SALMAND
IRANIAN JOURNAL OF AGEING

Winter 2025. Vol 19. Issue 4

Research Paper

Investigating the Impact of Fall-proof Exercises on the Balance System of Elderly Women With Knee Osteoarthritis

*Hadis Sheikhshoaei[1], Saeid Bahiraei[1], Marta Safavi[2]

1. Department of Sport Injury and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.
2. Department of Sports and Exercise Medicine, Rasool Akram Hospital, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation Sheikhshoaei H, Bahiraei S, Safavi M. [Investigating the Impact of Fall-proof Exercises on the Balance System of Elderly Women With Knee Osteoarthritis (Persian)]. Iranian Journal of Ageing. 2025; 19(4):558-571. http://dx.doi.org/10.32598/sija.2023.3721.1

doi http://dx.doi.org/10.32598/sija.2023.3721.1

ABSTRACT

Objectives The impairment of balance is a significant complication that affects older people suffering from knee osteoarthritis, potentially leading to falls. This research was conducted to determine the effects of fall-proof exercises on the balance system of older women with knee osteoarthritis.

Methods & Materials In 2023, a quasi-experimental intervention with a pre-test-pos-ttest design was conducted on 25 older women aged 60-75, all diagnosed with knee osteoarthritis. They were divided into experimental and control groups. Participants in the experimental group engaged in targeted fall-proof exercises for 8 weeks, three days a week. The control group did not participate in any exercise activities. The mini-balance evaluation systems test (Mini-BESTest) assessed balance indices. Data analysis was performed using repeated measures analysis in SPSS version 26, with the significance level set at 0.05.

Results The results showed a significant increase in the total scores of the Mini-BESTest and its three subscales after implementing exercises in the experimental group ($F=42.51$, $P<0.001$, $\eta=0.69$). However, there was no significant difference in sensory orientation scores between the pretest and posttest assessments in the control groups ($P=1.0$, $Z=0$) and the experimental groups ($P=0.150$, $Z=1.41$). Additionally, significant differences were observed in the total scores of the Mini-BESTest and its two subscales between the control and experimental groups ($F=23.8$, $P=0.009$, $\eta=0.26$). However, no significant differences were found in the anticipatory and reactive postural control subscales scores among the experimental groups ($P>0.05$).

Conclusion The fall-proof exercise program is recommended for coaches and therapists to enhance the balance of elderly individuals with knee osteoarthritis. This recommendation is based on its effectiveness and cost-efficiency in not requiring expensive equipment.

Keywords Exercise program, Postural balance, Older people, Knee osteoarthriti

Article Info:
Received: 21 Aug 2023
Accepted: 19 Nov 2023
Available Online: 01 Jan 2025

* ***Corresponding Author:***
Hadis Sheikhshoaei
Address: Department of Sport Injury and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.
Tel: +98 (910) 3766466
E-mail: sheikhshoaei@sport.uk.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

Aging is a natural phenomenon influenced by biological, environmental, and psychological factors. As a result, significant changes occur in cells and tissues, leading to reduced efficiency and activity of organs and physiological processes [1]. One of the primary challenges faced by the elderly is chronic diseases, such as knee osteoarthritis [3]. This condition involves cartilage degradation and synovial inflammation, resulting in joint stiffness, swelling, pain, and reduced mobility [4]. The most common site of osteoarthritis is the knee joint [5]. Individuals with this condition face challenges, such as impaired proprioception and balance, which may lead to falls [7]. Accordingly, the present study assesses the effects of Fall-proof exercises on the balance system of elderly women with knee osteoarthritis.

Methods

This study was a semi-experimental intervention with a pre-test and post-test design with an applicable purpose. The research population comprised elderly women aged 60-75 years with knee osteoarthritis in Kerman City, Iran. Using G*Power software, version 3.1 and considering a repeated measures mixed statistical method, the sample size was determined to be 25 participants (effect size=0.4, significance level=0.05, statistical power=0.95). Volunteers were referred to a specialist to confirm the diagnosis of knee osteoarthritis. Initially, the Mini-BESTest was administered to assess balance indices for all participants. Subsequently, participants were randomly assigned to the fall-proof training group and the control group through a lottery. The participants in the experimental group performed Fall-proof exercises three times a week for eight weeks. During the study, the control group continued their usual daily activities without additional exercises. At the end of the intervention, all participants in both groups were reassessed. Data were analyzed using a repeated measures mixed-design test via the SPSS software, version 26 at a significance level of 0.05.

Results

To determine the homogeneity of demographic characteristics between groups, the independent t-test was applied. The results indicated no significant differences in age, height, body mass, body mass index, and osteoarthritis history between the groups (P>0.05). Furthermore, the homogeneity of pre-test scores on the Mini-BESTest and its subcategories was assessed using the independent t-test, revealing no significant differences between the experimental and control groups (P>0.05). In this study, given the assumptions were met, a parametric repeated measures analysis of variance was utilized (Table 1).

The results indicated a significant effect of time on the total Mini-BESTest scores (η^2=0.69, P<0.001, $F_{(1, 23)}$=51.42). Similarly, a significant effect of group was observed (η^2=0.26, P=0.009, $F_{(1, 23)}$=8.23).

Analysis of Mini-BESTest subcategories revealed that time had a significant effect on predictive scores (η^2=0.31, P=0.004, $F_{(1, 23)}$=10.25), while group effects were not significant (P=0.13, $F_{(1, 23)}$=2.46). Time significantly impacted reactive postural control scores (η^2=0.54, P<0.001, $F_{(1, 23)}$=27.04), whereas group effects were non-significant (P=0.16, $F_{(1, 23)}$=2.01). Additionally, significant effects of time (η^2=0.38, P<0.001, $F_{(1, 23)}$=14.15) and group (η^2=0.25, P=0.010, $F_{(1, 23)}$=7.94) were observed for dynamic gait scores.

Table 1. Results of repeated measures analysis of varince for the effect of training on overall mini-BEStest scores

Scale		Source	Sum of Squares	Degree of Freedom	Mean Squares	F	P	η^2
Mini-BESTest	Within-group	Time	60.33	1	60.33	51.42	<0.000*	0.69
		Time×group	48.33	1	48.33	41.19	<0.000*	0.64
		Error	26.99	23	1.17	.....	.....	.....
	Between-group	Group	61.82	1	61.82	8.23	0.009*	0.26
		Error	172.72	23	7.51	.....	.....	.....

*Significant differences at the 0.05 level.

Due to the non-normal distribution of sensory orientation data, Wilcoxon non-parametric tests were used to compare pre-test and post-test scores between groups. Results showed no significant differences in pre- and post-test sensory orientation scores in the control group (Z=0, P=1) or the experimental group (Z=1.41, P=0.15). However, the Mann-Whitney U test indicated significant differences in post-test sensory orientation scores between the experimental and control groups (U=37.5, P=0.026).

Conclusion

The findings suggest that eight weeks of Fall-proof exercises significantly improved Mini-BESTest scores, indicating enhanced balance in elderly women with knee osteoarthritis. Among the Mini-BESTest subcategories, predictive, reactive postural control, and dynamic gait scores significantly improved in the experimental group post-intervention. Furthermore, dynamic gait and sensory orientation scores differed significantly between the experimental and control groups. Considering the effectiveness and low cost of Fall-proof exercises, they are recommended to coaches and therapists for balance improvement and rehabilitation in elderly individuals with knee osteoarthritis.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This study was approved by the Research Ethics Committee of Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran (Code: IR.UK.REC.1402.005).

Funding

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

Authors' contributions

Conceptualization and methodology: Saeed Bahiraei, and Hadis Sheikh Shoaee; Statistical analysis: Saeed Bahiraei; Investigations: Hadis Sheikh Shoaee, and Marta Safavi; Initial draft preparation: Hadis Sheikh Shoaee; Review and editing: All authors; Resources: Hadis Sheikh Shoaee; Project administration: Saeed Bahiraei, and Marta Safavi.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgements

The authors express their gratitude to all individuals who contributed to the completion of this research.

مقاله پژوهشی

تأثیر تمرینات فال پروف بر وضعیت سیستم تعادلی زنان سالمند مبتلا به استئوآرتریت زانو

*حدیث شیخ شعاعی[۱]، سعید بحیرایی[۱]، مارتا صفوی[۲]

۱. گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.
۲. گروه پزشکی ورزش و ورزش، بیمارستان رسول اکرم دانشگاه علوم‌پزشکی ایران، تهران، ایران.

Use your device to scan and read the article online

Citation Sheikhshoaei H, Bahiraei S, Safavi M. [Investigating the Impact of Fall-proof Exercises on the Balance System of Elderly Women With Knee Osteoarthritis (Persian)]. Iranian Journal of Ageing. 2025; 19(4):558-571. http://dx.doi.org/10.32598/sija.2023.3721.1

doi http://dx.doi.org/10.32598/sija.2023.3721.1

چکیده

اهداف اختلال تعادل یکی از عوارض مهمی است که سالمندان مبتلا به استئوآرتریت زانو با آن درگیر هستند و می‌تواند افراد را در معرض زمین خوردن قرار دهد. این پژوهش با هدف تعیین تأثیر تمرینات فال پروف بر وضعیت سیستم تعادلی زنان سالمند مبتلا به استئوآرتریت زانو انجام شد.

مواد و روش‌ها مداخله‌ای نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون در سال ۱۴۰۲ بر روی ۲۵زن سالمند ۶۰ تا ۷۵ ساله مبتلا به استئوآرتریت زانو در ۲ گروه آزمایش و کنترل انجام شد. آزمودنی‌های گروه آزمایش به مدت ۸ هفته، ۳ روز در هفته و هر جلسه ۱ ساعت به تمرینات فال پروف پرداختند. گروه کنترل در هیچ تمرینی شرکت نکردند. از آزمون مینی‌بس برای ارزیابی شاخص تعادل استفاده شد. برای تحلیل اطلاعات از آزمون سنجش مکرر ترکیبی با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده شد.

یافته‌ها نتایج نشان داد نمرات کل آزمون مینی‌بس و۳ زیرمجموعه آن (پیش‌بینی‌کنندگی، کنترل وضعی واکنشی و راه رفتن پویا) پس از اجرای تمرینات در گروه آزمایش افزایش معناداری داشت ($F=۵۱/۴۲$، $P=۰/۰۰۱$، $\eta=۰/۶۹$). درحالی‌که بین نمرات جهت‌یابی حسی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در ۲ گروه کنترل ($P=۱$، $Z=۰$) و آزمایش ($P=۰/۱۵۰$، $Z=۱/۴۱$) تفاوت معناداری وجود نداشت. همچنین نمرات کل آزمون مینی‌بس و ۲ زیرمجموعه آن (راه رفتن پویا و جهت‌یابی حسی) بین گروه کنترل و آزمایش تفاوت معناداری داشت ($\eta=۰/۲۶$، $P=۰/۰۰۹$، $F_{1,23}=۸/۲۳$). درحالی‌که بین نمرات ۲ زیرمجموعه (پیش‌بینی‌کنندگی و کنترل وضعی واکنشی) بین گروه‌های آزمون اختلاف معناداری مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری برنامه تمرینی فال پروف باتوجه‌به اثرگذاری آن و همچنین عدم نیاز به داشتن وسایل پرهزینه، به مربیان و درمانگران جهت بهبود تعادل در سالمندان مبتلا به استئوآرتریت زانو، پیشنهاد می‌شود.

کلیدواژه‌ها برنامه تمرینی، تعادل وضعیتی، سالمند، استئوآرتریت زانو

اطلاعات مقاله:
تاریخ دریافت: ۳۰ مرداد ۱۴۰۲
تاریخ پذیرش: ۲۸ آبان ۱۴۰۲
تاریخ انتشار: ۱۲ دی ۱۴۰۳

* نویسنده مسئول:
حدیث شیخ شعاعی
نشانی: کرمان، دانشگاه شهید باهنر کرمان، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی.
تلفن: ۳۷۶۶۴۴۶۶ (۹۱۰) ۹۸+
پست الکترونیکی: sheikhshoaei@sport.uk.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

سالمندی یک پدیده طبیعی است که تحت تأثیر عوامل بیولوژیکی، محیطی و روانی قرار می‌گیرد؛ ازاین‌رو تغییرات چشمگیر در سلول‌ها و بافت‌ها ایجاد شده و همچنین کارآمدی و فعالیت ارگان‌ها و فرایندهای فیزیولوژیکی کاهش می‌یابد [۱]. براساس تعریف سازمان بهداشت جهانی[1] شروع سالمندی را در کشورهای درحال‌توسعه ۶۰ سال می‌دانند [۲]. یکی از مهم‌ترین مشکلات سالمندان ابتلا به بیماری‌های مزمن، ازجمله استئوآرتریت است [۳]. این بیماری با تخریب غضروف مفصلی و التهاب سینوویالی مشخص شده و منجر به سفتی مفصل، تورم، درد و فقدان حرکت‌پذیری می‌شود [۴]. زانو شایع‌ترین محل ابتلا به استئوآرتریت است [۵]. به‌طوری‌که مطالعات اخیر تخمین زده‌اند که شیوع استئوآرتریت زانو در مردان و زنان بالای ۶۵ سال به ترتیب ۶۰ و ۷۰ درصد است [۶]. یکی از عوارض مهمی که سالمندان مبتلا به استئوآرتریت زانو با آن درگیر هستند اختلال در حس عمقی و تعادل است که می‌تواند افراد را در معرض زمین خوردن قرار دهد [۷]. به‌طوری‌که مطالعات نشان داده است ۵۰ تا ۶۰ درصد افراد بالای ۶۰ سال که دچار استئوآرتریت زانو هستند، سالیانه ۱ یا ۲ بار زمین خوردن را تجربه می‌کنند [۸]. بنابراین افراد مبتلا به استئوآرتریت زانو در مقایسه با افراد سالم در معرض خطر سقوط بیشتری هستند [۹]. در افراد دچار استئوآرتریت زانو کاهش قدرت عضلات اندام تحتانی موجب قرارگیری مرکز ثقل در جلوی مفصل مچ پا می‌شود که خود باعث اختلال در تعادل و منجر به افتادن می‌شود؛ به علاوه افرادی که مبتلا به استئوآرتریت زانو هستند حس عمقی کمتری دارند که ممکن است ناپایداری وضعیتی و خطر سقوط را در آن‌ها افزایش دهد [۱۰]. بنابراین باتوجه‌به اینکه در افراد مبتلا به استئوآرتریت زانو عضلات چهارسرران ضعیف شده و همچنین حس عمقی در این افراد کاهش یافته است و این ۲ مؤلفه از عوامل بسیار مهم در کنترل تعادل هستند، این بیماران دچار اختلال در تعادل می‌شوند [۱۱].

برای دستیابی به نتایج مناسب، درمانگران باید بتوانند افراد در معرض مشکلات تعادلی را شناسایی و سپس برای انتخاب بهترین روش مداخله و توانبخشی اقدام کنند. ازاین‌رو، آزمون‌های زیادی برای ارزیابی تعادل سالمندان وجود دارد [۱۲، ۱۳]. ازآنجایی‌که کنترل پاسچر چندین زیرمجموعه را دربر می‌گیرد (به‌عنوان مثال تنظیمات وضعیتی پیش‌بینی‌کننده، پاسخ‌های وضعیتی، جهت‌گیری حسی، ثبات در راه رفتن) مهم است که بتوانیم مشخص کنیم هریک از آن‌ها به‌صورت جداگانه در هر شرایط چگونه تحت تأثیر قرار می‌گیرند. از طرف دیگر باتوجه‌به شیوع بالا [۵] و عوارض متعدد [۷] استئوآرتریت زانو، توان‌بخشی این بیماران از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

مطالعه پژوهش‌های انجام‌گرفته در ارتباط با استفاده از تمرین جهت بهبود تعادل بیماران مبتلا به استئوآرتریت نشان می‌دهد تمرین‌درمانی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است [۱۴]. تاکنون شکل‌های مختلفی از تمرینات، شامل تمرینات قدرتی، ایزومتریک، هوازی، طیف وسیعی از تمرینات حرکتی، انعطاف‌پذیری و تعادل برای توان‌بخشی استئوآرتریت زانو استفاده شده است [۱۵]. یکی از برنامه‌های ورزشی موفق تمرینات فال پروف است که توسط دبرا جی رز و همکاران در سال ۲۰۱۱ با هدف استقلال عملکردی فرد و کاهش خطر افتادن در سالمندان تدوین شده است [۱۶]. تاکنون تحقیقات متعددی اثرگذاری تمرینات فال پروف را در سالمندان بررسی کرده‌اند. در همین راستا نتایج تحقیق خازنین و همکاران (۱۳۹۹) نشان داد تمرینات منتخب فال پروف موجب بهبود تعادل ایستا و پویای مردان سالمند شده است [۱]. اوشو و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهشی نشان دادند برنامه تعادلی فال پروف در سالمندان موجب بهبود قابل‌توجهی در تعادل می‌شود. درحالی‌که بهبود ترس از سقوط معنادار نبود [۱۷]. نتایج تحقیق رئیسی و همکاران (۱۴۰۰) نشان داد ۸ هفته تمرینات فال پروف به‌صورت نظارت‌شده در خانه تأثیر مثبت و معناداری بر تعادل و کنترل پاسچر، کیفیت زندگی و ترس از سقوط سالمندان دارد [۱۸].

علی‌رغم تحقیقات متعدد انجام‌شده در این زمینه، تحقیقی که اثرات این پروتکل تمرینی را در سالمندان مبتلا به استئوآرتریت زانو بررسی کرده باشد یافت نشد. همچنین در هیچ‌کدام از تحقیقات گذشته اثرات تمرینات فال پروف بر وضعیت سیستم تعادلی سالمندان بررسی نشده است. بنابراین هدف از تحقیق حاضر تعیین تأثیر ۸ هفته تمرینات فال پروف بر وضعیت سیستم تعادلی زنان سالمند مبتلا به استئوآرتریت زانو بود.

روش مطالعه

نوع تحقیق

مطالعه حاضر یک مطالعه مداخله‌ای نیمه‌تجربی[2] با طرح قبل و بعد و به لحاظ هدف کاربردی بود.

آزمودنی‌ها

جامعه موردبررسی در تحقیق حاضر شامل کلیه زنان سالمند ۶۰ تا ۷۵ سال دچار استئوآرتریت زانو در شهر کرمان بود. نمونه آماری از میان زنان عضو کانون بازنشستگان شهر کرمان انتخاب شد. از این جامعه ۳۰ نفر به‌صورت هدف‌دار و براساس معیارهای ورود و خروج به‌عنوان نمونه‌های پژوهش انتخاب شدند. برای تعیین حجم نمونه در تحقیق حاضر از نرم‌افزار G power استفاده شد. بر مبنای این نرم‌افزار و باتوجه‌به روش آماری سنجش مکرر

1. World Health Organization (WHO)

2. Quasi-experimental

ترکیبی[3] حجم نمونه با اندازه اثر ۰/۴، سطح معنی‌داری ۰/۰۵ و توان آماری ۰/۹۵ برای هر گروه، ۱۲ نفر در نظر گرفته شد. با در نظر گرفتن احتمال ریزش نمونه‌ها حین تحقیق، نمونه آماری شامل ۱۵ نفر آزمودنی به‌عنوان گروه کنترل و ۱۵ نفر آزمودنی به‌عنوان گروه تمرینات فال پروف انتخاب شد.

معیارهای ورود و خروج نمونه‌ها

معیارهای ورود نمونه‌ها به تحقیق شامل جنسیت زن و قرار داشتن در محدوده سنی ۶۰ تا ۷۵ سال، توانایی در راه رفتن و انجام فعالیت‌های روزمره بدون استفاده از وسیله کمکی، دارا بودن علائم استئوآرتریت زانو تأییدشده توسط پزشک متخصص و درد زانو به مدت حداقل ۳ ماه (داشتن درد مزمن) بود [۱۱]. معیارهای خروج نمونه‌ها از تحقیق نیز شامل شرکت نکردن در بیشتر از ۳ جلسه تمرینی [۱۱]، انجام فیزیوتراپی در ۱۲ ماه گذشته، جراحی زانو در ۱۲ماه گذشته [۱۴]، سابقه تعویض مفصل در اندام تحتانی، تزریق درون‌مفصلی استروئید در۶ ماه گذشته، سابقه بیماری‌های تهدیدکننده مفصل (مانند آرتریت روماتوئید و پوکی استخوان) و یا شرایط پزشکی حاد (سرطان، ام اس و پارکینسون) بود [۳].

روند اجرای تحقیق

ابتدا فرم رضایت‌نامه، پرسش‌نامه آمادگی فعالیت بدنی و پرسش‌نامه اطلاعات فردی و پزشکی که شامل ابتلا به بیماری‌ها و سابقه جراحی اندام تحتانی بود، توسط کسانی که تمایل داشتند در تحقیق شرکت کنند تکمیل شد. براساس اطلاعات به‌دست‌آمده از این فرم‌ها تعدادی از افراد، ازجمله کسانی که سابقه جراحی زانو و یا انجام فیزیوتراپی در چند ماه اخیر داشتند کنار گذاشته شدند. بقیه افراد به پزشک متخصص برای معاینه و تأیید استئوآرتریت زانو ارجاع داده شدند که درنهایت ۳۰ نفر از افراد واجد شرایط برای شرکت در تحقیق دعوت شدند. پس از ارزیابی‌های اولیه آزمودنی‌ها شماره‌گذاری شدند و با انجام قرعه کشی به‌صورت تصادفی در ۲ گروه تمرینی فال پروف (۱۵ نفر) و گروه کنترل (۱۵ نفر) قرار گرفتند. ۵ نفر از آزمودنی‌ها در طول تحقیق انصراف داده (به دلایل شخصی) و یا از تحقیق کنار گذاشته شدند (به علت غیبت بیشتر از ۳ جلسه). بنابراین انتهای تحقیق، تعداد آزمودنی‌های گروه آزمایش ۱۲ نفر و تعداد آزمودنی‌های گروه کنترل ۱۳ نفر بود. ۳ روز بعد از اتمام پیش‌آزمون، آزمودنی‌های گروه آزمایش به سالن واقع در پارک مادرکرمان مراجعه کردند تا در جلسات پروتکل تمرینی فال پروف شرکت کنند (تصویر شماره ۱). در تمام مدت اجرای تحقیق، آزمودنی‌های گروه کنترل تنها به اجرای فعالیت‌های عادی روزمره خود می‌پرداختند؛ البته پیش از شروع اندازه‌گیری‌ها به آزمودنی‌های گروه کنترل قول داده شد که پس از انجام پس‌آزمون توصیه‌ها و تمریناتی در جهت کاهش درد دریافت خواهند کرد.

3. Mixed repeated measures ANOVA

برنامه تمرینی

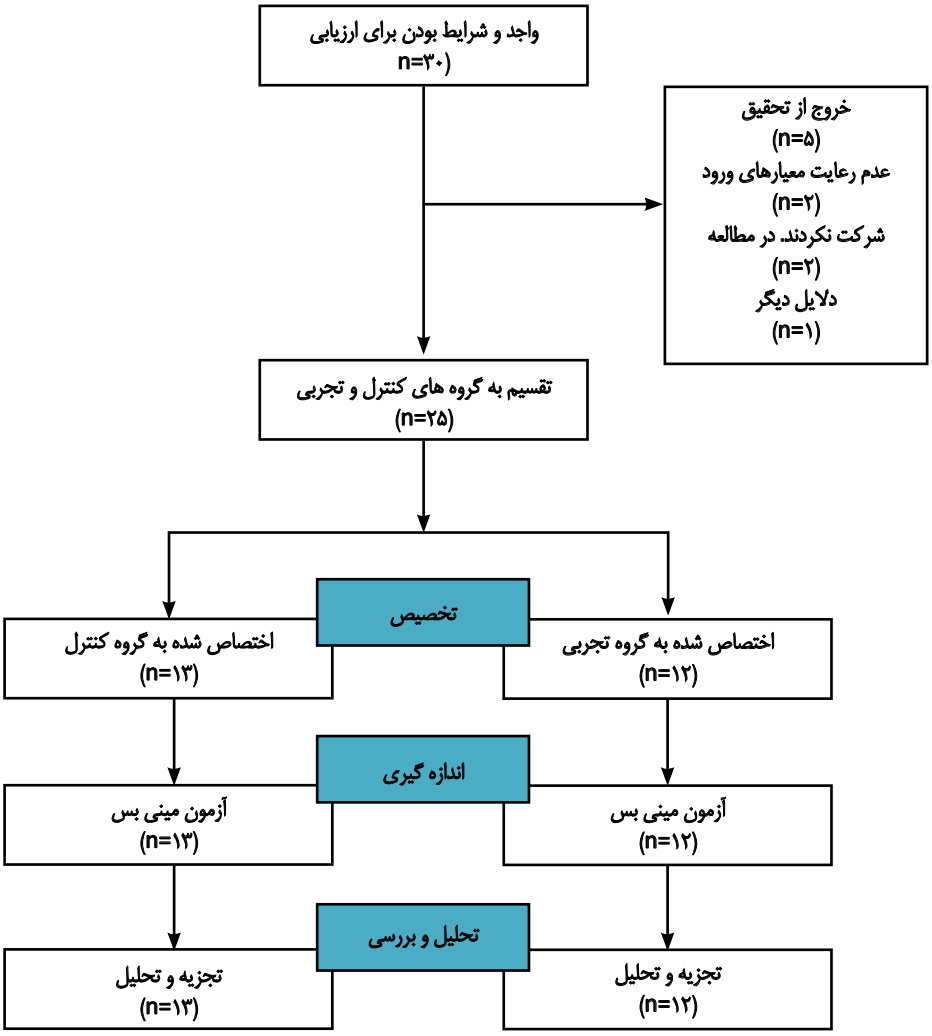
تمرینات فال پروف به مدت ۸ هفته و به‌صورت ۳ جلسه در هفته روزهای فرد از ساعت ۹ صبح برگزار شد. هر جلسه تمرینی یک ساعت به طول انجامید که ۱۰ دقیقه به گرم کردن با حرکات کششی ایستا و در ادامه ۴۰ دقیقه به تمرینات فال پروف اختصاص داده شد و در پایان نیز سرد کردن به مدت ۱۰ دقیقه انجام شد. تمرینات به کار گرفته‌شده در پژوهش حاضرشامل مجموعه‌ای از تمرینات چندحسی (بینایی، وستیبولار، حسی‌پیکری)، کنترل مرکز ثقل، راهبردهای قامتی و همچنین تمرینات قدرتی بود که شامل بالا آوردن پنجه و پاشنه، اکستنشن زانو، فلکشن زانو، نزدیک کردن ران و دور کردن ران است. هر سطح شامل ۲ هفته بود که تمرینات چندحسی و کنترل مرکز ثقل در هفته دوم باتوجه‌به شرایط افراد و میزان چالش آن افزایش پیدا کرد. تمرینات راهبرد قامتی از سطح ۲ در برنامه گنجانده شد. این‌گونه که در سطح ۲، هفته سوم و چهارم تمرینات راهبرد مچ پا؛ درسطح ۳، هفته پنجم و ششم راهبرد مفصل ران و سطح ۴ هفته هفتم و هشتم تمرین راهبرد گام برداشتن ارادی و غیرارادی قرار گرفت. همچنین تمرینات قدرتی که بخش پایین تنه را دربر می‌گرفت، در هر سطح باتوجه‌به اصل اضافه بار پیشرفت می‌کرد (زمانی که انجام تمرین برای آزمودنی‌ها راحت می‌شد) که این پیشرفت، شامل افزایش مقدار وزنه، افزایش تعداد تکرار و ست‌های تمرین و استفاده و عدم استفاده از ابزار کمکی بود. اگر تمرینی موجب افزایش درد در افراد می‌شد، انجام آن متوقف شده و یا در صورت امکان تمرین با شرایط فرد تطبیق داده می‌شد. پروتکل تمرینی فال پروف در جدول شماره ۱ به‌طور کامل توضیح داده شده است [۱۶].

نحوه اندازه‌گیری متغیرها

آزمون ارزیابی سیستم‌های تعادلی (آزمون بس)[4]

آزمون ارزیابی سیستم‌های تعادلی یک ابزار جدید برای ارزیابی تعادل است که برای شناسایی مشکلات خاص کنترل پاسچر طراحی شده است [۱۹] و ۶ جنبه مختلف تعادل را از یکدیگر متمایز می‌کند [۲۰]. درواقع آزمون بس برای ارزیابی ۶ سیستم کنترل تعادل طراحی شده است: ۱. محدودیت‌های بیومکانیکی[5]، ۲. محدودیت‌های ثبات و عمود بودن[6]، ۳. تنظیمات وضعیتی پیش‌بینی‌کننده[7]، ۴. پاسخ‌های وضعیتی[8]، ۵. جهت‌گیری حسی[9]،

4. Balance Evaluation Systems Test (BESTest)
5. Biomechanical Constraints
6. Stability Limits and Verticality
7. Anticipatory Postural Adjustments
8. Postural Responses
9. Sensory Orientation



تصویر ۱. روند اجرای پژوهش

۶. ثبات در راه رفتن[10] [۲۱]. ازآنجایی‌که این ارزیابی شامل ۳۶ بخش است و بین ۳۰ تا ۳۵ دقیقه زمان می‌برد، نسخه کوتاه‌تر این آزمون تحت عنوان آزمون مینی‌بس[11] توسعه یافته که شامل ۱۴ بخش است و ۱۰ دقیقه زمان می‌برد [۱۹]. این تست وظایف عملکردی مربوط به تعادل پویا، مثل ثبات پویای تنه، انتقالات، راه رفتن، تنوع سطوح حمایتی و شرایط بینایی، واکنش نسبت به نیروهای خارجی و عملکرد حین وظایف دوگانه (با چالش شناختی) را بررسی می‌کند [۲۲].

در پیش‌آزمون ابتدا قد، وزن و سپس‌آزمون مینی‌بس در تمامی آزمودنی‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. آزمون مینی‌بس شامل ۱۴ آیتم در ۴ بخش است که عملکرد آزمودنی در هر آیتم از صفر تا ۲ امتیاز می‌گیرد. آزمونگر قبل از ارزیابی و امتیاز دادن به فرد شرکت‌کننده هر آیتم را توضیح و سپس نشان می‌داد. درنهایت امتیاز همه آیتم‌ها برای به دست آوردن امتیاز کل که دامنه آن از صفر تا ۲۸ است جمع شد که امتیاز بالاتر نشان‌دهنده عملکرد تعادلی بهتر است [۲۳]. براساس تحقیقات انجام‌شده، نسخه فارسی آزمون بس و نسخه خلاصه آن (آزمون مینی‌بس) پایایی (ICC=۰/۸۹۳-۰/۹۴۵) و روایی (۰/۷۱۶-۰/۸۲۷) لازم را برای نمونه‌های ایرانی دارا هستند [۲۴، ۲۵].

پس از ۸ هفته اعمال تمرینات فال پروف برای گروه آزمایش، تمامی آزمودنی‌های گروه کنترل و آزمایش ۳ تا ۵ روز بعد از اتمام تمرینات مورد ارزیابی مجدد قرار گرفتند و مراحل مختلف اندازه‌گیری آزمون مینی‌بس مانند پیش‌آزمون مجدداً اجرا شد. تمامی آزمایش‌های صورت‌گرفته توسط محقق و در بهار ۱۴۰۲ صورت پذیرفت.

10. Stability in Gait
11. Mini Balance Evaluation Systems Test (Mini-BESTest)

جدول ۱. برنامه تمرینی فال پروف

سطح اول هفته اول و دوم	سطح دوم هفته سوم و چهارم	سطح سوم هفته پنجم و ششم	سطح چهارم هفته هفتم و هشتم
نزدیک کردن ران در حالت نشسته (توپ پیلاتس بین ران‌ها) تکرار ۵ × ۳	بالا آوردن پاشنه‌ها در وضعیت ایستاده با حمایت تکرار ۱۰ × ۲	بالا آوردن پاشنه‌ها در وضعیت ایستاده بدون حمایت تکرار ۱۰ × ۲	بالا آوردن پاشنه‌ها با حمایت با وزنه‌های ۰/۵کیلوگرمی به مچ هر پا تکرار ۱۰ × ۲
دور کردن ران در حالت نشسته تراباند زرد تکرار ۵ × ۳	بالا آوردن پنجه‌ها در وضعیت ایستاده با حمایت تکرار ۱۰ × ۲	بالا آوردن پنجه‌ها در وضعیت ایستاده بدون حمایت تکرار ۱۰ × ۲	بالا آوردن پنجه‌ها با حمایت با وزنه‌های ۰/۵کیلوگرمی به مچ هر پا تکرار۱۰ × ۲
خم کردن زانو در حالت ایستاده با حمایت (گرفتن صندلی) تکرار ۸ × ۳	نزدیک کردن ران در حالت نشسته (توپ پیلاتس بین ران‌ها) تکرار ۵ × ۳	نزدیک کردن ران در حالت نشسته (توپ پیلاتس بین ران‌ها) تکرار ۵ × ۳	نزدیک کردن ران در حالت نشسته (توپ پیلاتس بین ران‌ها) تکرار ۵ × ۳
باز کردن زانو با حمایت در حالت ایستاده تکرار ۸ × ۳	دور کردن ران در حالت نشسته تراباند قرمز تکرار ۵ × ۳	دور کردن ران در حالت نشسته تراباند مشکی تکرار ۵ × ۳	دور کردن ران در حالت نشسته تراباند مشکی تکرار ۵ × ۳
تمرین تعادلی در حالت نشسته روی توپ سوئیس بال با نگهدارنده ثانیه۳۰ × ۳	باز کردن زانو در حالت ایستاده بدون حمایت تکرار ۸ × ۳	خم کردن زانو با حمایت وزنه ۰/۵کیلوگرم تکرار ۸ × ۳	خم کردن زانو با حمایت وزنه ۱کیلوگرم تکرار ۸ × ۳
تمرین تعادلی بالا بردن و باز کردن زانو روی توپ سوئیس بال با نگهدارنده تکرار ۱۰ × ۲	خم کردن زانو در حالت ایستاده بدون حمایت تکرار ۸ × ۳	باز کردن زانو با حمایت وزنه ۰/۵ کیلوگرم تکرار ۸ × ۳	باز کردن زانو با حمایت وزنه ۱ کیلوگرم تکرار ۸ × ۳
دریافت توپ در جهات مختلف در حالت نشسته روی توپ سوئیس بال	تمرین کنترل مرکزثقل (قدم رو درجا) ثانیه ۳۰ × ۳	گام برداری به‌صورت چهار گوش تکرار ۸ × ۳	بالا رفتن با یک پا بر روی تخته استپ بامکث ۳ ثانیه تکرار ۵ × ۳
راه رفتن روی تشک اسفنجی و تمرکز روی هدف عمودی	نشستن روی توپ سوئیس بال بدون نگهدارنده و نگاه کردن به صفحه شطرنجی ثانیه ۲۰ × ۳	ایستادن درحالی‌که توپ بین دو دست ردوبدل می‌شود ثانیه ۲۰ × ۳	راه رفتن با خواندن متن جلوی چشمان
نشستن روی توپ سوئیس بال با نگهدارنده و فوم زیر پاها و جابه‌جایی توپ بین دست‌ها (تمرین دهلیزی)	نشستن روی توپ سوئیس بال با نگهدارنده و فوم زیر پاها و تمرکز به هدف عمودی ثانیه ۱۵ × ۳	ایستادن بر روی فوم به‌صورت پنجه پای عقب پشت پاشنه پای جلو (تاندم) ثانیه ۱۰ × ۳	کشیدن شکل با یک پا و تمرکز به هدف عمودی ۱۰ × ۳ثانیه
—	ایستادن با چشمان بسته بر روی تشک اسفنجی با ضخامت کم ثانیه ۱۵ × ۳	راه رفتن روی تشک اسفنجی با چشمان بسته	راه رفتن با چرخش سر به طرفین درمسیر با عرض ۳۰ سانتی‌متر
—	تمرین راهبرد مچ پا (نوسان بین ۲ صندلی درحالی‌که بالاتنه و پایین‌تنه در یک جهت حرکت می‌کنند) تکرار ۵ × ۲	تمرین راهبرد مفصل ران (نوسان به جلو و عقب بر روی نیم غلتک اسفنجی درحالی‌که بالاتنه و پایین‌تنه در جهت مخالف حرکت می‌کنند) تکرار۵ × ۲	راهبرد گام برداشتن ارادی و غیرارادی

سالمند

نحوه تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

اطلاعات خام به‌دست‌آمده از متغیر تحقیق با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ و با بهره‌گیری از آمار توصیفی و استنباطی مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. بدین صورت که به‌منظور تعیین نرمال بودن داده‌های مربوط به نمرات کلی آزمون مینی‌بس و زیرمجموعه‌های مربوط به آن (پیش‌بینی‌کنندگی، کنترل وضعی واکنشی، جهت‌یابی حسی و راه رفتن پویا) از آزمون شاپیرو ویلک[12] استفاده شد که نتایج این آزمون برای تمامی متغیرهای پژوهش (به غیر از جهت‌یابی حسی) در هر دو گروه کنترل و آزمایش در پیش‌آزمون و پس‌آزمون معنی‌دار بود، بدین معنی که این متغیرها از توزیع طبیعی برخوردار بودند (P>۰/۰۵). همچنین جهت بررسی همگنی واریانس گروه‌ها از آزمون لون[13] استفاده شد که نتایج این آزمون نشان داد واریانس گروه‌ها در

12. Shapiro-wilk test
13. Levene's test

جدول ۲. نتایج آزمون تی مستقل جهت بررسی وجود اختلاف در مشخصات جمعیت‌شناختی گروه کنترل و آزمایش

متغیرها / گروه	میانگین±انحراف معیار		t	P
	کنترل	آزمایش		
سن (سال)	۶۷/۶۱±۷/۸۶	۶۶/۸۳±۶/۹۷	-۰/۲۶	۰/۷۹۰
قد (متر)	۱/۵۷±۰/۰۵	۱/۵۹±۰/۰۵	۰/۹۴	۰/۳۵۰
جرم بدن (کیلوگرم)	۶۸/۶۶±۵/۹۵	۷۳/۵۳±۷/۶۷	۱/۷۷	۰/۰۸۰
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۷/۹۳±۳/۰۹	۲۹/۰۸±۳/۴۲	۰/۸۸	۰/۳۸۰
سابقه استئوآرتریت (سال)	۲/۲۳±۱/۳۰	۲/۲۹±۱/۰۹	۰/۱۲	۰/۹۰۰

سالمند

پیش‌آزمون و پس‌آزمون دارای همگنی کافی جهت انجام تحلیل واریانس هستند (P>۰/۰۵). همچنین همگنی ماتریس‌های واریانس کوواریانس با استفاده از آزمون ام‌باکس تأیید شد (۰/۰۰۱ >P). بدین‌ترتیب جهت مقایسه میانگین اطلاعات پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه‌های کنترل و آزمایش از آزمون آنالیز واریانس مکرر ترکیبی استفاده شد.

یافته‌ها

آزمودنی‌های پژوهش حاضر شامل ۲۵ زن سالمند با میانگین سنی ۶۷/۲۴±۷/۳۱ سال بودند که در دو گروه کنترل و آزمایش قرار داشتند. به‌منظور تعیین همگن بودن گروه‌ها در خصوصیات جمعیت‌شناختی و باتوجه‌به برقرار بودن شرط توزیع طبیعی داده‌ها، از آزمون تی مستقل برای مقایسه ۲ گروه استفاده شد که نتایج این آزمون در جدول شماره ۲ ارائه شده است. نتایج آزمون تی مستقل نشان داد بین سن، قد، جرم بدن، شاخص توده بدنی [14] و سابقه ابتلا به استئوآرتریت گروه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (P>۰/۰۵).

میانگین و انحراف معیار نمرات آزمون مینی‌بس به تفکیک گروه‌ها در مراحل مختلف تست‌گیری در جدول شماره ۳ ارائه شده است.

همچنین جهت بررسی همگن بودن گروه‌ها در نمرات آزمون مینی‌بس و زیرمجموعه‌های آن در پیش‌آزمون و باتوجه‌به برقرار بودن شرط توزیع طبیعی داده‌ها از آزمون تی مستقل استفاده شد که نتایج این آزمون در جدول شماره ۴ ارائه شده است.

براین‌اساس نتایج آزمون تی مستقل نشان داد بین نمرات آزمون مینی‌بس و زیرمجموعه‌های آن در آزمودنی‌های گروه کنترل و آزمایش در پیش‌آزمون اختلاف معنی‌داری وجود ندارد و گروه‌ها در این متغیرها همگن هستند (P>۰/۰۵). همچنین به علت عدم تأیید پیش‌فرض توزیع طبیعی داده‌ها برای نمرات جهت‌یابی حسی، از آزمون معادل ناپارامتریک (یومن ویتنی) جهت مقایسه نمرات پیش‌آزمون گروه کنترل و آزمایش استفاده شد که نتایج این آزمون نشان داد بین نمرات جهت‌یابی حسی گروه‌ها، اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (P=۰/۱۳۷).

باتوجه‌به تأیید پیش‌فرض‌ها، در این تحقیق از آزمون پارامتریک تحلیل واریانس ترکیبی با اندازه‌گیری مکرر استفاده شد (جدول شماره ۵).

نتایج این آزمون نشان داد یک اثر تعاملی معنی‌دار بین زمان (پیش‌آزمون، پس‌آزمون) و گروه (کنترل و آزمایش) در نمرات کلی آزمون مینی‌بس وجود دارد ($F_{1,23}$=۴۱/۱۹، P<۰/۰۰۱، η=۰/۶۴) (جدول شماره ۵).

براساس جدول شماره ۵ تأثیر زمان اندازه‌گیری بر نمرات کلی آزمون مینی‌بس معنی‌دار است ($F_{1,23}$=۵۱/۴۲، P<۰/۰۰۱، η=۰/۶۹). درنتیجه می‌توان بیان کرد میانگین نمرات کلی آزمون مینی‌بس در پیش‌آزمون و پس‌آزمون تفاوت معنی‌داری دارد. همچنین اثر اصلی گروه نیز بر نمرات کلی آزمون مینی‌بس ($F_{1,23}$=۸/۲۳، P=۰/۰۰۹، η=۰/۲۶) معنی‌دار است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت صرف نظر از زمان اندازه‌گیری بین میانگین نمرات آزمون مینی‌بس در گروه کنترل و آزمایش تفاوت معناداری وجود دارد.

به علاوه بررسی آزمون تحلیل واریانس ترکیبی در زیرمجموعه‌های مربوط به آزمون مینی‌بس نشان داد تأثیر زمان اندازه‌گیری بر نمرات پیش‌بینی‌کنندگی ($F_{1,23}$=۱۰/۲۵، P=۰/۰۰۴، η=۰/۳۱) معنادار بوده است. درحالی‌که تأثیر گروه در این متغیر ($F_{1,23}$=۲/۴۶، P=۰/۱۳۰) معنادار نبوده است. همچنین نتایج حاکی از آن بود که تأثیر زمان اندازه‌گیری بر نمرات کنترل وضعی واکنشی معنادار بوده است ($F_{1,23}$=۲۷/۰۴، P=۰/۰۰۰، η=۰/۵۴). درحالی‌که تأثیر گروه در این متغیر ($F_{1,23}$=۲/۰۱، P=۰/۱۶۰) معنادار نبوده است. به علاوه نتایج نشان داد تأثیر زمان اندازه‌گیری بر نمرات راه رفتن پویا ($F_{1,23}$=۱۴/۱۵، P=۰/۰۰۱، η=۰/۳۸) و تأثیر گروه بر نمرات این متغیر ($F_{1,23}$=۷/۹۴، P=۰/۰۱۰، η=۰/۲۵) معنادار بوده است.

14. Body Mass Index

جدول ۳. نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون آزمون مینی‌بس

متغیرها / گروه	زیرمجموعه‌ها	میانگین±انحراف معیار	
		کنترل	آزمایش
آزمون مینی‌بس	پیش‌بینی‌کنندگی	۳/۶۹±۱/۳۱	۳/۸۳±۰/۹۴
	کنترل وضعی واکنشی	۳/۶۱ ±۱/۱۲	۳/۵۰±۰/۹۰
	جهت‌یابی حسی	۵/۲۳ ±۰/۴۴	۵/۵۸ ±۰/۵۱
پیش‌آزمون	راه رفتن پویا	۶/۶۱±۱/۷۱	۷/۴۲±۱/۴۴
	نمره کل	۱۹/۱۵±۳/۵۵	۲۰/۳۳±۲/۵۳
آزمون مینی‌بس	پیش‌بینی‌کنندگی	۳/۶۹±۱/۰۳	۴/۸۳± ۱/۰۳
	کنترل وضعی واکنشی	۳/۶۹±۱/۱۰	۴/۹۲±۰/۹۹
	جهت‌یابی حسی	۵/۲۳ ±۰/۴۴	۵/۷۵ ±۰/۴۵
پس‌آزمون	راه رفتن پویا	۶/۷۷±۱/۵۹	۹±۰/۹۵
	نمره کل	۱۹/۳۸±۲/۹۳	۲۴/۵±۲/۰۷

سالمند

جدول ۴. نتایج آزمون تی مستقل جهت بررسی وجود اختلاف در متغیرهای اصلی تحقیق بین گروه کنترل و آزمایش

متغیرها	زیرمجموعه‌ها	t	P
پیش‌بینی‌کنندگی	۰/۳۰	۰/۷۶۰	آزمون مینی‌بس
کنترل وضعی واکنشی	-۰/۲۸	۰/۷۸۰	
راه رفتن پویا	۱/۲۶	۰/۲۲۰	
نمره کل	۰/۹۴	۰/۳۵۰	

سالمند

جدول ۵. نتایج آزمون تحلیل واریانس مکرر جهت بررسی تأثیر تمرینات بر نمرات کلی آزمون مینی‌بس

متغیر	مقیاس	منبع	مجموع	درجه	میانگین	F	مقدار احتمال	مجذور
	مجذورات	آزادی	مجذورات	آتا				
آزمون مینی‌بس	درون	زمان	۶۰/۳۳	۱	۶۰/۳۳	۵۱/۴۲	۰/۰۰۰*	۰/۶۹
	گروهی	زمان × گروه	۴۸/۳۳	۱	۴۸/۳۳	۴۱/۱۹	۰/۰۰۰*	۰/۶۴
	خطا	۲۶/۹۹	۲۳	۱/۱۷	.....	.....	.....	
	گروه	۶۱/۸۲	۱	۶۱/۸۲	۸/۲۳	۰/۰۰۹*	۰/۲۶	بین
	گروهی	خطا	۱۷۲/۷۲	۲۳	۷/۵۱	.....	.....	.....

* تفاوت معنی‌داری در سطح ۰/۰۵

سالمند

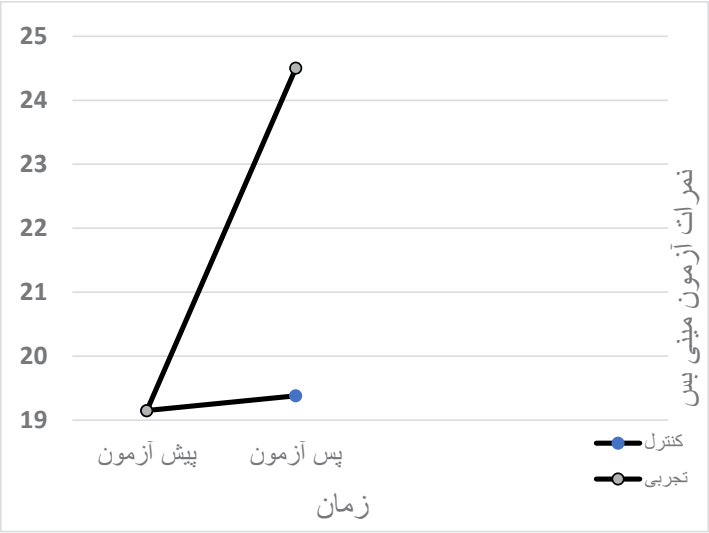
به علت عدم تأیید پیش‌فرض توزیع طبیعی داده‌ها، جهت مقایسه میانگین نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون متغیر جهت‌یابی حسی در ۲ گروه کنترل و آزمایش از آزمون ناپارامتریک ویلکاکسون استفاده شد. نتایج این آزمون نشان داد بین نمرات جهت‌یابی حسی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در ۲ گروه کنترل (P=۱، Z=۰) و آزمایش (P=۰/۱۵۰، Z=۱/۴۱) تفاوت معناداری وجود ندارد. همچنین جهت مقایسه میانگین نمرات پس‌آزمون جهت‌یابی حسی، بین ۲ گروه کنترل و آزمایش از آزمون ناپارامتریک یومن‌ویتنی استفاده شد. نتایج این آزمون نشان داد بین نمرات جهت‌یابی حسی در ۲ گروه کنترل و آزمایش تفاوت معناداری وجود دارد (P=۰/۰۲۶، U=۳۷/۵۰).

بحث

در تحقیق حاضر به بررسی اثر ۸ هفته تمرینات فال پروف بر میانگین نمرات آزمون مینی‌بس زنان سالمند مبتلا به استئوآرتریت زانو پرداخته شد. براساس نتایج تحقیق حاضر به نظر می‌رسد اجرای ۸ هفته تمرینات فال پروف می‌تواند تأثیر معنی‌داری در افزایش نمرات آزمون مینی‌بس و درواقع بهبود تعادل سالمندان مبتلا به استئوآرتریت زانو داشته باشد (P<۰/۰۵) (تصویر شماره ۲). همچنین بررسی نتایج در زیرمجموعه‌های آزمون مینی‌بس نشان داد ۳ زیرمجموعه آن (پیش‌بینی‌کنندگی، کنترل وضعی واکنشی و راه رفتن پویا) پس از اجرای تمرینات در گروه آزمایش افزایش معناداری داشت. درحالی‌که بین نمرات جهت‌یابی حسی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در ۲ گروه کنترل و آزمایش تفاوت معناداری وجود ندارد. همچنین نمرات ۲ زیرمجموعه آن (راه رفتن پویا و جهت‌یابی حسی) بین گروه کنترل و آزمایش تفاوت معناداری داشت. درحالی‌که بین نمرات ۲ زیرمجموعه (پیش‌بینی‌کنندگی و کنترل وضعی واکنشی) بین گروه‌های آزمون اختلاف معناداری مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

نتایج این پژوهش را می‌توان با مطالعات اوشو و همکاران (۲۰۲۱)، رئیسی و همکاران (۱۴۰۰)، رجب‌پور و همکاران (۱۴۰۱)، خازنین و همکاران (۱۳۹۹) که معتقدند اجرای تمرینات فال پروف در سالمندان می‌تواند نقش مهمی در افزایش تعادل آزمودنی‌ها داشته باشد همسو دانست [۱، ۱۷، ۱۸، ۲۶]. همچنین نتایج این پژوهش را می‌توان با مطالعات بهاسکار و همکاران (۲۰۱۹)، چن و همکاران (۲۰۱۹) و زارعی و همکاران (۱۳۹۷) که نشان از تأثیر تمرینات تعادلی و تمرینات تقویتی عضلات اندام تحتانی بر تعادل سالمندان مبتلا به استئوآرتریت زانو دارند، همسو دانست [۱۴، ۲۷، ۲۸]. برنامه تمرینی فال پروف ازجمله برنامه‌های ضدسقوط در سالمندی است که بسیاری از مؤلفه‌های مؤثر در سقوط همچون مؤلفه‌های حسی‌پیکری، دهلیزی، وستیبولار، قدرتی، انعطاف‌پذیری، حفظ و کنترل مرکز ثقل و راهبردهای قامتی را دربر گرفته و می‌تواند بر روی سیستم کنترل حرکت تأثیر گذارد [۱۶]. بنابراین ازآنجاکه طیف گسترده‌ای از عوامل در بروز افتادن در سالمندان نقش دارند و از طرف دیگر برنامه چندبعدی فال پروف چندین مؤلفه دخیل در کنترل پاسچر را دربر می‌گیرد، می‌توان نتیجه گرفت یکی از دلایل اثرگذاری تمرینات فال پروف بر تعادل آزمودنی‌ها در پژوهش حاضر، چندبعدی بودن این برنامه تمرینی است. به علاوه تمریناتی که بتواند هماهنگی بین مرکز ثقل و سطح اتکا را افزایش دهد، می‌تواند منجر به بهبود تعادل پویا شود [۱۸]. بنابراین دلیل دیگر تأثیرگذاری تمرینات فال پروف بر تعادل پویا (نمرات آزمون مینی‌بس) در تحقیق حاضر وجود تمریناتی است که منجر به افزایش هماهنگی بین مرکز ثقل و سطح اتکا می‌شود.

همچنین برنامه تمرینی فال پروف به علت دربر داشتن تمرینات تقویتی و بهبود قدرت عضلانی منجر به بهبود حس عمقی شده و درنتیجه ورود اطلاعات حسی به سیستم عصبی مرکزی تسهیل می‌شود که این امر موجب بهبود عملکرد سیستم عصبی مرکزی



تصویر ۲. نمای شماتیک میانگین‌های مربوط به نمرات آزمون مینی‌بس

در فرایندهای کنترلی و حرکتی می‌شود [۱۴]. بنابراین با در نظر گرفتن ارتباط بین قدرت و تعادل، دلیل دیگر بهبود تعادل در آزمودنی‌های تحقیق حاضر، وجود تمرینات تقویتی در برنامه فال پروف است که موجب بهبود قدرت عضلانی به‌خصوص در اندام تحتانی شده است.

در مقابل نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های تاکاس و همکاران (۲۰۱۷) همخوانی ندارد. در تحقیق مذکور تاکاس و همکاران به بررسی اثر تمرینات تعادلی پویا در بیماران مبتلا به استئوآرتریت زانو پرداختند. ۴۰ نفر با دامنه سنی ۵۰ تا ۸۰ سال مبتلا به استئوآرتریت زانو در این پژوهش ۱۰ هفته‌ای شرکت کردند. تعادل پویا در این تحقیق با استفاده از مقیاس تعادل و تحرک اجتماعی[۱۵] اندازه‌گیری شد. پروتکل تمرینی شامل تمریناتی با تأکید بر کنترل تعادل پویا، قدرت اکسنتریک عضلات اندام تحتانی و تمرینات ثبات مرکز بدن بود. نتایج این تحقیق نشان داد در تعادل پویا این افراد تغییر چشمگیری مشاهده نشد [۲۹]. نوع ارزیابی تعادل پویا، مداخله تمرینی و سن شرکت‌کنندگان می‌تواند دلیل بر عدم هم‌راستایی با نتایج تحقیق حاضر باشد.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج این تحقیق نشان داد انجام تمرینات فال پروف در زنان سالمندی که به استئوآرتریت زانو مبتلا هستند، منجر به بهبود نمرات آزمون مینی‌بس و زیرمجموعه‌های آن شده است که احتمالاً به دلیل استفاده از تمرینات گروهی است که ارتباط و نظارت خوبی در آن‌ها وجود دارد. در طول مداخله، هیچ عارضه‌ای گزارش نشده و تمام حرکات تمرینی ابتدا به شرکت‌کنندگان توضیح و سپس نشان داده شد تا آن‌ها بتوانند دستورالعمل‌ها را به‌درستی دنبال کنند و اثرات تمرین افزایش یابد. باتوجه‌به اثربخشی برنامه تمرینی فال پروف و عدم نیاز به تجهیزات پرهزینه، این تمرینات به مربیان و درمانگران درزمینه توان‌بخشی و بهبود تعادل در سالمندان مبتلا به استئوآرتریت زانو پیشنهاد می‌شود.

محدودیت‌ها

این مطالعه دارای چندین محدودیت بود: ۱. شرکت‌کنندگان در این تحقیق زنان سالمندی بودند که به استئوآرتریت زانو مبتلا بوده و در دامنه سنی ۶۰ تا ۷۵ سال قرار داشتند؛ بنابراین نتایج این تحقیق ممکن است فقط به این گروه خاص از افراد قابل‌تعمیم باشد. ۲. حجم نمونه نسبتاً کوچک و مدت تمرینی کوتاه بود که ممکن است برای دست‌یابی به نتایج قاطع کافی نباشد. بنابراین توصیه می‌شود مطالعاتی با حجم نمونه بزرگ‌تر و مدت تمرینی طولانی‌تر برای بررسی دقیق‌تر اثرات این مداخله انجام گیرد.

پیشنهاد برای مطالعات آینده

باتوجه‌به محدودیت‌های محقق در استفاده از ابزارهای آزمایشگاهی، پیشنهاد می‌شود محققین در مطالعات آتی با ابزارهای همچون تعادل‌سنج بایودکس و صفحه نیرو به بررسی اثرات تمرینات فال پروف در سالمندان مبتلا به استئوآرتریت زانو و همچنین افراد سالمند با و بدون سابقه سقوط بپردازند. همچنین توصیه می‌شود در پژوهش‌های آینده محققین مطالعات طولی و آینده‌نگر بیشتر برای ارزیابی نتایج بلندمدت تمرینات فال پروف، با استفاده از حجم نمونه بزرگ‌تر با پیگیری طولانی‌مدت استفاده کنند. همچنین پژوهشگران می‌توانند اثرات دیگر پروتکل‌های تمرینی در حیطه سالمندان را بر مجموع نمرات آزمون مینی‌بس مورد پژوهش قرار دهند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

تحقیق حاضر دارای کد اخلاق به شماره IR.UK.REC.1402.005 مصوب کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه شهید باهنر کرمان است.

حامی مالی

این پژوهش برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی حدیث شیخ شعاعی از دانشگاه شهید باهنر کرمان، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی است. تأمین مالی این پژوهش نیز برعهده دانشگاه شهید باهنر کرمان بوده است.

مشارکت نویسندگان

مفهوم‌سازی: سعید بحیرایی، حدیث شیخ شعاعی؛ روش‌شناسی: حدیث شیخ شعاعی، سعید بحیرایی؛ تجزیه و تحلیل: سعید بحیرایی؛ تحقیق و بررسی: حدیث شیخ شعاعی، مارتا صفوی؛ نگارش پیش‌نویس: حدیث شیخ شعاعی؛ ویراستاری و نهایی‌سازی نوشته: تمام نویسندگان؛ منابع: حدیث شیخ شعاعی؛ مدیریت پروژه: سعید بحیرایی و مارتا صفوی.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

15. Community Balance and Mobility Scale (CB&M)

References

[1] Khazanin H, Daneshmandi H. [Effect of selected fallproof exercise on static and dynamic balance in the elderly (Persian)]. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2020; 9(3):16-26. [DOI:10.22037/jrm.2019.112562.2218]

[2] Mirzaei M, Shams Ghahfarokhi M. [Demography of elder population in Iran over the period 1956 To 2006 (Persian)]. Salmand. 2007; 2(3):326-31. [Link]

[3] Safari Bak M, Khoshraftar Yazdi N, Aghajani A. [The effect of eight weeks selected exercises on balance indexes in elderly patients with knee osteoarthritis (Persian)]. Journal of Paramedical sciences & rehabilitation. 2017; 6(2):86-97. [DOI:10.22038/jpsr.2017.13197.1265]

[4] Sun X, Zhen X, Hu X, Li Y, Gu S, Gu Y, et al. Osteoarthritis in the middle-aged and elderly in China: Prevalence and influencing factors. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2019; 16(23):4701. [DOI:10.3390/ijerph16234701]

[5] Jamali Masoomi S, Khoshraftar Yazdi N, Rashidlamir A, Raezaie Yazdi Z. [The effect of Pilates trainings on pain intensity and indicators of balance in the female with knee osteoarthritis (Persian)]. Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation. 2019; 8(1):101-8. [DOI:10.22038/jpsr.2019.23997.1634]

[6] Dashtyan M, Tavafian SS, Karimzadeh K, Yazdanpanah P. Knee osteoarthritis pain management in post menopause women. International Journal of Musculoskeletal Pain Prevention. 2022; 7(1):649-57. [DOI:10.52547/ijmpp.7.1.5]

[7] Pouradeli H, Sadeghi H, Sokhangouei Y, Azarbayjani MA. [Effect of Electrotherapy and strength training of selected lower limb muscles on pain and balance in elderly women with knee osteoarthritis with emphasis on the type of focus of attention (Persian)]. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2020; 9(4):289-97. [DOI:10.22037/jrm.2020.113663.2413]

[8] Taghizadeh DC, Fatemy E, Ghorbani R. [A comparative study on the effects of aerobic walking and strength training programs on balance in patients with knee osteoarthritis (Persian)]. Koomesh. 2022; 24(1):147-54. [Link]

[9] Manlapaz DG, Sole G, Jayakaran P, Chapple CM. Risk factors for falls in adults with knee osteoarthritis: A systematic review. PM&R. 2019; 11(7):745-57. [DOI:10.1002/pmrj.12066]

[10] Jahanjoo F, Eftekharsadat B, Bihamta A, Babaei-Ghazani A. Efficacy of balance training in combination with physical therapy in rehabilitation of knee osteoarthritis: A randomized clinical trial. Crescent Journal of Medical & Biological Sciences. 2019; 6(3):325–34. [Link]

[11] Sartipzadeh M, Moazami M, Mohammadi M. [The effect of core stabilization training on elderly balance and knee pain with knee osteoarthritis (Persian)]. Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation. 2016; 5(3):7-17. [DOI:10.22038/jpsr.2016.7342]

[12] Kashani V, Mokaberian M, Gol Mohamadi B, Salmanzade M. [The determination of validity and reliability of the abbreviated version of BES Test in the elderly (Persian)]. Journal of Sports and Motor Development and Learning. 2019; 11(1):53-69. [Link]

[13] Daneshjoo A, Sadeghi H, Yaali R, Behm DG. Comparison of unilateral and bilateral strength ratio, strength, and knee proprioception in older male fallers and non-fallers. Experimental Gerontology. 2023; 175:112161. [DOI:10.1016/j.exger.2023.112161]

[14] Zarei P, Rahnama N. [Comparison of the effects of the two strengthening and balanced, strengthening, balanced, and core-stability exercise protocols on the balance and fear of falling in women with knee osteoarthritis (Persian)]. Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation. 2018; 7(2):43-54. [DOI:10.22038/jpsr.2018.19866.1496]

[15] Zamani J, Rahnama N. [The effect of Ai Chi and Tai Chi training on physical function, functional balance and fear of falling of patients with knee osteoarthritis (Persian)].Feyz. 2021; 24(6):611-20. [Link]

[16] Rose DJ. Reducing the risk of falls among older adults: The fallproof balance and mobility program. Current Sports Medicine Reports. 2011; 10(3):151-6. [DOI:10.1249/JSR.0b013e31821b1984]

[17] Osho OA, Harbidge C, Hogan DB, Manns PJ, Jones CA. Evaluation of a balance and mobility program for older adults at risk of falling: A mixed methods study. Journal of Evaluation in Clinical Practice. 2021; 27(2):307-15. [DOI:10.1111/jep.13413]

[18] Raeisi Z, Yasavoli Sharahi M. [Effects of eight weeks Otago home-based exercises on balance, quality of life and fear of falling in elderly people (Persian)]. Journal of Gerontology. 2022; 6(4):28-41. [Link]

[19] Sich M. Effectiveness of the mini-balance evaluation systems test (mini-bestest) in evaluating balance in the controlled hypertensive elderly population [Scholarship in Medicine]. Dayton: Wright State University; 2020. [Link]

[20] Hasegawa S, Matsui T, Kishi M, Kouchi H, Watanabe M, Yanagisawa T, et al. Sensitivity to change and responsiveness of the balance evaluation systems test (BESTest), mini-bestest, and brief-bestest in patients with subacute cerebral infarction. Journal of Physical Therapy Science. 2021; 33(1):69-74. [DOI:10.1589/jpts.33.69]

[21] Tamura T, Otaka Y, Konno S, Sadashima K, Tomatsu T, Machida S. The impaired balance systems identified by the BESTest in older patients with knee osteoarthritis. PM&R. 2016; 8(9):869-75. [DOI:10.1016/j.pmrj.2016.02.002]

[22] Di Carlo S, Bravini E, Vercelli S, Massazza G, Ferriero G. The mini-bestest: A review of psychometric properties. International Journal of Rehabilitation Research. 2016; 39(2):97-105. [DOI:10.1097/MRR.0000000000000153]

[23] Nakhostin-Ansari A, Nakhostin Ansari N, Mellat-Ardakani M, Nematizad M, Naghdi S, Babaki M, et al. Reliability and validity of persian versions of mini-bestest and brief-bestest in persons with Parkinson's disease. Physiotherapy Theory and Practice. 2022; 38(9):1264-72. [DOI:10.1080/09593985.2020.1822967]

[24] Pourmahmoudian P, Noraste AA, Daneshmandi H, Atrkar Roshan Z. Functional balance assessment scales in elderly. Iranian Journal of Ageing. 2018; 13(2):132-53. [DOI:10.32598/sija.13.2.132]

[25] Pourmahmoudian P, Norasteh AA, Daneshmandi H, Roshan ZA. Best items to identify fall status in male older adults. European Journal of Geriatrics & Gerontology. 2020; 2(2):46-52. [DOI:10.4274/ejgg.galenos.2020.324]

[26] Rajabpour P, Shojaei M, Ghasemi A, Molanorouzi K. [Effect of group-based fallproof program on balance and psychological health of the elderly with different ages (Persian)]. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2023; 12(3):604-19. [DOI:10.32598/SJRM.12.3.6]

[27] Bhaskar B, Jimshad T, Solomen S. Efficacy of perturbation training in improving balance and function in the management of knee osteoarthritis. International Journal of Physiotherapy. 2019; 6(4):123-7. [DOI:10.15621/ijphy/2019/v6i4/185414]

[28] Chen H, Zheng X, Huang H, Liu C, Wan Q, Shang S. The effects of a home-based exercise intervention on elderly patients with knee osteoarthritis: A quasi-experimental study. BMC Musculoskeletal Disorders. 2019; 20(1):1-11. [DOI:10.1186/s12891-019-2521-4]

[29] Takacs J, Krowchuk NM, Garland SJ, Carpenter MG, Hunt MA. Dynamic balance training improves physical function in individuals with knee osteoarthritis: A pilot randomized controlled trial. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2017; 98(8):1586-93. [DOI:10.1016/j.apmr.2017.01.029]