

Research Paper

The Effect of Eight Weeks of Frankel's Exercises on Balance, Reaction Time, Gait Parameters, and Quality of Life among Older Male Adults Attending Day Care Centers in Sabzevar

*Hossein Shahrokhi¹ , Ebrahim Ebrahimi² , Abolfazl Tarkhasi³

1. Department of Sport Injury and Corrective Exercise, Faculty of Sport Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran.
2. Department of Sport Injury and Corrective Exercise, Faculty of Sport Sciences and Health, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.
3. Department of Sport Injury and Corrective Exercise, Faculty of Sport Sciences and Health, Guilan University, Rasht, Iran.



Citation: Shahrokhi H, Ebrahimi E, Tarkhasi A. [The Effect of Eight Weeks of Frankel's Exercises on Balance, Reaction Time, Gait Parameters, and Quality of Life among Older Male Adults Attending Day Care Centers in Sabzevar (Persian)]. *Journal of Health Research in Community*. 2025; 11(3):2-15. <https://doi.org/10.32598/JHRC.11.3.11>

<https://doi.org/10.32598/JHRC.11.3.11>

Received: 21 Jan 2025

Accepted: 22 Jul 2025

Available Online: 01 Oct 2025

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Age-related decline in sensorimotor function significantly increases the risk of falls in older adults, impacting their independence and quality of life (QoL). Frenkel exercises, a proprioceptive neuromuscular facilitation approach, have shown potential to improve motor control. This study aimed to evaluate the impact of an eight-week Frenkel exercise program on static and dynamic balance, choice reaction time, gait parameters, and health-related quality of life in older men aged ≥ 75 years.

Methods: This randomized controlled clinical trial included 40 older men (mean age: 78.52 ± 2.52 years) attending elderly day care centers in Sabzevar, Iran, who were randomly assigned to the intervention ($n=20$, performed Frenkel exercises) and control ($n=20$, received routine care) groups. The intervention consisted of 24 supervised sessions (three sessions per week, each for 45–60 minutes) for eight weeks. Outcomes were assessed pre- and post-intervention using the Sharpened Romberg Test (static balance), Timed Up & Go Test (dynamic balance), modified Choice Reaction Time Test, 8-meter Walk Test (gait speed and step length), and the 36-item short form survey (Quality of life). The group comparisons were done using mixed analysis of variance in SPSS software version 27, with the significance level set at 0.05.

Results: The intervention group showed significant improvements compared to the control group in all outcomes: static balance (+2.18 seconds, $P < 0.001$, $\eta^2 = 0.41$), dynamic balance (-2.4 seconds, $P < 0.001$, $\eta^2 = 0.38$), reaction time (-0.31 seconds, $P < 0.001$, $\eta^2 = 0.35$), gait speed (+0.18 m/s, $P < 0.001$, $\eta^2 = 0.33$), step length (+4.6 cm, $P < 0.001$), and QoL (+7.19 points, $P < 0.001$, $\eta^2 = 0.44$). No adverse effects were reported during the intervention.

Conclusion: The 8-week Frankel exercise program can significantly improve balance, choice reaction time, gait, and QoL in older men aged > 75 . These findings support integrating Frankel's exercises into fall prevention and rehabilitation programs for older adults, particularly in clinical settings. Given their low cost, minimal equipment requirements, and absence of adverse effects, Frankel exercises offer a practical and promising strategy for enhancing functional independence in older men.

Keywords: Balance, Reaction Time, Gait, Aged

*** Corresponding Author:**

Hossein Shahrokhi, Assistant Professor.

Address: Department of Sport Injury and Corrective Exercise, Faculty of Sport Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran.

Tel: +98 (912) 4596240

E-Mail: h.shahrokhi@hsu.ac.ir

Copyright © 2025 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

With increasing life expectancy and the aging of the population in the world, including Iran, it is expected that by 2050, older people (aged 65 and older) will make up approximately 16% of the world's population and 25% of Iran's population. Age-related decline in sensorimotor function significantly increases the fall risk, compromising independence and quality of life in older adults. Physiological changes, including reduced muscle volume, strength, flexibility, agility, speed, and musculoskeletal capabilities, impaired balance and gait patterns, can lead to postural instability, falls, bone fractures, chronic pain, reduced mobility, and diminished movement independence.

Frankel's exercises, which are based on proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF), emphasize repetitive, slow, controlled movements in supine, sitting, and standing positions to enhance proprioception, coordination, and balance. Despite their potential for improving motor control, the simultaneous effects on static and dynamic balance, choice reaction time, gait speed, step length, and quality of life in older men over 75 years of age remain unclear. This group, due to mobility and environmental constraints, requires simple, low-cost interventions that do not require specialized equipment. Therefore, this study aimed to evaluate the impact of an eight-week Frankel exercise program on these variables in older men attending elderly day care centers in Sabzevar, Iran, providing evidence for its integration into fall prevention and rehabilitation programs for older adults.

Materials and Methods

This randomized controlled clinical trial was conducted on 40 inactive older men (<150 minutes of moderate-intensity activity per week) aged 75–85 years (mean age: 78.52±2.52 years) attending elderly day care centers in Sabzevar. From five centers, three were randomly selected, and participants were chosen proportionally based on the population of the centers and inclusion criteria: Ability to stand/walk 10 meters independently or with a cane, an MMSE score >23 indicating no cognitive impairment, no use of medications affecting balance/central nervous system in the past four weeks, no uncontrolled diseases or severe musculoskeletal disorders. Exclusion criteria were: absence from ≥2 consecutive sessions or three sessions, injury, or unwillingness to continue participation. Sample size was calculated at 16 per group using G*Power (80%

test power, $\alpha=0.05$, effect size= 0.5), increased to 20, considering a 20% sample dropout. The block randomization method (block size of 4) was used to allocate groups. Participants and therapists were aware of allocation, but assessors and statisticians were blinded.

The intervention group (n=20) received 24 supervised sessions (3 sessions/week, 45–60 minutes): 10-minute warm-up, main protocol (supine/side-lying exercises such as knee/hip flexion, abduction/adduction, heel slides, bicycling, leg pressure; sitting exercises such as thigh lifts, sit-to-stand; standing exercises such as side/back/zigzag walking on heels/toes, 90-degree turns; 2 sets, 6–10 repetitions/5–10 seconds, progressive overload: +2 repetitions after 2 weeks, +1 set after 4 weeks), and 10-minute cool-down. The control group received usual care (with access to the post-study program). Pre-intervention and post-intervention (48 hours after the final session) assessments included static balance tests (Sharpened Romberg test with eyes-open/closed), dynamic balance (Timed up & go test), choice reaction time (Nelson's modified test: 12.6 meters, 10 random right/left trials), gait speed/step length (8-meter walk, 3 trials), and quality of life (36- short form survey). Normality was confirmed by the Shapiro-Wilk test ($P>0.05$). The data were analyzed using a mixed ANOVA in SPSS software, version 27, with a significance level set at 0.05.

Results

Descriptive analysis confirmed group homogeneity in terms of age (control: 78.45±2.7 vs. intervention: 78.6±2.39 years, $P=0.854$), weight (68.6±5.74 vs. 66.25±6.43 kg, $P=0.777$), height (1.66±0.64 vs. 1.68±0.05 m, $P=0.509$), and BMI (24.02±2.18 vs. 23.41±1.96, $P=0.356$).

Mixed ANOVA results revealed significant time×group interaction effect ($P<0.001$) and main effects of time and group for all study outcomes. The intervention group demonstrated superior improvements (Table 1). No adverse events were reported. Large effect sizes ($\eta^2>0.64$) indicated strong clinical impact of the intervention.

Conclusion

An 8-week Frankel exercise program can significantly improve balance, reaction time, gait, and quality of life in older men aged >75. These findings support the integration of Frankel exercises into fall prevention and rehabilitation programs for older adults, particularly in institutional settings. Given their low cost, minimal equipment requirements, and absence of adverse effects, Frankel exercises offer a practical and promising strategy for enhancing functional independence in older men.

Table 1. Mean scores of the study variables before and after intervention

Variable	Group	Mean±SD		F	P	Eta squared
		Pretest	Posttest			
Static balance (eyes open)	Control	11.10±1.52	10.82±1.28	239.85	<0.001	0.86
	Intervention	10.92±1.42	13.51±1.17			
Static balance (eyes closed)	Control	3.99±0.91	3.71±0.83	85.48	<0.001	0.69
	Intervention	3.77±0.96	4.64±1.07			
Dynamic balance (s)	Control	18.23±1.59	18.35±1.49	70.02	<0.001	0.64
	Intervention	18.32±1.74	16.64±1.54			
Reaction time (s)	Control	11.32±1.42	12±1.12	301.11	<0.001	0.88
	Intervention	12.14±1.49	10.26±1.33			
Gait speed (m/s)	Control	14.42±1.29	14.54±1.32	329.89	<0.001	0.89
	Intervention	14.86±1.20	12.70±1.26			
Step length (cm)	Control	54.22±4.51	53.06±4.25	212.30	<0.001	0.84
	Intervention	52.85±4.75	57.06±4.47			
Quality of life	Control	52.01±1.94	50.82±1.92	276.60	<0.001	0.87
	Intervention	52.17±1.83	60.54±1.68			

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This study received ethical approval from the Ethics Committee of [Hakim Sabzevari University](#) (Code: IR.HSU.REC.1404.010). All participants provided written informed consent; they were informed of their rights, including the right to leave the study. No identifying information was used. The trial was registered by the [Iranian Registry of Clinical Trials](#) (ID: IRCT20220919055988N2).

Funding

This article was extracted from a research project at [Hakim Sabzevari University](#). This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Authors contributions

Study design, supervision, editing & review: Hossein Shahrokhi; Exercise program implementation, initial draft preparation, statistical analysis, review: Ebrahim Ebrahimi; exercise program implementation, writing, data analysis: Abolfazl Tarkhasi; All authors read and approved the final version of the manuscript.

Conflicts of interest

The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors would like to thank all seniors, nurses, and managers of elderly day care centers in Sabzevar.



مقاله پژوهشی

تأثیر ۸ هفته تمرینات فرانکل بر تعادل، زمان واکنش، پارامترهای راه رفتن و کیفیت زندگی در مردان سالمند مراجعه کننده به مراکز مراقبت روزانه شهر سبزوار

*حسین شاهرخی^۱، ابراهیم ابراهیمی^۲، ابوالفضل ترخاصی^۳

۱. گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.
۲. گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.
۳. گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و تندرستی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.



Citation: Shahrokhi H, Ebrahimi E, Tarkhasi A. [The Effect of Eight Weeks of Frankel's Exercises on Balance, Reaction Time, Gait Parameters, and Quality of Life among Older Male Adults Attending Day Care Centers in Sabzevar (Persian)]. *Journal of Health Research in Community*. 2025; 11(3):2-15. <https://doi.org/10.32598/JHRC.11.3.11>

doi <https://doi.org/10.32598/JHRC.11.3.11>

چکیده

تاریخ دریافت: ۰۲ بهمن ۱۴۰۳

تاریخ پذیرش: ۰۱ تیر ۱۴۰۴

تاریخ انتشار: ۰۹ مهر ۱۴۰۴

مقدمه و هدف: کاهش عملکرد حسی حرکتی مرتبط با افزایش سن، خطر سقوط را در سالمندان به طور قابل توجهی افزایش می دهد و بر استقلال و کیفیت زندگی آن ها تأثیر می گذارد. تمرینات فرانکل، رویکردی مبتنی بر تسهیل عصبی عضلانی حس عمقی که بر آگاهی وضعیتی و حرکات کنترل شده تأکید دارد، پتانسیل بهبود کنترل حرکتی را نشان داده است، اما اثرات آن بر تعادل، راه رفتن و عملکرد جسمانی در مردان سالمند ساکن مراکز نگهداری کمتر بررسی شده است. این مطالعه باهدف ارزیابی تأثیر برنامه ۸ هفته ای تمرینات فرانکل بر تعادل ایستا و پویا، زمان پاسخ، پارامترهای راه رفتن و کیفیت زندگی مرتبط با سلامت در مردان ۷۵ سال و بالاتر مراجعه کننده به مراکز مراقبت روزانه سالمندی شهر سبزوار انجام شد.

روش کار: این کار آزمایشی بالینی تصادفی کنترل شده با گروه های موازی شامل ۴۰ مرد سالمند (میانگین سنی: ۷۸/۵۲±۲/۵۲ سال) مراجعه کننده به مراکز مراقبت روزانه سالمندی شهر سبزوار بود که به صورت تصادفی به دو گروه آزمایش (۲۰ نفر، تمرینات فرانکل) و کنترل (۲۰ نفر، مراقبت معمول) تقسیم شدند. مداخله شامل ۲۴ جلسه نظارت شده (۳ جلسه در هفته، ۴۵-۶۰ دقیقه) طی ۸ هفته بود. پیامدها قبل و بعد از مداخله با استفاده از آزمون شاربند رومبرگ (تعادل ایستا)، آزمون TUG (تعادل پویا)، آزمون زمان پاسخ انتخابی اصلاح شده، آزمون راه رفتن ۸ متری (سرعت و طول گام) و پرسش نامه کیفیت زندگی SF36 ارزیابی شدند. تفاوت های بین گروهی با استفاده از آزمون تحلیل واریانس مختلط با سطح معنی داری ۰/۰۰۵ تحلیل شد. تحلیل های آماری با نرم افزار SPSS نسخه ۲۷ انجام گرفت.

یافته ها: گروه آزمایش در مقایسه با گروه کنترل بهبود معنی داری در تمام پیامدها نشان داد: تعادل ایستا (۲/۱۸) ثانیه، $P < ۰/۰۰۱$ ، $\eta^2 = ۰/۴۱$ تعادل پویا (۲/۴) ثانیه، $P < ۰/۰۰۱$ ، $\eta^2 = ۰/۳۸$ ، زمان پاسخ (۰/۳۱) ثانیه، $P < ۰/۰۰۱$ ، $\eta^2 = ۰/۳۵$ ، سرعت راه رفتن (۰/۱۸) متر بر ثانیه، $P < ۰/۰۰۱$ ، $\eta^2 = ۰/۳۳$ ، طول گام (۴/۶) سانتی متر، $P < ۰/۰۰۱$ و کیفیت زندگی (۷/۱۹) امتیاز، $P < ۰/۰۰۱$ ، $\eta^2 = ۰/۴۴$ هیچ عارضه جانبی طی مداخله گزارش نشد.

نتیجه گیری: براساس یافته های این مطالعه، برنامه ۸ هفته ای تمرینات فرانکل به طور قابل توجهی تعادل، زمان پاسخ، راه رفتن و کیفیت زندگی را در مردان سالمند بهبود می بخشد. این یافته ها از ادغام تمرینات فرانکل در برنامه های پیشگیری از سقوط و توان بخشی سالمندان، به ویژه در محیط های نهادی، حمایت می کند. با توجه به هزینه کم، نیاز اندک به تجهیزات و نبود عوارض جانبی، این رویکرد استراتژی عملی و امیدوار کننده ای برای افزایش استقلال عملکردی در سالمندان است.

کلیدواژه ها: تعادل، زمان پاسخ، راه رفتن، سالمند

* نویسنده مسئول:

دکتر حسین شاهرخی

نشانی: سبزوار، دانشگاه حکیم سبزواری، دانشکده علوم ورزشی، گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی.

تلفن: ۴۵۹۶۲۴۰ (۹۱۲) ۹۸+

رایانامه: h.shahrokhi@hsu.ac.ir



Copyright © 2025 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

تمرینات فرانکل که در اواخر قرن نوزدهم توسط هاینریش فرانکل معرفی شد، به‌عنوان یک روش درمانی جبرانی و ایزاری شناخته‌شده در توان‌بخشی نورولوژیک مطرح می‌باشد. این تمرینات با تکیه بر حرکات تکراری، آهسته و کنترل‌شده در وضعیت‌های خوابیده، نشسته و ایستاده، به تقویت حس عمقی، هماهنگی و تعادل کمک می‌کنند [۱۰].

تمرینات فرانکل با تمرکز بر زمان‌بندی و ترتیب دقیق حرکات، رویکردی مؤثر برای بهبود تعادل، الگوی راه رفتن، هماهنگی حرکتی و زمان واکنش در سالمندان هستند و به ارتقای عملکرد حرکتی آن‌ها کمک می‌کنند [۱۱]. هدف اصلی تمرینات فرانکل، که مبتنی بر اصول تسهیل عصبی-عضلانی حس عمقی^۱ (PNF) هستند، تقویت کنترل ارادی حرکات از طریق تحریک حس عمقی، هماهنگی عصبی-عضلانی و بهبود آگاهی وضعیتی است. این تمرینات با استفاده از الگوهای حرکتی مارپیچی و قطری و فعال‌سازی محرک‌های حسی (مانند بینایی، شنوایی و حس عمقی)، به سالمندان کمک می‌کنند تا توانایی انجام فعالیت‌های روزمره و دستیابی به استقلال عملکردی را بهبود بخشند [۱۲]. قاسمی و همکاران در ۱۳۹۰ در پژوهشی به مقایسه تأثیر تمرینات فرانکل و تمرینات با توپ سوئیس بر بهبود تعادل و کاهش افسردگی در بیماران مبتلابه مولتیپل اسکلروزیس پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد انجام منظم این تمرینات، در شرایط ثابت بیماری، می‌تواند موجب بهبود تعادل و کاهش علامت افسردگی در این بیماران شود [۱۳]. در همین راستا مانکو^۲ و همکاران در پژوهشی به بررسی اثر تمرینات ثباتی فرانکل بر تعادل سالمندان پرداختند، نتایج بهبود قابل توجهی را در تعادل سالمندان نشان داد [۱۴].

سالمندی جمعیت به‌عنوان یکی از چالش‌های اصلی قرن حاضر، جوامع را با مسائل بهداشتی و درمانی متعددی مواجه کرده است. تمرینات فرانکل که مبتنی بر اصول تسهیل عصبی-عضلانی حس عمقی (PNF) طراحی شده‌اند، رویکردی نوین برای بهبود عملکرد حسی-حرکتی سالمندان ارائه می‌دهند. این تمرینات با تمرکز بر بهبود حس عمقی، تعادل و هماهنگی حرکتی، پتانسیل بالایی برای ارتقای عملکرد حرکتی و کیفیت زندگی سالمندان دارند. با این حال، مطالعاتی که به‌طور هم‌زمان تأثیر تمرینات فرانکل را بر تعادل ایستا و پویا، زمان واکنش، پارامترهای راه رفتن (سرعت و طول گام) و کیفیت زندگی در مردان سالمند بالای ۷۵ سال ساکن مراکز نگهداری بررسی کرده باشند، بسیار محدود هستند. این گروه به‌دلیل محدودیت‌های حرکتی و محیطی در مراکز نگهداری، به مداخلات ساده و کم‌هزینه نیاز دارند. مزایای تمرینات فرانکل، از جمله سهولت اجرا، عدم نیاز به تجهیزات خاص، و هزینه پایین، این مداخله را برای این جمعیت مناسب

باتوجه به افزایش امید به زندگی و رشد جمعیت سالمندان در سطح جهانی، پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۵۰ حدود ۱۶ درصد جمعیت جهان را افراد ۶۵ سال و بالاتر تشکیل دهند [۱]. در ایران نیز این روند با شتاب قابل توجهی در حال وقوع است، به‌گونه‌ای که برآوردها حاکی است تا سال ۲۰۵۰ نزدیک به ۲۵ درصد جمعیت کشور را سالمندان در بر خواهند گرفت [۲].

افزایش سن به‌طور مستقیم با کاهش حجم عضلات، افت قدرت عضلانی، کندی واکنش‌های عصبی و افزایش زمان واکنش همراه است. این تغییرات می‌توانند احتمال زمین خوردن را، که یکی از عوامل اصلی بروز ناتوانی در سالمندان به شمار می‌رود، افزایش دهند [۳]. تغییرات فیزیولوژیک و زیستی دوران سالمندی (مانند کاهش انعطاف‌پذیری، چابکی، سرعت و توانایی‌های عضلانی-اسکلتی)، تعادل، الگوهای راه رفتن و زمان واکنش را تضعیف می‌کند. این اختلال در توانایی‌های حرکتی، خطر زمین خوردن و در پی آن، ترس از سقوط و کاهش چشمگیر کیفیت زندگی را به همراه دارد [۴].

با افزایش سن، کاهش تدریجی آمادگی جسمانی در سالمندان موجب افت عملکرد دستگاه عصبی عضلانی و کاهش کارایی در مؤلفه‌هایی نظیر هماهنگی، تعادل، قدرت و انعطاف‌پذیری می‌شود. تضعیف این مؤلفه‌ها، توانایی انجام فعالیت‌های روزمره را با اختلال مواجه کرده و زمینه‌ساز کاهش استقلال فردی و وابستگی به دیگران می‌گردد [۵]. از پیامدهای مهم این افت عملکرد، اختلال در کنترل وضعیت بدنی و افزایش ناپایداری در حین حرکت است که احتمال زمین خوردن را به‌طور قابل توجهی افزایش می‌دهد. زمین خوردن در این گروه سنی اغلب با عوارض جدی همراه است؛ از جمله شکستگی‌های شدید در نواحی حساسی مانند لگن، مچ دست و ستون فقرات گردنی، آسیب‌های بافت نرم و عوارض ثانویه‌ای همچون درد مزمن، کاهش تحرک و افت اعتماد به نفس حرکتی [۶].

برنامه‌های فعالیت بدنی برای سالمندان، شامل تمرینات هوازی، تعادلی، قدرتی و انعطاف‌پذیری، باهدف ارتقای سلامت اجرا می‌شوند. با افزایش امید به زندگی، توجه به اثربخشی این فعالیت‌ها برای حفظ و بهبود سطح فعالیت بدنی و عملکرد جسمانی سالمندان اهمیت فزاینده‌ای یافته است [۷]. نوروزی و همین‌طور محمد و همکاران در دو پژوهش مجزا در سال ۲۰۱۹ در ایران نشان دادند تمرینات تعادلی به‌طور قابل توجهی توانایی تعادلی سالمندان را بهبود بخشیده و موارد سقوط را کاهش می‌دهد [۸، ۹].

1. Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF)
2. Mañko

معیارهای ورود و خروج

شرکت‌کنندگان مطالعه شامل سالمندان ۷۵ سال و بالاتر مراجعه‌کننده به مراکز مراقبت روزانه سالمندی بودند که فعالیت بدنی آن‌ها کمتر از ۱۵۰ دقیقه در هفته با شدت متوسط بوده و این موضوع براساس گزارش پرونده پزشکی سالمندان مرکز، ارزیابی پرستاران و مصاحبه خود اظهاری تأیید شد. علاوه بر این، شرکت‌کنندگان باید توانایی ایستادن و راه رفتن حداقل ۱۰ متر به‌طور مستقل یا با استفاده از عصا را داشته و هیچ منع پزشکی برای شرکت در فعالیت‌های ورزشی نداشته باشند. پیش از آغاز مداخله، سطح شناختی شرکت‌کنندگان با آزمون کوتاه وضعیت ذهنی^۴ (MMSE) ارزیابی شد و وجود اختلال شناختی (نمره کمتر از ۲۳) مانع ورود به مطالعه بود [۱۶]. سایر شرایط ورود شامل عدم مصرف داروهای مؤثر بر سیستم عصبی مرکزی یا تعادل طی ۴ هفته پیش، نداشتن بیماری‌های غیرقابل کنترل و اختلالات اسکلتی عضلانی شدید بود. معیارهای خروج شامل عدم حضور منظم در جلسات (۲ جلسه متوالی یا ۳ جلسه در کل دوره مطالعه)، بروز آسیب یا مشکل پزشکی مانع ادامه، عدم تمایل به ادامه همکاری و شرکت هم‌زمان در پژوهش دیگر بود.

ابزارهای پژوهش

برای ارزیابی تعادل ایستا، از آزمون شارپند-رومبرگ^۵ استفاده شد. در این آزمون، شرکت‌کننده بدون کفش روی سطح صاف می‌ایستد، پای برتر را جلوی پای دیگر قرار می‌دهد و دستان را روی سینه ضربدری می‌کند. آزمون در دو وضعیت چشم‌باز و چشم‌پسته انجام شد و مدت زمان حفظ تعادل با کرنومتر ثبت گردید؛ خطاهایی مانند تکان شدید یا از دست دادن تعادل زمان سنج را متوقف می‌کرد. پایایی این آزمون در شرایط چشم‌باز بین ۰/۹۰-۰/۹۱ و در شرایط چشم‌پسته بین ۰/۷۷-۰/۷۶ گزارش شده است [۱۷].

برای ارزیابی تعادل پویا از آزمون زمان برخاستن و رفتن^۶ (TUG) استفاده شد. برای اجرا، آزمودنی روی صندلی می‌نشیند. با اعلام شروع توسط آزمونگر، از روی صندلی بلند می‌شود، مسیری ۳ متر را طی می‌کند، سپس در محل مشخص شده دور زده و به سمت صندلی بازمی‌گردد و مجدداً روی صندلی می‌نشیند. مدت‌زمانی که اجرای این فرآیند طول می‌کشد، ثبت می‌شود. آزمون ۳ بار تکرار شده و میانگین ثبت می‌گردد. اعتبار این آزمون در مطالعات ۹۲ درصد گزارش شده است [۱۸].

می‌سازد. هدف این پژوهش، بررسی تأثیر ۸ هفته تمرینات فرانتکل بر تعادل ایستا و پویا، زمان واکنش، پارامترهای راه رفتن و کیفیت زندگی سالمندان مرد ۷۵ سال و بالاتر مراجعه‌کننده به مراکز مراقبت روزانه سالمندی شهر سبزوار بود.

روش کار

نوع مطالعه و روش نمونه‌گیری

پژوهش حاضر یک کار آزمایشی بالینی تصادفی کنترل‌شده با گروه‌های موازی بود که باهدف بررسی اثر ۸ هفته تمرینات فرانتکل بر تعادل، زمان واکنش، پارامترهای راه رفتن و کیفیت زندگی سالمندان مرد ۷۵ سال و بالاتر شهر سبزوار انجام شد.

جامعه آماری این پژوهش را مردان سالمند غیرفعال (افراد) که کمتر از ۱۵۰ دقیقه فعالیت بدنی با شدت متوسط در هفته داشتند [۱۵]. ۷۵ تا ۸۵ سال (بامیانگین سنی ۷۸/۵۲±۲/۵۲ سال) تشکیل دادند. شرکت‌کنندگان از میان سالمندان مراجعه‌کننده به مراکز نگهداری روزانه انتخاب شدند. شهر سبزوار شامل ۵ تعداد مرکز مراقبت روزانه سالمندی است که ابتدا سه مرکز به‌صورت تصادفی از میان مراکز انتخاب و نمونه‌ها به‌صورت تصادفی از این مراکز به‌تناسب جمعیت و معیارهای ورود انتخاب شدند.

تعداد ۴۰ نفر (۲ مرکز ۱۲ نفر و ۱ مرکز ۱۶ نفر) پس از احراز معیارهای ورود و خروج به‌صورت تصادفی در دو گروه «آزمایش» و «کنترل» تخصیص داده شدند. حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار جی‌پاور^۳ با توان آماری ۸۰ درصد، سطح معناداری ۰/۰۵، و اندازه اثر موردانتظار ۰/۵ محاسبه شد که تعداد هر گروه ۱۶ نفر مشخص شد، اما با در نظر گرفتن احتمال ریزش آزمودنی‌ها به دلایل مختلف (مانند بیماری‌های به‌وجودآمده، غیبت در برنامه‌های تمرینی، انحراف از مشارکت در پژوهش و غیره) با احتساب ۲۰ درصد ریزش، این تعداد به ۲۰ نفر در هر گروه افزایش یافت. فرایند تصادفی‌سازی به روش تخصیص تصادفی بلوکی با اندازه ۴ و با استفاده از دنباله تصادفی تولیدشده توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۷ توسط یک پژوهشگر مستقل انجام گرفت.

روش بلوک‌بندی برای اطمینان از تعادل تعداد نمونه بین گروه‌ها در طول فرآیند جذب، به‌ویژه در کارآزمایی‌های بالینی با حجم نمونه کوچک ضروری است. تصادفی‌سازی ابتدا در سطح مراکز انجام شد (به‌طوری‌که تا حد امکان از هر مرکز تعداد مساوی نمونه انتخاب شود) و سپس درون هر مرکز، شرکت‌کنندگان به گروه‌ها تخصیص یافتند تا توزیع متعادل و کاهش خطای احتمالی ناشی از تفاوت مراکز تضمین شود. با توجه به ماهیت مداخله، شرکت‌کنندگان و درمانگر از تخصیص گروه آگاه بودند (عدم امکان کور سازی). باین‌حال، ارزیابان پیامدها و تحلیل‌گر آماری نسبت به گروه‌بندی شرکت‌کنندگان ناآگاه بودند تا سوگیری ارزیابی کاهش یابد.

4. Mini-Mental State Examination (MMSE)
5. Sharpened Romberg Test
6. Time up to go test (TUG)

3. G*Power

[۲۶]، برای گروه آزمون به مدت ۸ هفته، ۳ جلسه در هفته و با مدت زمان تقریبی ۶۰ دقیقه در هر جلسه اجرا شد (جدول شماره ۱). مداخله در محل مراکز نگهداری (هر مرکز به صورت جداگانه) انجام و جلسات تمرینی در صبح برگزار شد تا با روتین روزانه سالمندان همخوانی داشته باشد. تمرینات توسط دو پژوهشگر (با مدرک کارشناسی ارشد حرکات اصلاحی) اجرا و نظارت شد. در ابتدای هر جلسه، ۱۰ دقیقه به حرکات گرم کردن اختصاص داده شد و در پایان نیز ۱۰ دقیقه برای سرد کردن و بازگشت بدن به حالت اولیه در نظر گرفته شد. برای رعایت اصل اضافه بار در پایان ۲ هفته اول به هر تمرین ۲ تکرار و در پایان نیمه اول پژوهش به هر تمرین یک ست اضافه شد. گروه کنترل در طول پژوهش مداخله‌ای نداشتند و برنامه روزانه خود را دنبال می‌کردند، به دلیل رعایت برابری حقوق و حقوق شرکت کنندگان به گروه کنترل اطمینان داده شد در صورت مؤثر بودن تمرینات در پایان پژوهش برنامه تمرینی پژوهش در اختیار آن‌ها قرار داده شود.

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

پس از گردآوری داده‌های خام که ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینی اندازه‌گیری‌ها صورت گرفت، از آمار توصیفی برای محاسبه میانگین و انحراف معیار استفاده شد. به منظور آزمون فرضیه‌های پژوهش، از روش‌های آمار استنباطی شامل آزمون شاپیرو-ویلک^۸ با سطح معناداری ۰/۰۰۵ برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها و آزمون تحلیل واریانس مختلط^۹ برای بررسی اثر زمان (پیش‌آزمون و پس‌آزمون)، گروه (آزمون و کنترل) و تعامل آن‌ها بر متغیرهای وابسته استفاده گردید. سطح معناداری برای تمامی آزمون‌ها برابر با $P < 0/05$ ، در نظر گرفته شد. کلیه تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۷ انجام شد.

یافته‌ها

در مجموع ۴۰ فرد ۷۵ سال و بالاتر در این پژوهش شرکت کردند، تحلیل شاخص‌های آمار توصیفی که در جدول شماره ۲ ارائه شده است، نشان داد بین سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی گروه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود ندارد؛ گروه‌ها در این متغیرها همگن می‌باشند ($P > 0/05$). همچنین، نتایج آزمون شاپیرو-ویلک ($P > 0/05$) حاکی از آن بود که توزیع داده‌ها در تمامی متغیرهای مورد بررسی از نظر آماری نرمال بوده و شرایط لازم برای انجام آزمون‌های پارامتریک فراهم است.

برای سنجش زمان واکنش انتخابی، از آزمون حرکت و پاسخ انتخابی نلسون استفاده شد [۱۹]. این آزمون در پژوهش‌های مختلف داخلی و خارجی به کار رفته است و دارای ضریب روایی ۰/۸۱ و ضریب پایایی ۰/۸۵ می‌باشد [۲۰].

نحوه اجرای آزمون به این صورت است که خطی به طول ۱۴ یارد (۱۲/۶ متر) رسم می‌شود. آزمودنی در نقطه میانی قرار می‌گیرد و فرد آزمون گیرنده در فاصله ۲ تا ۳ متر روبه‌روی او می‌ایستد. فرد آزمون گیرنده به‌طور ناگهانی یکی از دو جهت راست یا چپ را نشان می‌دهد و هم‌زمان کرومومتر را فعال می‌کند. آزمودنی و با سرعت، در همان جهت اعلام‌شده روی خط حرکت کرده و تا انتهای آن می‌دود. زمان طی‌شده برای این فاصله ثبت می‌شود. این فرایند ۱۰ بار تکرار می‌شود؛ به طوری که آزمودنی به صورت تصادفی ۵ بار به سمت راست و ۵ بار به سمت چپ بدود. بین هر اجرای آزمون، ۲۰ ثانیه استراحت در نظر گرفته می‌شود. میانگین زمان ۱۰ اجرای آزمون به عنوان رکورد نهایی برای هر آزمودنی ثبت می‌گردد [۲۱].

برای سنجش کیفیت زندگی شرکت کنندگان، از پرسش‌نامه کوتاه ۳۶ سؤالی^۷ (SF-36) استفاده شد؛ این ابزار شامل ۳۶ سؤال در دو بعد جسمی و روانی و ۸ خرده مقیاس مرتبط است. پاسخ‌ها از ۱ تا ۵ کدگذاری شده و سپس به مقیاس (۰) تا (۱۰۰) تبدیل می‌شوند، به طوری که نمره نزدیک به ۱۰۰ نشان‌دهنده کیفیت زندگی بالا و نمره کمتر از ۵۰ بیانگر کیفیت زندگی پایین است [۲۲]. پایایی و روایی SF-36 ابتدا توسط ویر و همکاران در سال ۱۹۹۸ تأیید شد [۲۳]. در ایران، منتظری و همکاران در سال ۱۳۸۴ برای اولین بار آن را بر روی ۴۱۶۳ نفر بالای ۱۵ سال بررسی کردند؛ ضریب پایایی در ۷ خرده‌مقیاس بین ۷۷ تا ۹۵ درصد گزارش شد و تنها در بعد سرزندگی ۶۵ درصد بود [۲۴].

برای اندازه‌گیری سرعت راه رفتن و طول گام از آزمودنی خواسته شد مسافت ۸ متری را با سرعت مطمئنه طی کند. این فرآیند در سه تلاش مجزا انجام شد، همراه با استراحت بین هر تلاش و میانگین زمان ثبت‌شده در این ۳ تکرار به عنوان زمان نهایی در نظر گرفته شد. برای محاسبه سرعت راه رفتن (متر بر ثانیه)، از فرمول شماره ۱ و برای محاسبه طول گام (سانتی‌متر) از فرمول شماره ۲ استفاده شد [۲۵].

۱. کل مسافت طی شده/میانگین زمان ثبت‌شده

۲. مسافت طی شده/تعداد گام‌ها

پروتکل تمرینات

پس از انجام پیش‌آزمون با فاصله ۲ روز برنامه تمرینی فرانتکل

7. 36-Item Short Form Survey

8. Shapiro-Wilk Test

9. Mixed ANOVA

جدول ۱. پروتکل تمرینی فرانکل

نام تمرین	نحوه اجرا، ست، تکرار، مدت	ست و تکرار
تمرین ۱ در حالت خوابیده به پشت	آزمون شونده درحالی که پاشنه‌ها روی زمین قرار داشتند در وضعیت خوابیده به پشت قرار می‌گرفت، سپس یکی از پاها را از زانو و ران خم کرده و باپاشنه به همان پایي که از زانو و ران خم شده بود، یک خط راست را روی زمین می‌کشید.	۲ ست، برای هر پا ۶ تکرار
تمرین ۲ در حالت خوابیده	آزمون شونده در حالت خوابیده، در همین وضعیت، حرکات ابداکشن و اداکشن را با هر دو پاها انجام می‌داد.	۲ ست، برای هر پا ۷ تکرار
تمرین ۳ در وضعیت خوابیده به پشت	آزمون شونده در وضعیت خوابیده سپس هر دو پا را از زانو و ران خم می‌کرد و باپاشنه هر دو پا خطی مستقیم روی زمین می‌کشید.	۲ ست، برای هر پا ۸ تکرار
تمرین ۴ در وضعیت خوابیده به پشت	آزمون شونده درحالی که پاشنه‌ها روی زمین قرار داشتند در وضعیت خوابیده به پشت قرار می‌گرفت، سپس در این وضعیت پا را به ابداکشن و اداکشن می‌برد.	۲ ست، ۸ تکرار
تمرین ۵ در وضعیت خوابیده به پشت	آزمون شونده در وضعیت خوابیده به پشت قرار می‌گرفت، سپس یکی از پاها را که از ناحیه زانو و ران در وضعیت خمیده قرار داشت، بالا آورده و حرکت دوچرخه را با آن انجام می‌داد.	۲ ست، ۱۰ ثانیه
تمرین ۶ در وضعیت خوابیده به پشت	آزمون شونده خوابیده به پشت، پای راست را از زانو و ران خم می‌کرد که پاشنه پای راست، روی زمین قرار داشت، در این وضعیت پای چپ خود را روی زانوی راست قرار می‌داد و در همین وضعیت با فشار پای چپ روی زانوی راست، پا را به وضعیت راست شده روی زمین قرار می‌داد.	۲ ست، برای هر پا ۹ تکرار
تمرین ۷ در وضعیت خوابیده به پشت	آزمون شونده در وضعیت خوابیده سپس پاشنه‌های هر دو پا را از زمین بلند می‌کرد، سپس در این وضعیت زانو و ران یک‌پا را خم می‌کرد. همین تمرین را برای پای دیگر نیز انجام می‌داد.	۲ ست، برای هر پا ۸ تکرار
تمرین ۸ در وضعیت خوابیده به پشت	آزمون شونده خوابیده به پشت درحالی که پاشنه روی زمین قرار داشت، زانو و ران را به فلکشن می‌برد و سپس پای دیگر را به ابداکشن و اداکشن می‌برد. این تمرین را برای پای دیگر نیز انجام می‌داد.	۲ ست، برای هر پا ۸ تکرار
تمرین در وضعیت خوابیده به پهلو	آزمون شونده در وضعیت خوابیده به پهلو قرار می‌گرفت و پای بالایی را از زانو خم می‌کرد. این تمرین را برای پای دیگر نیز انجام می‌داد.	۲ ست، برای هر پا ۸ تکرار
تمرین ۱ در وضعیت ایستاده	آزمون شونده در وضعیت ایستاده قرار می‌گرفت، پاها را به اندازه عرض شانه باز می‌کرد و در این وضعیت به سمت پهلو راه می‌رفت.	۲ ست، ۵ ثانیه
تمرین ۲ در وضعیت ایستاده	آزمون شونده در وضعیت ایستاده قرار می‌گرفت و شروع به راه رفتن روی پاشنه و پنجه می‌کرد.	۲ ست، ۵ متر
تمرین ۳ در وضعیت ایستاده	آزمون شونده در وضعیت ایستاده و به دور خود یک چرخش ۹۰ درجه‌ای انجام می‌داد.	۲ ست، ۳ تکرار
تمرین ۴ در وضعیت ایستاده	آزمون شونده در وضعیت ایستاده قرار می‌گرفت و در همین وضعیت به سمت عقب راه می‌رفت.	۲ ست، ۵ متر
تمرین ۵ در وضعیت ایستاده	آزمون شونده در وضعیت ایستاده قرار می‌گرفت و در همین وضعیت به شیوه زیگزاک راه می‌رفت.	۲ ست، ۵ متر
تمرین ۴ در وضعیت نشسته	آزمون شونده روی صندلی می‌نشست، سپس ران را با زانوی خمیده بالا می‌آورد و به صورت محکم پا را روی زمین می‌گذاشت. این تمرین را برای پای دیگر نیز انجام می‌داد.	۲ ست، ۷ تکرار
تمرین ۲ در وضعیت نشسته	آزمون شونده با زانوی خم شده روی صندلی می‌نشست درحالی که قسمت بالاتنه مقداری متمایل به جلو بود.	۲ ست، ۱۰ ثانیه
تمرین ۳ در وضعیت نشسته	آزمون شونده یک‌بار روی صندلی می‌نشست و سپس از روی صندلی بلند می‌شد درحالی که در هر دو وضعیت، پایش روی زمین قرار داشت.	۲ ست، ۸ تکرار

مجله تحقیقات سلامت در جامعه

جدول ۲. مشخصات پیکرسنجی گروه کنترل و آزمایش

گروه	سن (سال)		وزن (کیلوگرم)		قد (متر)	
	P	میانگین ± انحراف معیار	P	میانگین ± انحراف معیار	P	میانگین ± انحراف معیار
کنترل	۰/۸۵۴	۷۸/۴۵ ± ۲/۷	۰/۷۷۷	۶۸/۶ ± ۵/۷۴	۰/۵۰۹	۱/۶۶ ± ۰/۱۶۴
آزمون		۷۸/۶ ± ۲/۳۹		۶۶/۲۵ ± ۶/۴۳		۱/۶۸ ± ۰/۱۰۵

مجله تحقیقات سلامت در جامعه

یافته‌های حاصل از این پژوهش نشان داد امتیازات شاخص تعادل در گروه آزمون نسبت به گروه کنترل پس از انجام تمرینات بهبود معناداری داشت. یکی از دلایل مهم و شاید اصلی، بهبود عملکرد گروه آزمون در مقایسه با گروه کنترل را می‌توان به بهبود کنترل حرکتی نسبت داد؛ از جمله افزایش قدرت عضلات مرتبط با حفظ تعادل، بهبود استقامت عضلانی و ارتقای هماهنگی عضلانی. در گروه آزمون، تمرینات موجب بهبود قدرت و هماهنگی شدند که این عوامل نقش مستقیمی در بهبود تعادل ایفا می‌کنند. همچنین، افزایش قدرت و هماهنگی عضلانی می‌تواند نوسانات وضعیتی (پاسچرال) را کاهش دهد که خود از عوامل مؤثر در کاهش تعادل محسوب می‌شود.

لانگونی و همکاران [۲۷] به بررسی اثر تمرینات گروهی بر تعادل و عملکرد حرکتی سالمندان پرداختند. یافته‌های این پژوهش نشان داد پس از گذشت ۲۴ هفته، نمرات مربوط به تعادل و حرکات بدنی در سالمندان شرکت‌کننده بهبود قابل توجهی داشته است. در مقابل ویت و همکاران، در مطالعه خود بر روی ۹۰ سالمند (محدوده سنی ۶۳-۸۳ سال)، هیچ تفاوت معناداری در تعادل استاتیک و دینامیک مشاهده نکردند، که این ناهمسویی ممکن است به دلیل تفاوت برنامه تمرینی و سطح تناسب جسمانی اولیه شرکت‌کنندگان باشد [۲۸].

در ادامه، به منظور بررسی میزان تغییرات ایجاد شده در نمرات متغیرهای پژوهش، از آزمون تحلیل واریانس ترکیبی استفاده شد. نتایج حاصل از این آزمون نشان داد بین زمان (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) و گروه (کنترل و آزمون) تعامل معناداری در رابطه تمامی متغیرها وجود دارد ($P < 0.001$). همچنین، اثر اصلی زمان و اثر اصلی گروه نیز در ارتباط با متغیرهای مورد بررسی معنادار گزارش شد (جدول شماره ۳). ضمناً جهت تغییرات به این صورت بود، تعادل ایستا چشم‌باز (افزایش)، تعادل ایستا چشم‌بسته (افزایش)، تعادل پویا (کاهش)، زیرا زمان کمتر در TUG نشان‌دهنده بهبود وضعیت است، زمان واکنش (کاهش)، زیرا زمان کمتر نشان‌دهنده بهبود وضعیت است، سرعت راه رفتن (کاهش زمان، معادل افزایش سرعت)، طول گام (افزایش) و کیفیت زندگی (افزایش). همچنین میانگین پیش‌آزمون و پس‌آزمون در تمامی متغیرها در جدول شماره ۳ ارائه شده است.

بحث و نتیجه گیری

هدف این پژوهش، بررسی تأثیر ۸ هفته تمرینات فرآنکل بر تعادل ایستا و پویا، زمان واکنش، پارامترهای راه رفتن و کیفیت زندگی در مردان سالمند ۷۵ سال و بالاتر مراجعه‌کننده به مراکز مراقبت روزانه سالمندی شهر سبزوار بود.

جدول ۳. مقایسه نمرات آزمودنی‌ها قبل و بعد از آزمون براساس آنالیز واریانس ترکیبی

ضریب تأثیر	P*	F	میانگین ± انحراف معیار		گروه	متغیر
			پس‌آزمون	پیش‌آزمون		
۰/۸۶	< ۰/۰۰۱	۲۳۹/۸۵	۱۰/۸۲ ± ۱/۲۸	۱۱/۱۰ ± ۱/۵۲	کنترل	تعادل ایستا چشم‌باز (ثانیه)
			۱۳/۵۱ ± ۱/۱۷	۱۰/۹۲ ± ۱/۴۲		
۰/۶۹	< ۰/۰۰۱	۸۵/۴۸	۳/۷۱ ± ۰/۸۳	۳/۹۹ ± ۰/۹۱	کنترل	تعادل ایستا چشم‌بسته (ثانیه)
			۴/۶۴ ± ۱/۰۷	۳/۷۷ ± ۰/۹۶		
۰/۶۴	< ۰/۰۰۱	۷۰/۰۲	۱۸/۳۵ ± ۱/۴۹	۱۸/۲۳ ± ۱/۵۹	کنترل	تعادل پویا (ثانیه)
			۱۶/۶۴ ± ۱/۵۴	۱۸/۳۲ ± ۱/۷۴		
۰/۸۸	< ۰/۰۰۱	۳۰۱/۱۱	۱۲ ± ۱/۱۲	۱۱/۳۲ ± ۱/۴۲	کنترل	زمان پاسخ (ثانیه)
			۱۰/۲۶ ± ۱/۳۳	۱۲/۱۴ ± ۱/۴۹		
۰/۸۹	< ۰/۰۰۱	۳۳۹/۸۹	۱۴/۵۴ ± ۱/۳۲	۱۴/۴۲ ± ۱/۲۹	کنترل	سرعت راه رفتن (متر بر ثانیه)
			۱۲/۷۰ ± ۱/۲۶	۱۴/۸۶ ± ۱/۲۰		
۰/۸۴	< ۰/۰۰۱	۲۱۲/۳۰	۵۲/۰۶ ± ۴/۲۵	۵۲/۲۲ ± ۴/۵۱	کنترل	طول گام (سانتی متر)
			۵۷/۰۶ ± ۴/۴۷	۵۲/۸۵ ± ۴/۷۵		
۰/۸۷	< ۰/۰۰۱	۲۷۶/۶۰	۵۰/۸۲ ± ۱/۹۲	۵۲/۰۱ ± ۱/۹۴	کنترل	کیفیت زندگی (نمره)
			۶۰/۵۴ ± ۱/۶۸	۵۲/۱۷ ± ۱/۸۳		

*P ≤ ۰/۰۵

باین حال، مطالعات پیشین در این زمینه نتایج متفاوتی داشته‌اند. طراحی تمرینات هدفمند با تمرکز بر تعادل، قدرت عضلانی و انعطاف‌پذیری می‌تواند کیفیت و سرعت راه رفتن سالمندان را بهبود بخشد [۳۴].

بررسی اثربخشی تمرینات فراتکل بر کیفیت زندگی سالمندان حاکی از آن است که با کنترل نمرات پیش‌آزمون، گروه آزمون در مرحله پس‌آزمون نسبت به گروه کنترل بهبود معناداری در کیفیت زندگی نشان داد که با پژوهش‌های یلفانی و همکاران [۳۵] و جونز و همکاران [۳۶] هم سو بود. رابطه معنادار به‌دست‌آمده را می‌توان به تأثیر مثبت اجرای فعالیت‌های بدنی بر مجموعه‌ای از مؤلفه‌های آمادگی جسمانی نظیر قدرت و استقامت عضلانی، استقامت قلبی‌عروقی، انعطاف‌پذیری، سرعت، چابکی و تعادل نسبت داد. تمرینات منظم، به‌ویژه تمرینات هدفمند مانند تمرینات فراتکل، با بهبود این فاکتورها، توانایی افراد سالمند را در انجام فعالیت‌های روزمره افزایش داده و از طریق ارتقای عملکرد حرکتی، کاهش وابستگی و افزایش مشارکت در زندگی اجتماعی، منجر به بهبود قابل توجهی در کیفیت زندگی آنان می‌شوند [۳۷]. تمرینات فراتکل با بهبود تعادل، زمان واکنش، و پارامترهای راه رفتن، نه‌تنها عملکرد جسمانی سالمندان را ارتقا می‌دهند، بلکه با کاهش ترس از افتادن، استقلال عملکردی در فعالیت‌های روزمره را افزایش می‌دهند. این بهبودها احساس امنیت و اعتماد به‌نفس را تقویت کرده و مشارکت اجتماعی و تفریحی سالمندان را تسهیل می‌کنند که به‌نوبه‌خود کیفیت زندگی را بهبود می‌بخشد. این نتایج با یافته‌های عزیز و همکاران همخوانی دارد که نشان دادند مداخلات تمرینی با بهبود عملکرد جسمانی به افزایش استقلال عملکردی و امید به زندگی منجر می‌شوند [۳۸]، که این نتایج با یافته‌های پژوهش حاضر هم‌راستا هستند.

یافته‌های این پژوهش نشان‌دهنده آن است که تمرینات فراتکل به‌عنوان یک مداخله کم‌هزینه و ایمن، عملکرد حرکتی و کیفیت زندگی مردان سالمند ۷۵ سال و بالاتر مراجعه‌کننده به مراکز مراقبت روزانه سالمندی را به‌طور قابل توجهی بهبود می‌بخشد. کاربرد عملی این یافته‌ها در ادغام تمرینات فراتکل در برنامه‌های پیشگیری از سقوط و توان‌بخشی مراکز نگهداری است، جایی که محدودیت‌های محیطی و منابع وجود دارد. مداخلاتی مانند ترکیب تمرینات فراتکل با برنامه‌های آموزشی مجازی یا گروهی می‌تواند اثربخشی را افزایش دهد و به کاهش بار مراقبتی در سیستم‌های بهداشتی کمک کند.

برای مطالعات آینده، پیشنهاد می‌شود بررسی اثرات بلندمدت (مانند پیگیری ۶ ماهه) و مقایسه با گروه‌های دیگر (مانند زنان سالمند یا سالمندان ساکن منزل) انجام شود تا شواهد بیشتری برای تعمیم‌پذیری این مداخله فراهم گردد

همچنین بهبود معنادار تعادل پس از انجام تمرینات فراتکل را می‌توان به تقویت حس عمقی (پروپریوسپشن^{۱۰}) و افزایش کنترل پاسچرال نسبت داد [۲۹]. تمرینات فراتکل که بر حرکات ارادی و دقیق تمرکز دارند، با فعال‌سازی بخش‌های مغزی مرتبط با کنترل حرکات و هماهنگی عضلات، نقش مؤثری در بهبود تعادل ایفا می‌کنند. این تمرینات همچنین با تأکید بر کنترل حرکات اندام‌ها، عملکرد مخچه و سایر ساختارهای مسئول حفظ تعادل را تقویت می‌نمایند. شواهد پژوهشی پیشین نیز حاکی از آن است که تمرینات تعادلی و هماهنگ‌کننده می‌توانند خطر زمین خوردن در سالمندان را کاهش دهند [۲۹].

بهبود عملکرد سیستم عصبی مرکزی در پردازش و تفسیر محرک‌ها می‌تواند نقش کلیدی در ارتقای زمان واکنش ایفا کند. زمان واکنش به‌عنوان یکی از شاخص‌های مهم عملکرد شناختی- حرکتی، نشان‌دهنده توانایی سیستم عصبی مرکزی در تشخیص محرک، پردازش آن و تولید پاسخ حرکتی مناسب است. همان‌گونه که در مطالعات پیشین نیز اشاره شده، زمان واکنش بازتابی از سرعت پردازش اطلاعات توسط مغز و کارآمدی مسیرهای حسی- حرکتی است [۳۰]. تمرینات فراتکل با درگیر کردن هم‌زمان ذهن و بدن، مسیرهای عصبی را تقویت و پاسخ‌دهی سالمندان به محرک‌های محیطی را تسریع می‌کنند. این تمرینات منظم و هدفمند با افزایش فعالیت بدنی کنترل شده، هماهنگی عصبی-عضلانی را بهبود بخشیده، تأخیر عصبی-عضلانی^{۱۱} را کاهش داده و سرعت پاسخ‌دهی به محرک‌ها را افزایش می‌دهند. این اثرات به‌دلیل تقویت مسیرهای حسی- حرکتی و بهبود کارایی پاسخ‌های عصبی به سیگنال‌های حرکتی است که امکان اجرای سریع‌تر و دقیق‌تر حرکات را فراهم می‌کند [۳۱]. این نتایج هم‌جهت با پژوهش اردوغان‌اوغلو و همکاران می‌باشد [۳۲].

یافته‌های مطالعه حاضر نشان‌دهنده بهبود معنادار در شاخص‌های راه رفتن مانند سرعت گام برداری و طول گام برداری بوده است؛ این نتایج با یافته‌های تحقیق بابایی و همکاران نیز هم‌راستا هستند [۳۳]. سالمندان در فعالیت‌های روزمره برای حفظ تعادل و پیشگیری از زمین خوردن به گام برداری در سرعت‌ها و جهت‌های مختلف نیاز دارند. تغییرات در سرعت، طول، و زمان گام با نوسانات وضعیتی^{۱۲} و کاهش قدرت و هماهنگی عضلانی مرتبط است. تمرینات فراتکل با بهبود حس عمقی^{۱۳} و تقویت هماهنگی عصبی-عضلانی، نوسانات وضعیتی را در حین راه رفتن کاهش داده و ثبات دینامیک را افزایش می‌دهند که به بهبود پارامترهای راه رفتن و کاهش خطر سقوط کمک می‌کند [۳۴]. پروتکل این پژوهش همچنین با بهبود تعادل، قدرت عضلانی و جنبش‌پذیری مفاصل، سرعت و طول گام را افزایش داده است.

10. Proprioception
11. Electromechanical Delay
12. postural sway
13. proprioception

با در نظر گرفتن تمام تلاش پژوهشگران اما این مطالعه محدودیت‌هایی نیز داشت از جمله حجم نمونه نسبتاً کوچک (۴۰ مرد بالای ۷۵ سال در سبزوار) تعمیم‌پذیری به زنان و سالمندان مستقل را محدود می‌کند. کورسازی کامل به دلیل ماهیت تمرینات فرانکل ممکن نبود. همچنین پیگیری بلندمدت نتایج امکان‌پذیر نشد. امکان کنترل کامل عوامل مداخله‌گر (رژیم غذایی، خواب) نبود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

تحقیق حاضر دارای تأییدیه اخلاقی از کمیته اخلاق دانشگاه حکیم سبزواری به شماره (IR.HSU.REC.1404.010) می‌باشد، تمامی شرکت‌کنندگان رضایت‌نامه کتبی آگاهانه امضا کردند و از حقوق خود، شامل امکان انصراف در هر زمان بدون پیامد، آگاه شدند. هیچ‌گونه اطلاعات هویتی در گزارش نتایج استفاده نشد، و مداخله با رعایت استانداردهای ایمنی توسط کارشناس ارشد حرکات اصلاحی اجرا شد و همچنین تأکید می‌شود که ثبت رسمی در مرکز کار آزمایشی بالینی ایران (IRCT20220919055988N2) قبل از ورود اولین شرکت‌کننده و شروع جمع‌آوری داده‌ها صورت پذیرفته است تا الزامات اخلاقی رعایت شود.

حامی مالی

این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی دانشگاه حکیم سبزواری با شماره ۱۲۰۵۷/۱۴۰۴ است.

مشارکت نویسندگان

طراحی، نظارت و ویرایش نهایی: حسین شاه‌رخ؛ اجرای تمرینات، نگارش اولیه مقاله، تحلیل آماری داده‌ها و بازبینی نتایج: ابراهیم ابراهیمی؛ اجرای تمرینات فرانکل، نگارش و تحلیل داده‌ها: ابوالفضل ترخاسی؛ بررسی و تأیید نسخه نهایی: تمامی نویسندگان.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند هیچ‌گونه تضاد منافی وجود ندارد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از کلیه سالمندانی که با مشارکت مؤثر خود در انجام این پژوهش همکاری کردند، صمیمانه قدردانی می‌شود.

References

- [1] Mohammadzadeh S. [The effects of multisensory balance training on balance performance and fall risk reduction in elderly: A semi-experimental study (Persian)]. *J Healthy Ageing Exerc.* 2025; 1(1):16-28. [DOI:10.18502/tbj.v23i3.16485]
- [2] Farrokhnejad Z, Hosseini Abrishami L, Yazdan shenas A, Saeedeh Hosseini S. [The effect of eight weeks of selected vestibular exercises on functional balance, walking speed and quality of life of sedentary elderly men (Persian)]. *J Toloobehdasht.* 2024; 23(3):92-106. [DOI:10.18502/tbj.v23i3.16485]
- [3] 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 Clin Exp Res.* 2020; 32(9):1757-65. [DOI:10.1007/s40520-019-01358-5] [PMID]
- [4] Martínez-Amat A, Hita-Contreras F, Lomas-Vega R, Caballero-Martínez I, Alvarez PJ, Martínez-López E. Effects of 12-week proprioception training program on postural stability, gait, and balance in older adults: A controlled clinical trial. *J Strength Cond Res.* 2013; 27(8):2180-8. [DOI:10.1519/JSC.0b013e31827da35f] [PMID]
- [5] Shohani M, Mohammadnejad S, Khorshidi A, Kiani SM. Effectiveness of aerobic exercise on dimensions of quality of life in elderly females. *J Nurs Midwifery Sci.* 2019; 6(3):112-7. [DOI:10.4103/JNMS.JNMS_9_19]
- [6] Farsi A, Ashayeri H, Mohammadzadeh S. [The effect of six weeks balance training program on kinematic of walking in women elderly people (Persian)]. *Iran J Ageing.* 2015; 9(4):278-87. [Link]
- [7] Zakaria NA, Kuwae Y, Tamura T, Minato K, Kanaya S. Quantitative analysis of fall risk using TUG test. *Comput Methods Biomech Biomed Engin.* 2015; 18(4):426-37. [DOI:10.1080/10255842.2013.805211] [PMID]
- [8] Mohamed AA, El-Shamaa ET, Mohamed JAE-R. Assess the effect of exercises program on balance and prevention of recurrent falling among elderly people. *Minia Sci Nurs J.* 2019; 6(1):63-70. [DOI:10.21608/msnj.2022.136170.1024]
- [9] Noruzi Z. The effect of four weeks of selected balance exercises on reducing the risk of falling inactive elderly women with balance defects. *J Motor Behav Sci.* 2020; 3(2):123-7. [Link]
- [10] Ko EJ, Chun MH, Kim DY, Kang Y, Lee SJ, Yi JH, et al. Frenkel's exercise on lower limb sensation and balance in subacute ischemic stroke patients with impaired proprioception. *Neurol Asia.* 2018; 23(3):217. [Link]
- [11] Chundakal D, Kulkarni P, Chavan S, Prabhakar R. Effect of music therapy and frenkel exercise on reaction time in geriatric population-A comparative study. *Indian J Physiother Occup Ther.* 2021; 15(4):17. [DOI:10.37506/ijpot.v15i4.16491]
- [12] Tarakci E, Tarakci D, Hajebrahimi F, Budak M. Supervised exercises versus telerehabilitation. Benefits for persons with multiple sclerosis. *Acta Neurol Scand.* 2021; 144(3):303-11. [DOI:10.1111/ane.13448] [PMID]
- [13] Ghasemi E, Shayegannejad V, Ashtari F, Chitsaz A. [The effectiveness of Frenkel's and Swiss ball exercises on improved balance and decreased depression in patients with multiple sclerosis: A comparative study (Persian)]. *J Res Rehab Sci.* 2011; 7(3):278-83. [DOI:10.22122/jrrs.v7i3.278]
- [14] Mańko G, Pieniżek M, Tim S, Jekielek M. The effect of frankel's stabilization exercises and stabilometric platform in the balance in elderly patients: A randomized clinical trial. *Medicina.* 2019; 55(9):583. [DOI:10.3390/medicina55090583] [PMID]
- [15] World Health Organization (WHO). Working for health 2022-2030 action plan. Geneva: World Health Organization; 2022. [Link]
- [16] Silsupadol P, Shumway-Cook A, Lugade V, van Donkelaar P, Chou LS, Mayr U, et al. Effects of single-task versus dual-task training on balance performance in older adults: A double-blind, randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2009; 90(3):381-7. [DOI:10.1016/j.apmr.2008.09.559] [PMID]
- [17] Buchner DM, Cress ME, de Lateur BJ, Esselman PC, Margherita AJ, Price R, et al. The effect of strength and endurance training on gait, balance, fall risk, and health services use in community-living older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 1997; 52(4):M218-24. [DOI:10.1093/gerona/52A.4.M218] [PMID]
- [18] Moshref-Razavi S, Sohrabi M, Sotoodeh MS. [Effect of neurofeedback interactions and mental imagery on the elderly's balance (Persian)]. *Iran J Ageing.* 2017; 12(3):288-99. [DOI:10.21859/sija.12.3.288]
- [19] Corbin CB, Le Masurier GC. Fitness for life. Champaign: Human Kinetics; 2014. [Link]
- [20] Hemayattalab R, Gaeini A. [Study of reflect power and action speed of 11-14 year student with nelsons test (Persian)]. *Olympic.* 2002; 22(3):49-56. [Link]
- [21] Khezri A, Arab Ameri E, Hemayattalab R, Ebrahimi R. [The effect of sports and physical activity on elderly reaction time and response time (Persian)]. *Iran J Ageing.* 2014; 9(2):106-13. [Link]
- [22] Ware JEJ, Sherbourne CD. The MOS 36-Item Short-Form Health Survey (SF-36): I. Conceptual Framework and Item Selection. *Med Care.* 1992; 30(6):473-83. [DOI:10.1097/00005650-199206000-00002] [PMID]
- [23] Ware JE Jr, Gandek B. Overview of the SF-36 health survey and the international quality of life assessment (IQOLA) project. *J Clin Epidemiol.* 1998; 51(11):903-12. [DOI:10.1016/S0895-4356(98)00081-X] [PMID]
- [24] Montazeri A, Goshtasebi A, Vahdaninia M, Gandek B. The short form health survey (SF-36): Translation and validation study of the Iranian version. *Qual Life Res.* 2005; 14(3):875-82. [DOI:10.1007/s11136-004-1014-5] [PMID]
- [25] Moradi F, Parnian Y, Sakinepoor A, Norouzi Z, Mazidi M. Effect of frenkel's training on gait, postural stability and balance in elderly women with kyphosis. *J Health Care.* 2021. [DOI:10.52547/jhc.23.2.121]

- [26] Frankel R, Graber T. Realization of functional orthopedics using the Frankel exercise device. In: Graber T, editor. Physiologic principles of functional appliances. St. Louis: CV Mosby. [\[Link\]](#)
- [27] Langoni CDS, Resende TL, Barcellos AB, Cecchele B, da Rosa JN, Knob MS, et al. The effect of group exercises on balance, mobility, and depressive symptoms in older adults with mild cognitive impairment: A randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2019; 33(3):439-49. [\[DOI:10.1177/0269215518815218\]](#) [\[PMID\]](#)
- [28] Witte K, Emmermacher P, Pliske G. [Improvement of balance and general physical fitness in older adults by karate: A randomized controlled trial (German)]. *Complement Med Res*. 2017;24(6):390-393. [\[DOI:10.1159/000479151\]](#) [\[PMID\]](#)
- [29] Ghaderiyan M, Ghasemi G, Lenjannejadian S, Sadeghi Demneh E. [The effect of turning training in comparison with balance training on balance performance, mobility, turning and fear of falling in older adults (Persian)]. *Stud Sport Med*. 2022; 14(32):43-76. [\[DOI:10.22089/smj.2022.12339.1583\]](#)
- [30] Davranche K, Burle B, Audiffren M, Hasbroucq T. Physical exercise facilitates motor processes in simple reaction time performance: An electromyographic analysis. *Neurosci Lett*. 2006; 396(1):54-6. [\[DOI:10.1016/j.neulet.2005.11.008\]](#) [\[PMID\]](#)
- [31] Waheed A, Azharuddin M, Ahmad I, Noohu MM. Whole-body vibration, in addition to balance exercise, shows positive effects for strength and functional ability in patients with diabetic peripheral neuropathy: A single-blind randomized controlled trial. *J Diab*. 2021; 12(4):456-63. [\[DOI:10.4103/jod.jod_47_21\]](#)
- [32] Erdoğanoğlu Y, OKTAR BE, BODUR F. Effect of reaction time exercises on physical functionality and quality of life in geriatrics: A non-controlled study. *Bezmialem Sci*. 2024; 12(1):7-14. [\[DOI:10.14235/bas.galenos.2023.43660\]](#)
- [33] Babaei Khorzoghi M. [The effectiveness of a six-week selective rotary exercises program on the spatial and temporal gait parameters in elderly men (Persian)]. *Hayat*. 2020; 26(3):251-65. [\[Link\]](#)
- [34] Viswanathan A, Sudarsky L. Balance and gait problems in the elderly. *Handb Clin Neurol*. 2012; 103:623-34. [\[DOI:10.1016/B978-0-444-51892-7.00045-0\]](#) [\[PMID\]](#)
- [35] Yalfani A, Sahab Gholifar M, Raeisi Z, Asgarpoor Kaji A. [Effect of virtual reality training on quality of life and risk of falling in older men with nonspecific low back pain (Persian)]. *J Mod Med Inf Sci*. 2023; 9(2):144-55. [\[DOI:10.32598/JMIS.9.2.4\]](#)
- [36] Jones T, Moore T, Choo J. The impact of virtual reality on chronic pain. *Plos One*. 2016; 11(12):e0167523. [\[DOI:10.1371/journal.pone.0167523\]](#) [\[PMID\]](#)
- [37] Ahmadi M, Noudehi M, Esmaeili M, Sadrollahi A. [Comparing the quality of life between active and non-active elderly women with an emphasis on physical activity (Persian)]. *Iran J Ageing*. 2017; 12(3):262-75. [\[DOI:10.21859/sija.12.3.262\]](#)
- [38] Azizi M, Salehian M, Mazloom SR. [The effect of leisure time physical activity program on activities of daily living and hope in elderly men (Persian)]. *J Gerontol*. 2023; 8(6):82-95. [\[Link\]](#)

This Page Intentionally Left Blank