تمرین هوازی، تمرین مقاومتی و تمرین تعادل) طبقه‌بندی شد همه شرکت‌کنندگان همیشه با گرم کردن (۵-۱۰ دقیقه) و سپس تمرین هوازی درحالی‌که روی یک صندلی نشسته بودند، حدود ۱۵ دقیقه شروع کردند. ابتدا در ۴۰ درصد حداکثر ضربان قلب به تدریج به ۶۵٪ افزایش می‌یابد، که شامل حرکت پا، چرخاندن دست، ضربه زدن و کف زدن، خم شدن به پهلو و بالا بردن دست می‌شود. در بخش دوم تمرین، تمرین مقاومتی با کش تراباند^۵ پس از تمرین هوازی انجام شد. شدت با رنگ بند (قرمز، سبز، آبی و سیاه) تنظیم شد. به شرکت‌کنندگان آموزش داده شد که تمرین مقاومتی را با تا حدودی سخت، درحالی‌که روی یک صندلی نشسته بودند، کامل کنند. ۱۰ ایستگاه ورزشی شامل حلقه بازو، پرس بازو به عقب، فلکسور لگن، اکستنسور هیپ، اداکتور هیپ، فلکسور زانو، اکستنسور زانو، فلکسور کف پا و دورسی فلکسور مچ پا بود که روی اندام تحتانی متمرکز بود. شدت تمرین متوسط تا زیاد با مدت تمرین ۳۰ دقیقه بود. سومین بخش تمرین، تمرین تعادلی با ۸ ایستگاه شامل تعادل ایستا و پویا اقتباس شده از زندگی روزمره و برنامه تمرین خانگی اوتاگو بود. این جلسه حدود ۱۵ دقیقه طول کشید. ایستگاه‌های تعادلی شامل نشستن تا ایستادن، خم شدن زانو، راه رفتن به عقب، راه رفتن و چرخیدن، راه رفتن به پهلو، ایستادن پاشنه پا، راه رفتن پاشنه پا و ایستادن یک پا بود. **خازنین^۶ و همکاران (۲۰۲۰)** اثر هشت هفته تمرینات فال پروف را بر تعادل سالمندان بررسی کردند و بهبود تعادل ایستا و پویا، کیفیت

1. Exercise Prescription for the Elderly

2. Baek

3. American College of Sports Medicine (ACSM)

4. Fayyad

5. Theraband

6. Khazanian

زندگی و کاهش ترس از افتادن را گزارش دادند، اگرچه به درصد روایی و پایایی اشاره نشد. در مورد برنامه‌های چندجزئی، **لاباتا-لزائون و همکاران (۲۰۲۳)** در یک تحقیق سیستماتیک و متآنالیز، روایی و پایایی را به ترتیب ۸۰ و ۸۹ درصد گزارش کرد. **کریمی^۱ و همکاران (۲۰۲۴)** نیز بهبود معناداری در تعادل و ترس از افتادن در زنان سالمند را با استفاده از تمرینات چند جزئی نشان دادند. اگرچه در مورد فال پروف اطلاعات مستقیم در مورد درصد روایی و پایایی وجود ندارد، اما این برنامه‌ها به‌عنوان مداخله‌ای مؤثر در بهبود تعادل شناخته شده‌اند.

روند اجرای پژوهش

پس از تصویب پایان‌نامه توسط کارگروه/کمیته اخلاق در پژوهش، این طرح در دانشگاه رازی کرمانشاه با شناسه اخلاق IR.RAZI.REC.1403.047 مصوب شد. محقق با مراجعه به هیأت ورزش‌های همگانی شهرستان، هماهنگی‌های لازم را برای انجام پژوهش مطرح کرد. سپس اعلام فراخوان شرکت در پژوهش توسط هیأت انجام شد و ثبت‌نام از افراد داوطلب واجد شرایط بر اساس معیارهای ورود به پژوهش صورت گرفت. در ادامه، از بین آزمودنی‌های واجد شرایط، ۴۵ نفر انتخاب شدند و به دو گروه آزمایش و یک گروه کنترل (گروه تمرین فال پروف ۱۵ نفر و گروه تمرین چندجزئی ۱۵ نفر و گروه کنترل ۱۵ نفر) تقسیم و جایگزین شدند. پیش از شروع برنامه پژوهش طی جلسه‌اشنایی روند پژوهش برای شرکت‌کنندگان توسط پژوهشگر به‌طور کامل تشریح و به پرسش‌هایشان پاسخ‌های لازم داده شد. سپس فرم رضایت‌نامه کتبی توسط آنان تکمیل شد و به امضا رسید. پیش از هرگونه ارزیابی جسمانی از طریق پرسشنامه سلامت و فعالیت اطلاعاتی در مورد وضعیت سلامت کلی و الگوهای فعالیت جسمانی شرکت‌کنندگان دریافت شد. در ادامه پیش‌آزمون از شرکت‌کنندگان به‌عمل آمد، که همه آزمودنی‌ها آزمون مختصر وضعیت شناختی، را انجام دادند. سپس مداخله برای گروه‌های آزمایش اجرا شد. برنامه مداخله تمرینات فال پروف و برنامه مداخله تمرینی چندجزئی، طی ۱۲ هفته هر هفته دو جلسه و هر جلسه به مدت ۶۰ دقیقه، با نظارت پژوهشگر ارائه شد. پس از اتمام مداخلات پس‌آزمون از گروه‌های آزمایش و کنترل به‌عمل آمد. در نهایت یک ماه پس از انجام پس‌آزمون پیگیری انجام شد. در پایان داده‌های گردآوری‌شده تحلیل شد.

جدول ۱. مراحل اجرای پژوهش

مراجعه به هیأت ورزش‌های همگانی شهرستان و اعلام فراخوان شرکت در پژوهش		
ثبت‌نام از افراد داوطلب واجد شرایط		
انتخاب تصادفی آزمودنی‌ها از بین واجدین شرایط		
تقسیم‌بندی تصادفی گروه‌ها		
گروه تمرین فال پروف	گروه تمرین چندجزئی	گروه کنترل
۱۵ نفر: سالمند مرد سالم	۱۵ نفر: سالمند مرد سالم	۱۵ نفر: سالمند مرد سالم
دامنه سنی: ۶۵-۷۵	دامنه سنی: ۶۵-۷۵	دامنه سنی: ۶۵-۷۵
برگزاری پیش‌آزمون		
برگزاری جلسه‌اشنایی و اخذ رضایت‌نامه		
نحوه اجرای برنامه مداخله	نحوه اجرای برنامه مداخله تمرین‌های	گروه کنترل
تمرین‌های فال پروف	چندجزئی	هیچ مداخله‌ای دریافت
۱۲ هفته	۱۲ هفته	نمی‌کند

^۱.Karimi

هر هفته دو جلسه هر جلسه ۶۰ دقیقه	هر هفته دو جلسه هر جلسه ۶۰ دقیقه
برگزاری پس آزمون	
پایان ۱۲ هفته اتمام مداخلات پس آزمون از همه گروه به عمل می آید	
برگزاری آزمون پیگیری	
یک ماه پس از اتمام مداخلات آزمون پیگیری از همه گروه به عمل می آید	
تجزیه و تحلیل داده‌ها	

روش آماری

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها در این پژوهش، از آمار توصیفی مانند میانگین و انحراف معیار استفاده شد. در بخش آمار استنباطی، آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر به کار گرفته می‌شود و پیش‌فرض‌های آن بررسی شد. همچنین از آزمون تعقیبی بونفرونی برای تحلیل تفاوت‌ها بین گروه‌ها استفاده شد. تمامی آزمون‌های آماری در سطح معناداری ۰/۰۵ تحلیل شد و برای این منظور از نرم‌افزار اس.پی.اس.اس. نسخه ۲۴ بهره‌برداری شد.

یافته‌های پژوهش

شاخص‌های آمار توصیفی برای هر گروه پیش و پس از مداخله به تفکیک در جدول ۲ آمده است. در جدول ۲ آمار توصیفی مربوط به میانگین و انحراف معیار نمرات و وضعیت تعادل و مؤلفه‌ها آن به تفکیک برای افراد گروه آزمایش و کنترل در سه مرحله سنجش (پیش آزمون، پس آزمون و پیگیری) نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود در گروه کنترل میانگین نمرات در مراحل پیش آزمون و پس آزمون تغییر چندانی را نشان نمی‌دهد، ولی در گروه‌های آزمایش (برنامه فال پروف و برنامه چن جزئی)، شاهد افزایش بیشتر نمرات در پس آزمون و پیگیری نسبت به پیش آزمون هستیم.

جدول ۲. آمار توصیفی مربوط به میانگین و انحراف معیار نمرات عملکرد تعادلی، کارکرد شناختی، زمان واکنش

متغیر	گروه‌ها	پیش آزمون		پس آزمون		پیگیری
		میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	
عملکرد تعادلی	تمرینات فال پروف	۲۰/۲۵	۱/۹۹	۳۰/۵۰	۲/۸۵	۲/۹۴
	تمرینات چندجزئی	۲۱/۰۰	۲/۰۵۲	۱۰/۲۶	۲/۴۴	۲/۴۵
	کنترل	۲۰/۵۵	۲/۱۸	۲۰/۶۰	۳/۱۱	۳/۱۳
کارکردهای شناختی	تمرینات فال پروف	۱۰/۲۰	۱/۲۸	۱۴/۰۰	۱/۶۲۲	۰/۹۶
	تمرینات چندجزئی	۹/۲۰	۱/۲۸	۱۲/۸۰	۱/۹۶	۱/۷۰۱
زمان واکنش	کنترل	۷/۸۰	۱/۸۱	۷/۸۶	۲/۰۵۹	۲/۲۵
	تمرینات فال پروف	۷/۷۳	۰/۷۸	۱۰/۹۵	۱/۰۲۳	۰/۷۸
	تمرینات چندجزئی	۷/۵۵	۱/۴۳	۹/۸۵	۱/۳۸	۰/۹۱۰
	کنترل	۷۰/۴۰	۱/۹۵	۷/۱۵	۱/۶۶	۱/۵۸

بر اساس جدول ۳، نتایج آزمون آنالیز واریانس مرکب 3×3 ، با ورود متغیر وابسته عملکرد تعادلی، بنابر اندازه گرینهاوس-گیزر نشان داد، اثرات درون گروهی (زمان) در متغیر عملکرد تعادلی ($F=315/31, P < 0/001, \eta^2 2 = 0/84$)، معنادار شده است. همچنین اثر متقابل زمان با گروه برای متغیر عملکرد تعادلی ($F=108/59, P < 0/001, \eta^2 2 = 0/79$)، معنادار بود. همان طور که در جدول ۳ نشان داده شده است، اثر بین گروهی (گروه) برای متغیر وضعیت تعادل ($F=46/05, P < 0/001, \eta^2 2 = 0/61$)، معنادار بود، این اثر در گروه کنترل معنادار نبود؛ بنابراین فرض صفر رد و فرض پژوهش پذیرفته می شود. بر اساس اندازه اثرهای مجذور اتا، عضویت گروهی ۶۱ درصد از تغییرات متغیر عملکرد تعادلی را تبیین کرد. همچنین زمان تا ۸۴ درصد از تغییرات متغیر عملکرد تعادلی را تبیین کرد. بنابر مجذور اتا، میزان درخور توجهی از تغییرات متغیر عملکرد تعادلی ۷۹ درصد تحت تأثیر اثر متقابل زمان با گروه تبیین شد که گویای تفاوت چشمگیری بین گروه‌ها طی زمان بود.

جدول ۳. نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر در بین گروه‌های مداخله و کنترل در متغیر عملکرد تعادلی سالمندان مرد غیرفعال در مراحل پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری

متغیر وابسته	منبع تغییر	منبع اثر	میانگین مجذورات	درجه آزادی	F نسبت	p مقدار	مجذور اتا
عملکرد تعادلی	درون گروهی	زمان	۹۱۱/۹۵	۲	۳۱۵/۳۱	<0/001	0/84
		زمان*گروه	۲۰۹/۶۳	۴	۱۰۸/۵۹	<0/001	0/79
	بین گروهی	گروه	۷۰۶/۵۰	۲	۴۶/۰۵	<0/001	0/61

جدول ۴ نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی را برای متغیر عملکرد تعادلی در مقایسه زوجی مراحل پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری و گروه‌ها با یکدیگر نشان می‌دهد. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی در جدول ۴، مشخص می‌کند تفاوت میانگین‌ها در متغیر عملکرد تعادلی، در مرحله پیش‌آزمون، بین سه گروه برنامه فال پروف، گروه برنامه چندجزئی و گروه کنترل معنادار نبود ($P > 0/05$)؛ به عبارت دیگر نمرات متغیر عملکرد تعادلی، یکسان بود، ولی در پس‌آزمون و پیگیری گروه برنامه فال پروف با گروه برنامه چندجزئی ($P < 0/001$) و گروه کنترل ($P < 0/001$) از لحاظ آماری تفاوت معنادار وجود داشت ($P < 0/001$). همچنین در گروه برنامه چندجزئی با گروه کنترل تفاوت معنادار مشاهده شد ($P < 0/001$)؛ به این معنا که برنامه فال پروف و برنامه چندجزئی بر بهبود عملکرد تعادلی اثربخشی داشتند. علاوه بر آن، نمرات عملکرد تعادل، در گروه برنامه فال پروف در مقایسه با گروه برنامه چندجزئی به شکل معناداری بالاتر بود ($P < 0/001$).

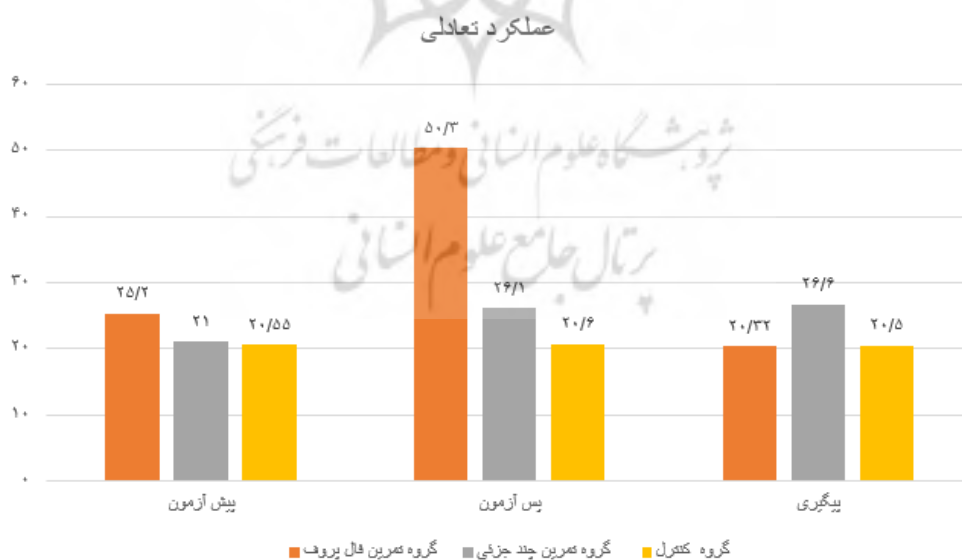
جدول ۴. مقایسه زوجی گروه‌های مداخله و کنترل به تفکیک مراحل آزمون برای متغیر وضعیت تعادل

متغیر	مرحله آزمون	گروه (I)	گروه (J)	تفاوت میانگین	خطای معیار	p مقدار
عملکرد تعادلی	پیش‌آزمون	تمرینات فال پروف	تمرینات چندجزئی	-۱۷۵۰	۰/۶۵۰	<0/850
		تمرینات فال پروف	کنترل	-۳۰۰	۰/۹۴۲	<0/902
		تمرینات چندجزئی	کنترل	۰/۴۵۰	۰/۹۴۲	<0/890
	پس‌آزمون	تمرینات فال پروف	تمرینات چندجزئی	۴/۴۰	۰/۸۹۰	<0/001
		تمرینات فال پروف	کنترل	۹/۹۰	۰/۸۹۲	<0/001
		تمرینات چندجزئی	کنترل	۵/۵۰	۰/۸۹۲	<0/01
پیگیری	تمرینات فال پروف	تمرینات چندجزئی	۵/۶۰	۰/۹۰۵	<0/001	
	تمرینات فال پروف	کنترل	۱۱/۷۰	۰/۹۰۵	<0/001	
	تمرینات چندجزئی	کنترل	۶/۱۰	۰/۹۰۵	<0/001	

به منظور پیگیری تغییر ایجاد شده طی زمان در هر متغیر وابسته برای هر گروه، از آزمون تعقیبی بونفرونی بهره گرفته شد. بر اساس یافته‌ها، در نمرات متغیرهای عملکرد تعادلی، در هر سه مرحله پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری برای گروه کنترل تفاوت معناداری حاصل نشد ($P > 0/05$). این مسئله مشخص کرد وضعیت گروه کنترل در مقایسه با سطح پیش‌آزمون تغییر نکرده است. اما نمرات متغیرهای عملکرد تعادلی، در مرحله پس‌آزمون در گروه برنامه فال پروف افزایش معنادار $10/25$ واحدی ($P < 0/001$)، و در گروه برنامه چندجزئی افزایش معنادار $5/01$ واحدی ($P < 0/001$) داشت. همین الگوی افزایشی برای هر دو گروه در مرحله پیگیری در مقایسه با پیش‌آزمون مشاهده شد ($P < 0/001$).

جدول ۵. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی به منظور مقایسه میانگین‌ها در متغیر وضعیت تعادل بین مراحل آزمون به تفکیک گروه‌های مورد بررسی

متغیر	گروه (متغیر مستقل)	مرحله آزمون	مرحله آزمون	تفاوت میانگین	خطای معیار	مقدار p
تمرینات فال پروف	گروه فال پروف	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	۱۰/۲۵	۰/۴۶۰	< ۰/۰۰۱
		پس‌آزمون	پیگیری	۱۱/۹۶	۰/۵۴۰	< ۰/۰۰۱
		پیش‌آزمون	پیگیری	۱/۷۰	۰/۲۵۰	< ۰/۰۰۱
تمرینات چندجزئی	گروه چندجزئی	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	-۵/۱۰	۴۶۰	< ۰/۰۰۱
		پس‌آزمون	پیگیری	۵/۶۰	۰/۵۴۰	< ۰/۰۰۱
		پیش‌آزمون	پیگیری	۰/۵۰	۰/۲۵۰	< ۰/۰۰۱
کنترل	گروه کنترل	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	۰/۰۵	۰/۴۶۰	۰/۹۱۵
		پس‌آزمون	پیگیری	۰/۰۵	۰/۵۴۰	۰/۷۳۱
		پیش‌آزمون	پیگیری	۰/۱۰	۰/۳۵۰	۰/۶۶۲



شکل ۱. میانگین نمرات متغیر عملکرد تعادلی به تفکیک گروه و زمان اندازه‌گیری

بر اساس جدول ۶، نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر، با ورود متغیر وابسته کارکرد شناختی، بنابر اندازه‌گیری گرینهاوس-گیزر نشان داد، تأثیرات درون‌گروهی (زمان) در متغیر کارکرد شناختی ($F=315/31$, $P < 0/001$, $\eta^2 2 = 0/84$) معنادار شده است. همچنین

اثر متقابل زمان با گروه برای متغیر کارکرد شناختی ($F=108/59, P<0/001, \eta^2 2 = 0/79$)، معنادار بود. همچنین همان طور که در جدول ۶ نشان داده شده است، اثر بین گروهی (گروه) برای متغیر کارکرد شناختی ($F=46/05, P<0/001, \eta^2 2 = 0/61$)، معنادار بود، این اثر در گروه کنترل معنادار نبود؛ بنابراین فرض صفر رد و فرض پژوهش پذیرفته می‌شود. بر اساس اندازه اثرهای مجذور اتا، عضویت گروهی ۶۱ درصد از تغییرات متغیر کارکرد شناختی را تبیین کرد. همچنین زمان تا ۸۴ درصد از تغییرات متغیر کارکرد شناختی را تبیین کرد. بنابر مجذور اتا، میزان درخور توجهی از تغییرات متغیر کارکرد شناختی ۷۹ درصد تحت تأثیر اثر متقابل زمان با گروه تبیین شد که گویای تفاوت چشمگیر بین گروه‌ها طی زمان بود.

جدول ۶. نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر در بین گروه‌های مداخله و کنترل در متغیر کارکرد شناختی سالمندان مرد غیرفعال در مراحل پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری

متغیر وابسته	منبع تغییر	منبع اثر	میانگین مجذورات	درجه آزادی	نسبت F	مقدار p	مجذور اتا
کارکرد شناختی	درون گروهی	زمان	۹۱۱/۹۵	۲	۳۱۵/۳۱	<0/001	0/۸۴
	بین گروهی	زمان*گروه	۲۰۹/۶۳	۴	۱۱۸/۵۹	<0/001	0/۷۹
		گروه	۷۰۶/۵۰	۲	۴۶/۰۵	<0/001	0/۶۱

جدول ۷ نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی را برای متغیر کارکرد شناختی در مقایسه زوجی مراحل پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری و گروه‌ها با یکدیگر نشان می‌دهد. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی در جدول ۸، مشخص می‌کند تفاوت میانگین‌ها در متغیر کارکرد شناختی، در مرحله پیش‌آزمون، بین سه گروه برنامه فال پروف، گروه برنامه چندجزئی و گروه کنترل معنی‌دار نبود ($P>0/05$)؛ به عبارت دیگر نمرات متغیر کارکرد شناختی، یکسان بوده‌اند؛ ولی در پس‌آزمون و پیگیری گروه برنامه فال پروف با گروه برنامه چندجزئی ($P<0/001$) و گروه کنترل ($P<0/001$)، از لحاظ آماری تفاوت معنادار داشت ($P<0/001$). همچنین در گروه برنامه چند جزئی با گروه کنترل تفاوت معنی‌دار مشاهده شد ($P<0/001$)؛ به این معنا که برنامه فال پروف و برنامه چندجزئی بر بهبود کارکرد شناختی اثربخشی داشتند. علاوه بر آن، نمرات کارکرد شناختی، در گروه برنامه فال پروف در مقایسه با گروه برنامه چندجزئی به شکل معناداری بالاتر بود ($P<0/001$).

جدول ۷. مقایسه زوجی گروه‌های مداخله و کنترل به تفکیک مراحل آزمون برای متغیر کارکرد شناختی

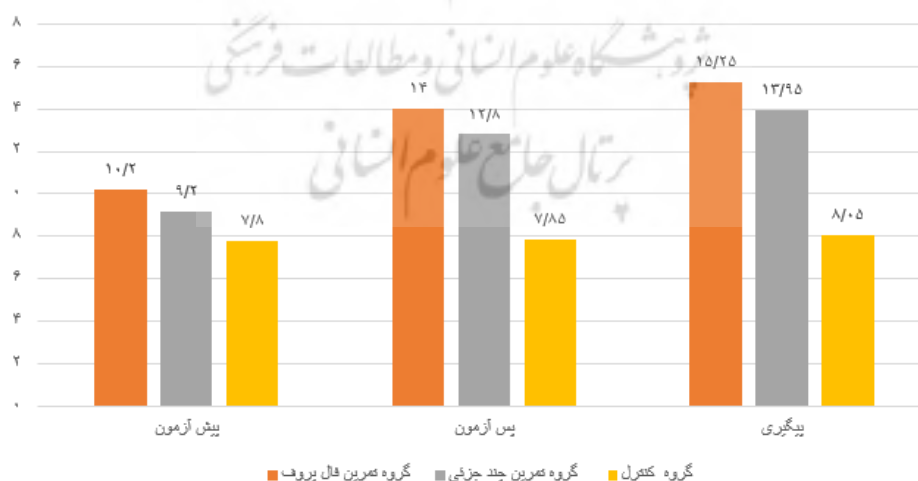
متغیر	مرحله آزمون	گروه (I)	گروه (J)	تفاوت میانگین	خطای معیار	p مقدار
کارکرد شناختی	پیش‌آزمون	تمرینات فال پروف	تمرینات چندجزئی	0/780	0/650	<0/850
		تمرینات فال پروف	کنترل	0/334	0/942	<0/902
		تمرینات چند جزئی	کنترل	0/450	0/942	<0/890
	پس‌آزمون	تمرینات فال پروف	تمرینات چندجزئی	0/40	0/890	<0/001
		تمرینات فال پروف	کنترل	9/90	0/890	<0/001
		تمرینات چند جزئی	کنترل	5/50	0/890	<0/01
پیگیری	تمرینات فال پروف	تمرینات چندجزئی	5/60	0/900	<0/001	
	تمرینات فال پروف	کنترل	11/70	0/900	<0/001	
		تمرینات چند جزئی	کنترل	6/10	0/900	<0/001

بر اساس جدول ۸ به منظور پیگیری تغییر ایجاد شده طی زمان در هر متغیر وابسته برای هر گروه، از آزمون تعقیبی بونفرونی بهره گرفته شد. بر اساس یافته‌ها، در نمرات متغیرهای کارکرد شناختی، در هر سه مرحله پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری برای گروه کنترل تفاوت معناداری حاصل نشد ($P > 0/05$). این مسئله مشخص کرد وضعیت گروه کنترل در مقایسه با سطح پیش‌آزمون تغییر نکرده است. اما نمرات متغیرهای کارکرد شناختی، در مرحله پس‌آزمون در گروه برنامه فال پروف افزایش معنادار $10/25$ واحدی ($P < 0/001$)، و در گروه برنامه چندجزئی افزایش معنادار $5/01$ واحدی ($P < 0/001$) داشت. همین الگوی افزایشی برای هر دو گروه در مرحله پیگیری در مقایسه با پیش‌آزمون مشاهده شد ($P < 0/001$).

جدول ۸. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی به منظور مقایسه میانگین‌ها در متغیر کارکرد شناختی بین مراحل آزمون به تفکیک گروه‌های مورد بررسی

متغیر	گروه (متغیر مستقل)	مرحله آزمون	مرحله آزمون	تفاوت میانگین	خطای معیار	مقدار p
کارکرد شناختی	تمرینات فال پروف	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	۱۰/۲۵	۰/۴۶۰	<0/001
		پس‌آزمون	پیگیری	-۱۱/۹۵	۰/۵۴۰	<0/001
		پس‌آزمون	پیگیری	۱/۷۰	۰/۲۵۰	<0/001
	تمرینات چندجزئی	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	۵/۱۰	۰/۴۶۰	<0/001
		پس‌آزمون	پیگیری	۵/۶۰	۰/۵۴۰	<0/001
		پس‌آزمون	پیگیری	۰/۵۰	۰/۲۵۰	<0/001
کنترل	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	-۱/۰۵	۰/۴۶۰	۰/۹۱۵	
	پس‌آزمون	پیگیری	-۱/۰۵	۰/۵۴۰	۰/۷۳۱	
	پس‌آزمون	پیگیری	۰/۱۰	۰/۲۵۰	۰/۶۶۲	

کارکرد های شناختی



شکل ۲. میانگین نمرات متغیر کارکرد شناختی به تفکیک گروه و زمان اندازه‌گیری

بر اساس جدول ۹، نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر، با ورود متغیر وابسته زمان واکنش، بنابر اندازه‌گیری گریپهاوس-گیزر نشان داد تأثیرات درون‌گروهی (زمان) در متغیر زمان واکنش ($F=۳۱۵/۳۱, P< ۰/۰۰۱, \eta^2 = ۰/۸۴$)، معنادار شده است. همچنین اثر متقابل زمان با گروه برای متغیر زمان واکنش ($F=۱۰۸/۵۹, P< ۰/۰۰۱, \eta^2 = ۰/۷۹$) معنادار بود. همچنین همان‌طور که در جدول ۹ نشان داده شده است، اثر بین‌گروهی (گروه) برای متغیر زمان واکنش ($F=۴۶/۰۵, P< ۰/۰۰۱, \eta^2 = ۰/۶۱$) معنادار بود، این اثر در گروه کنترل معنادار نبود؛ بنابراین فرض صفر رد و فرض پژوهش پذیرفته می‌شود. بر اساس اندازه‌اثرهای مجذور اتا، عضویت گروهی ۶۱ درصد از تغییرات متغیر زمان واکنش را تبیین کرد. همچنین زمان تا ۸۴ درصد از تغییرات متغیر زمان واکنش را تبیین کرد. بنابر مجذور اتا، میزان درخور توجهی از تغییرات متغیر زمان واکنش ۷۹ درصد تحت تأثیر اثر متقابل زمان با گروه تبیین شد که گویای تفاوت چشمگیر بین گروه‌ها طی زمان بود.

جدول ۹. نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر در بین گروه‌های مداخله و کنترل در متغیر زمان واکنش سالمندان مرد غیرفعال در مراحل پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری

متغیر وابسته	منبع تغییر	منبع اثر	میانگین مجذورات	درجه آزادی	نسبت F	مقدار p	مجذور اتا
زمان واکنش	درون‌گروهی	زمان	۹۱۱/۹۵	۲	۳۱۵/۳۱	<۰/۰۰۱	۰/۸۴
	بین‌گروهی	زمان*گروه	۲۰۹/۶۳	۴	۱۰۸/۵۹	<۰/۰۰۱	۰/۷۹
		گروه	۷۰۶/۵۰	۲	۴۶/۰۵	<۰/۰۰۱	۰/۶۱

جدول ۱۰ نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی را برای متغیر زمان واکنش در مقایسه زوجی مراحل پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری و گروه‌ها با یکدیگر نشان می‌دهد. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی در جدول ۱۰ مشخص می‌کند، تفاوت میانگین‌ها در متغیر زمان واکنش، در مرحله پیش‌آزمون، بین سه گروه برنامه فال پروف و برنامه چندجزئی و گروه کنترل معنادار نبود ($P>۰/۰۵$). به عبارت دیگر نمرات متغیر زمان واکنش، یکسان بوده‌اند؛ ولی در پس‌آزمون و پیگیری گروه برنامه فال پروف با برنامه چندجزئی ($P<۰/۰۰۱$) و گروه کنترل ($P<۰/۰۰۱$)، از لحاظ آماری تفاوت معنادار داشت ($P<۰/۰۰۱$). همچنین در گروه برنامه چندجزئی با گروه کنترل تفاوت معنادار مشاهده شد ($P<۰/۰۰۱$)؛ به این معنا که برنامه فال پروف و برنامه چندجزئی بر بهبود زمان واکنش اثربخشی داشتند. علاوه بر آن، نمرات زمان واکنش، در گروه برنامه فال پروف در مقایسه با گروه برنامه چندجزئی به شکل معناداری بالاتر بود ($P<۰/۰۰۱$).

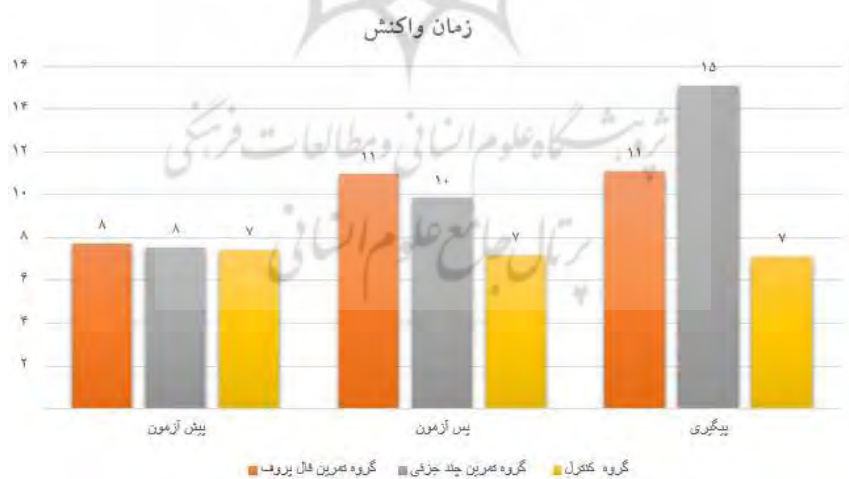
جدول ۱۰. مقایسه زوجی گروه‌های مداخله و کنترل به تفکیک مراحل آزمون برای متغیر زمان واکنش

متغیر	مرحله آزمون	گروه (I)	گروه (J)	تفاوت میانگین	خطای معیار	مقدار p
پیش‌آزمون		تمرینات فال پروف	تمرینات چندجزئی	-۱۷۵۰	۰/۶۵۰	<۰/۸۵۰
		تمرینات فال پروف	کنترل	-۳۰۰	۰/۹۴۲	<۰/۹۰۲
زمان واکنش	پس‌آزمون	تمرینات چندجزئی	کنترل	۰/۴۵۰	۰/۹۴۲	<۰/۸۹۰
		تمرینات فال پروف	تمرینات چندجزئی	۴/۴۰	۰/۸۹۲	<۰/۰۰۱
	تمرینات فال پروف	کنترل	۹/۹۰	۰/۸۹۲	<۰/۰۰۱	
	تمرینات چندجزئی	کنترل	۵/۵۰	۰/۸۹۲	<۰/۰۰۱	
پیگیری		تمرینات فال پروف	تمرینات چندجزئی	۵/۶۰	۰/۹۰۵	<۰/۰۰۱
		تمرینات فال پروف	کنترل	۱۱/۷۰	۰/۹۰۵	<۰/۰۰۱
		تمرینات چندجزئی	کنترل	۶/۱۰	۰/۹۰۵	<۰/۰۰۱

بر اساس جدول ۱۱ به منظور پیگیری تغییر ایجاد شده طی زمان در هر متغیر وابسته برای هر گروه، از آزمون تعقیبی بونفرونی بهره گرفته شد. بر اساس یافته‌ها، در نمرات متغیرهای زمان واکنش، در هر سه مرحله پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری برای گروه کنترل تفاوت معناداری حاصل نشد ($P > 0/05$). این مسئله مشخص کرد وضعیت گروه کنترل در مقایسه با سطح پس‌آزمون تغییر نکرده است. اما نمرات متغیرهای زمان واکنش، در مرحله پس‌آزمون در گروه برنامه فال پروف افزایش معنادار $10/25$ واحدی ($P < 0/001$)، و در گروه برنامه چندجزئی افزایش معنادار $5/01$ واحدی ($P < 0/001$) داشت. همین الگوی افزایشی برای هر دو گروه در مرحله پیگیری در مقایسه با پیش‌آزمون مشاهده شد ($P < 0/001$).

جدول ۱۱. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی جهت مقایسه میانگین‌ها در متغیر زمان واکنش بین مراحل آزمون به تفکیک گروه‌های مورد بررسی

متغیر	گروه (متغیر مستقل)	مرحله آزمون	مرحله آزمون	تفاوت میانگین	خطای معیار	مقدار p
تمرینات فال پروف	پیش‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	۱۰/۲۵	۰/۴۶۰	<۰/۰۰۱
		پس‌آزمون	پیگیری	-۱۱/۹۵	۰/۵۶۰	<۰/۰۰۱
		پس‌آزمون	پیگیری	۱/۷۰	۰/۲۵۰	<۰/۰۰۱
زمان واکنش	پیش‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	۵/۱۰	۰/۴۶۰	<۰/۰۰۱
		پس‌آزمون	پیگیری	-۵/۶۰	۰/۵۴۰	<۰/۰۰۱
		پس‌آزمون	پیگیری	۰/۵۰	۰/۲۵۰	<۰/۰۰۱
کنترل	پیش‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	۰/۰۵	۰/۴۶۰	۰/۹۱۵
		پس‌آزمون	پیگیری	۰/۰۵	۰/۵۴۰	۰/۷۳۱
		پس‌آزمون	پیگیری	۰/۱۰	۰/۲۵۰	۰/۶۶۲



نمودار ۳. میانگین نمرات متغیر کارکرد شناختی به تفکیک گروه و زمان اندازه‌گیری

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از پژوهش حاضر، بررسی آثار تمرینات فال پروف و چندجزئی بر عملکرد تعادلی، کارکردهای شناختی و زمان واکنش سالمندان مرد ۶۵-۷۵ ساله در پس‌آزمون و پیگیری بود. نتایج نشان داد تمرینات فال پروف و چندجزئی تأثیر معناداری بر عملکرد تعادلی، کارکردهای شناختی و زمان واکنش داشت که سبب پیشرفت معنادار امتیاز شرکت‌کنندگان از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون و حفظ این تغییرات مثبت در آزمون پیگیری شد. این یافته‌ها با پژوهش‌های پیشین، که حاکی از تأثیر مثبت مداخلات ورزشی بر بهبود تعادل در سالمندان است، همخوانی داشت (ایزکوئیبیرو و کادوره، ۲۰۲۴). اختلال در سیستم‌های مرتبط با تعادل، خطر افتادن را در این گروه سنی افزایش می‌دهد (باهورکا و همکاران، ۲۰۱۶) و کاهش تحرک و تعادل همراه با ترس از سقوط، سبب افت عملکرد حرکتی آنها می‌شود (التحطانی و همکاران، ۲۰۱۹). تغییرات فیزیولوژیکی در اندام‌های کلیدی مرتبط با حرکت، به کاهش کارایی سیستم‌های بینایی، شنوایی و انتقال پیام‌های عمقی به مغز منجر می‌شود (دوآرته و همکاران، ۲۰۲۲). در این زمینه بسیاری از محققان بیان کرده‌اند که مداخلات ورزشی متنوع می‌تواند راهکاری مؤثر برای بهبود تعادل و کاهش خطر افتادن در سالمندان باشد. به‌ویژه، برنامه‌های توانبخشی مبتنی بر نظریه که همزمان بر محدودیت‌های فردی، تکالیف و محیط تمرکز دارند، قادرند کنترل جهت‌گیری جسمانی سالمندانی با سابقه زمین خوردن را در شرایط ثابت و پویا به‌طور چشمگیری بهبود بخشند.

برنامه پیشگیری از زمین خوردن فال پروف شامل مؤلفه‌های متنوعی نظیر حس پیکری، وستیبولار، قدرتی، حفظ و کنترل مرکز ثقل، راهبردهای قامتی و انعطاف‌پذیری است که می‌تواند تأثیر مثبتی بر سیستم کنترل حرکت داشته باشد و ترس از سقوط را در سالمندان کاهش دهد. اوشو^۱ و همکاران (۲۰۲۱) در حمایت از فرضیه تحقیق خود، نشان دادند که برنامه تمرینی فال پروف برای افراد مسن قابل اجرا، مناسب و سودمند است. از سوی دیگر، پولی و همکاران (۲۰۲۴) در تحقیقات مروری خود گزارش کردند که با وجود مزایای تمرینات ورزشی برای سالمندان، تأثیر ثابتی بر تعادل افراد با ضعف جسمانی مشاهده نکردند که این نتیجه با یافته‌های تحقیق حاضر همخوانی ندارد. این ناهمسویی ممکن است ناشی از تفاوت‌های موجود در نوع تمرینات، مدت زمان، تعداد نمونه‌ها، سن و وضعیت جسمانی آزمودنی‌ها و همچنین ابزارهای ارزیابی تعادل باشد. علاوه بر این، خواجه نعمت و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که تمرینات قدرتی در مدت هشت هفته تأثیر معناداری بر تعادل ایستا و پویای سالمندان ندارند که این یافته نیز با نتایج تحقیق حاضر همسو نیست. از آنجا که تمرینات فال پروف مؤلفه‌های کلیدی مؤثر در کاهش خطر زمین خوردن را در طراحی خود گنجانده است، می‌توان دلایل این تناقض را به نوع تمرینات، ویژگی‌های آزمودنی‌ها، مدت زمان تمرین و ابزارهای اندازه‌گیری تعادل مرتبط دانست. تحقیقات مختلف در زمینه تأثیر تمرینات ورزشی چندجزئی بر بهبود عملکرد جسمانی و شناختی سالمندان نتایج همخوان و غیرهمخوانی را ارائه داده‌اند. برای مثال تحقیق مایکل ایزکوئیبیرو و کادوره (۲۰۲۴) نشان داد که برنامه‌های تمرینی چندجزئی شامل تمرینات قدرتی، تأثیر شایان توجهی بر افزایش قدرت و توان عضلانی دارد و به حفظ استقلال عملکردی سالمندان کمک می‌کند. این یافته‌ها با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد، زیرا هر دو نشان‌دهنده تأثیر مثبت تمرینات چندجزئی بر فعالیت‌های روزمره و کاهش خطر سقوط هستند. همچنین تحقیق نوئه لاباتا-لزائون و همکاران (۲۰۲۳) نیز بهبود چشمگیری را در عملکرد فیزیکی سالمندان گزارش کرده است که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. با این حال، برخی تحقیقات دیگر نتایج متفاوتی را ارائه می‌دهند. برای مثال در تحقیق ساویکانگاس و همکاران (۲۰۲۳)، اگرچه فعالیت بدنی متوسط تا شدید روزانه با کاهش کمتر تراکم معدنی استخوان مرتبط بود، اما تغییرات در استحکام ساختاری استخوان به‌شدت یا ویژگی تمرینات بستگی داشت. این

^۱. Osho

ناهمسویی می‌تواند ناشی از تفاوت در نوع تمرینات، مدت زمان و ویژگی‌های شرکت‌کنندگان باشد. همچنین در تحقیق زیهان وانگ^۱ و همکاران (۲۰۲۴)، اگرچه ورزش چندجزئی بهبودهایی در زیر دامنه‌های شناختی ایجاد کرد، نیاز به تحقیقات بیشتری برای تعیین ترکیب‌های بهینه تمرینات وجود دارد. به‌طور کلی، یافته‌ها نشان می‌دهند که تمرینات ورزشی چندجزئی می‌تواند به‌عنوان راهبردی مؤثر برای بهبود کیفیت زندگی سالمندان به‌کار روند، اما طراحی برنامه‌های ورزشی باید با توجه به نیازها و ویژگی‌های خاص هر گروه سنی انجام شود تا نتایج مثبت بیشتری حاصل شود. چندین توضیح برای تأثیرات مثبت تمرینات فال پروف و چندجزئی بر عملکرد تعادلی، کارکردهای شناختی و زمان واکنش سالمندان وجود دارد. تغییرات در ترکیب بدنی که به دنبال فعالیت بدنی رخ می‌دهد، به کاهش وزن بدن منجر می‌شود و این امر می‌تواند در حفظ تعادل مؤثر باشد، زیرا به سیستم عصبی عضلانی کمک می‌کند. از دلایل احتمالی بهبود تعادل می‌توان به افزایش سازگاری‌های عصبی ناشی از تمرین، مانند استفاده از واحدهای عصبی کارآمدتر، سازمان‌دهی مجدد در قشر حسی پیکری، افزایش کارایی و قدرت ارتباطات سیناپسی، افزایش فعال‌سازی دستگاه عصبی، کاهش رفلکس‌های بازدارنده عصبی، کاهش مقاومت‌های مسیره‌های عصبی در انتقال تکانه و بهبود در انتقال ورودی‌های حسی اشاره کرد. مداخله حرکتی گروهی ممکن است با تحریک حواس مرتبط با تعادل، شرایطی برای به چالش کشیدن سیستم تعادل فراهم کند و از این طریق به بهبود تعادل سالمندان کمک کند. همچنین این مداخله با فعال‌سازی برخی سازوکارهای فیزیولوژیک مهم کنترل تعادل، از جمله گیرنده‌های فشار در پاها، دستگاه دهلیزی گوش میانی و دستگاه بینایی، بدن را نسبت به تغییرات (برهم خوردن تعادل) آگاه می‌سازد و واکنش‌هایی را برای حفظ تعادل فراخوانی می‌کند که به فعالیت عضلانی نیاز دارد. بنابراین، این مسئله موجب ارتقای تعادل بدن می‌شود. از سوی دیگر، سیستم عصبی مرکزی با استفاده از اطلاعات سیستم‌های بینایی، وستیبولار و حسی پیکری از وضعیت مرکز ثقل بدن نسبت به جاذبه و شرایط سطح اتکا مطلع شده و پاسخ حرکتی مناسب را به‌صورت الگوهای حرکتی پیش‌برنامه‌ریزی شده فعال می‌کند. علاوه بر این، سیستم بینایی نقش مهمی در تعادل دارد که این کار با استفاده از سیستم عصبی و نوسازی اطلاعات در موقعیت‌ها و حرکات قسمت‌های مختلف بدن در ارتباط با یکدیگر و محیط انجام می‌گیرد. همچنین مجاری نیم‌دایره‌ای در تعادل بدن در حرکات چرخشی و زاویه‌ای نقش دارند. اوتریول و ساکول هنگامی که سر در وضع نزدیک به قائم قرار دارد، به‌طور فوق‌العاده مؤثری به حفظ تعادل عمل می‌کنند. هنگامی که بدن شتاب می‌گیرد، اطلاعات مربوط به عدم تعادل از طرف این دو کیسه به دستگاه عصبی مرکزی ارسال می‌شود و موجب می‌شود که شخص احساس کند که گویی دارد به سمت عقب سقوط می‌کند. بر اساس نتایج پژوهش حاضر، تمرینات فال پروف و چندجزئی تأثیرات مثبت و معناداری بر عملکرد تعادلی، کارکردهای شناختی و زمان واکنش سالمندان مرد غیرفعال دارند. این تمرینات به‌طور شایان توجهی عملکرد تعادلی را بهبود بخشیدند و این بهبود در مقایسه با گروه کنترل و در طول زمان مشهود بود. همچنین تأثیرات مثبتی بر کارکردهای شناختی مشاهده شد که نشان‌دهنده حفظ و بهبود توانایی‌های شناختی در سالمندان بود. زمان واکنش نیز به‌طور چشمگیری کاهش یافت که می‌تواند به افزایش ایمنی و استقلال سالمندان در فعالیت‌های روزمره کمک کند. این پژوهش با استفاده از یک طرح تجربی معتبر، ابزارهای اندازه‌گیری معتبر و روش‌های آماری مناسب، اعتبار و قابلیت تعمیم نتایج را افزایش داد. در نهایت، اهمیت گنجاندن تمرینات فال پروف و چندجزئی در برنامه‌های توانبخشی و ورزشی برای سالمندان تأکید شده است، زیرا این تمرینات می‌توانند کیفیت زندگی سالمندان را ارتقا دهند و از بروز مشکلات حرکتی و شناختی پیشگیری کنند.

^۱.Wang

تقدیر و تشکر

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه رازی دانشکده علوم ورزشی به سبب حمایت معنوی همکاری در اجرای پژوهش حاضر سپاسگزاری می‌شود. همچنین نگارندگان بر خود لازم می‌دانند از تمامی سالمندان شرکت‌کننده در این تحقیق سپاسگزاری کنند.

References

- [Agelink van Rentergem, J. A., de Vent, N. R., Schmand, B. A., Murre, J. M., Staaks, J. P., ANDI Consortium admin@ andi. nl, & Huizenga, H. M. \(2020\). The factor structure of cognitive functioning in cognitively healthy participants: A meta-analysis and meta-analysis of individual participant data. *Neuropsychology Review*, 30\(1\), 51-96. <https://doi.org/10.1007/s11065-019-09423-6>](#)
- [Alqahtani, B. A., Sparto, P. J., Whitney, S. L., Greenspan, S. L., Perera, S., VanSwearingen, J., & Brach, J. S. \(2019\). Effect of community-based group exercise interventions on standing balance and strength in independent living older adults. *Journal of geriatric physical therapy*, 42\(4\), E7-E15. <https://doi.org/10.1519/JPT.0000000000000221>](#)
- [Ameri, G. F., Govari, F., Nazari, T., Rashidinejad, M., & Afsharzadeh, P. \(2002\). The adult age theories and definitions. *Hayat*, 8\(1\), 4-13. \(In Persian\)](#)
- [Aslankhani, M. A., Farsi, A., Fathirezaie, Z., Zamani Sani, S. H., & Aghdasi, M. T. \(2015\). Validity and reliability of the timed up and go and the anterior functional reach tests in evaluating fall risk in the elderly. *Iranian Journal of Ageing*, 10\(1\), 16-25. \(In Persian\)](#)
- [Baek, J. E., Jung, J. H., Shin, H. J., Kim, S. H., Sung, S. Y., Park, S. J., ... & Lee, M. G. \(2022\). Effects of forest healing anti-aging program on psychological, physiological, and physical health of older people with mild cognitive impairment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19\(8\), 4863. <https://doi.org/10.3390/ijerph19084863>](#)
- [Bahureksa, L., Najafi, B., Saleh, A., Sabbagh, M., Coon, D., Mohler, M. J., & Schwenk, M. \(2016\). The impact of mild cognitive impairment on gait and balance: a systematic review and meta-analysis of studies using instrumented assessment. *Gerontology*, 63\(1\), 67-83. <https://doi.org/10.1159/000445831>](#)
- [Cabo, C. A., Fernandes, O., Mendoza-Muñoz, M., Barrios-Fernandez, S., Muñoz-Bermejo, L., Gómez-Galán, R., & Parraca, J. A. \(2022, December\). An active retirement programme, a randomized controlled trial of a sensorimotor training programme for older adults: a study protocol. *In Healthcare* \(Vol. 11, No. 1, p. 86\). MDPI. <https://doi.org/10.3390/healthcare11010086>](#)
- [Carvalho, A., Rea, I. M., Parimon, T., & Cusack, B. J. \(2014\). Physical activity and cognitive function in individuals over 60 years of age: a systematic review. *Clinical interventions in aging*, 661-682. <https://doi.org/10.2147/CIA.S55520>](#)

- Chortane, O. G., Hammami, R., Amara, S., Chortane, S. G., Suzuki, K., Oliveira, R., & Nobari, H. (2022). Effects of multicomponent exercise training program on biochemical and motor functions in patients with Alzheimer's dementia. *Sustainability*, 14(7), 4112. <https://doi.org/10.3390/su14074112>
- Christofoletti, G., Oliani, M. M., Gobbi, S., Stella, F., Bucken Gobbi, L. T., & Renato Canineu, P. (2008). A controlled clinical trial on the effects of motor intervention on balance and cognition in institutionalized elderly patients with dementia. *Clinical rehabilitation*, 22(7), 618-626. <https://doi.org/10.1177/0269215507086239>
- Da Silva, L. S. L., Júnior, M. F. T., da Silva Gonçalves, L., da Silva, A. P., Leite, L. F. P. A., Favero, L. S., ... & de Moraes, C. (2023). Does multicomponent training improve cognitive function in older adults without cognitive impairment? A systematic review and Meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of the American Medical Directors Association*, 24(6), 765-772. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2023.03.004>
- Duarte, M. B., da Silva Almeida, G. C., Costa, K. H. A., Garcez, D. R., de Athayde Costa e Silva, A., da Silva Souza, G., ... & Callegari, B. (2022). Anticipatory postural adjustments in older versus young adults: a systematic review and meta-analysis. *Systematic Reviews*, 11(1), 251. <https://doi.org/10.1186/s13643-022-02116-x>
- Fayyad, J., Sampson, N. A., Hwang, I., Adamowski, T., Aguilar-Gaxiola, S., Al-Hamzawi, A., ... & Kessler, R. C. (2017). The descriptive epidemiology of DSM-IV adult ADHD in the world health organization world mental health surveys. *ADHD Attention Deficit and Hyperactivity Disorders*, 9(1), 47-65. <https://doi.org/10.1007/s12402-016-0208-3>
- Gianfredi, V., Nucci, D., Pennisi, F., Maggi, S., Veronese, N., & Soysal, P. (2025). Aging, longevity, and healthy aging: the public health approach. *Aging Clinical and Experimental Research*, 37(1), 1-12. <https://doi.org/10.1007/s40520-025-03021-8>
- Hardwick, R. M., Forrence, A. D., Costello, M. G., Zackowski, K., & Haith, A. M. (2022). Age-related increases in reaction time result from slower preparation, not delayed initiation. *Journal of neurophysiology*, 128(3), 582-592. <https://doi.org/10.1101/2021.06.12.448183>
- Hauer, K., Schwenk, M., Zieschang, T., Essig, M., Becker, C., & Oster, P. (2012). Physical training improves motor performance in people with dementia: a randomized controlled trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, 60(1), 8-15. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2011.03778.x>
- Izquierdo, M., & Cadore, E. L. (2024). Multicomponent exercise with power training: A vital intervention for frail older adults. *The Journal of nutrition, health and aging*, 28(4), 100008. <https://doi.org/10.1016/j.jnha.2023.100008>
- Karimi, M., & Rahnama, N. (2024). Effect of eight weeks of multicomponent exercise program and balance exercise circuit on balance, knee proprioception and fear of falling in elderly women. *Studies in Sport Medicine*. <https://doi.org/10.22089/smj.2024.16985.1760> (In Persian)
- Khajeh Nemat, K., Sadeghi, H., & Saheb-e-Zamani, M. (2014). The effect of eight weeks of strength training on static and dynamic balance in healthy men. *Journal of Exercise Science and Medicine*, 12(6), 45-56. (In Persian)
- Khazanin, H., & Daneshmandi, H. (2020). Effect of selected fallproof exercise on static and dynamic balance in the elderly. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*, 9(3), 16-26. <https://doi.org/10.22037/JRM.2019.112562.2218> (In Persian)

- [Labata-Lezaun, N., Gonzalez-Rueda, V., Llurda-Almuzara, L., Lopez-de-Celis, C., Rodriguez-Sanz, J., Bosch, J., ... & Perez-Bellmunt, A. \(2023\). Effectiveness of multicomponent training on physical performance in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Archives of gerontology and geriatrics*, 104, 104838. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2022.104838>](#)
- [Motanova, E., Pirazzini, M., Negro, S., Rossetto, O., & Narici, M. \(2024\). Impact of ageing and disuse on neuromuscular junction and mitochondrial function and morphology: Current evidence and controversies. *Ageing Research Reviews*, 102, 102586. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2024.102586>](#)
- [Murman, D. L. \(2015, August\). The impact of age on cognition. In *Seminars in hearing* \(Vol. 36, No. 03, pp. 111-121\). Thieme Medical Publishers. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1555115>](#)
- [Osho, O. A., Harbidge, C., Hogan, D. B., Manns, P. J., & Jones, C. A. \(2021\). Evaluation of a balance and mobility program for older adults at risk of falling: a mixed methods study. *Journal of evaluation in clinical practice*, 27\(2\), 307-315. <https://doi.org/10.1111/jep.13413>](#)
- [Poli, L., Greco, G., Cataldi, S., Ciccone, M. M., De Giosa, A., & Fischetti, F. \(2024\). Multicomponent versus aerobic exercise intervention: Effects on hemodynamic, physical fitness and quality of life in adult and elderly cardiovascular disease patients: A randomized controlled study. *Heliyon*, 10\(16\). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e36200>](#)
- [Rose, D. J. \(2011\). Reducing the risk of falls among older adults: the Fallproof Balance and Mobility Program. *Current Sports Medicine Reports*, 10\(3\), 151-156. <https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e31821b1984>](#)
- [Savikangas, T., Suominen, T. H., Alén, M., Rantalainen, T., & Sipilä, S. \(2024\). Changes in femoral neck bone mineral density and structural strength during a 12-month multicomponent exercise intervention among older adults—Does accelerometer-measured physical activity matter?. *Bone*, 178, 116951. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2023.116951>](#)
- [Wang, H., Liang, Y., Wu, H., Shi, H., & Hou, R. \(2024\). Effect of multicomponent exercise intervention in community dwelling frail elderly: A systematic review and meta-analysis. *Archives of gerontology and geriatrics*, 126, 105543. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2024.105543>](#)
- [Wang, Z., Xu, X., Yang, X., Wang, S. S., Zhou, Y., & Li, Y. \(2024\). Effects of multicomponent exercise on cognitive function in persons with mild cognitive impairment: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Nursing Studies*, 158, 104843. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2024.104843>](#)