



# The Effect and Durability of a Combined Exercise Training on Walking Speed, Balance and Fear of Falling in Sedentary Older Adults: A Randomized Control Trial

Aminikhah, Behnoosh<sup>1</sup>; Babagoltabar-Samakoush, Hamed<sup>2\*</sup>; Gholami-Borujeni, Behnam<sup>3</sup>

1. MA of physical education & sport science- Corrective Exercises and Sports Injuries, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

2. Assistant Professor, Department of Sports Biomechanics and Motor Behavior, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran.

3. Assistant Professor, Department of Sports Biomechanics and Motor Behavior, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran.

Received: April 2024; Accepted: June 2024

## Keywords

Combined Exercise Training

Elderly

Balance

Walking

Fear of Falling

## Abstract

**Background and Aim:** Aging is associated with balance and gait disorders. This study aimed to determine the effect and durability of combined exercise training on walking speed, balance, and fear of falling in sedentary older adults.

**Methods:** In this randomized control trial, 27 older adults participated, including 13 people in the training group and 14 individuals in the control group. Static balance, dynamic balance, walking speed, and fear of falling were assessed at the pretest and posttest stages and two months after the completion of the measurements at the posttest stage. The training group performed the exercises (strength + balanced + functional training) for eight weeks, three sessions per week. Repeated measures of ANOVA with Bonferroni's post hoc test were used to examine intra-group and inter-group changes. Statistical operations were performed with SPSS24 software.

**Results:** The results of the research showed that there is a significant difference between the two groups in the post-test period in the variables of fear of falling, static balance on a hard surface, static balance on a soft surface, the total score of static balance, dynamic balance and walking speed. Also, the results show that the effects of the exercises on the examined variables were permanent ( $p \leq 0.05$ ).

**Conclusion:** Based on the results of this study, it seems that the use of multimodal sports exercises can have a positive effect on balance and walking speed, followed by reducing the risk of falling in the elderly, and these effects last after eight weeks.

\* Corresponding Author: Tel: 09115871408

✉ Email: hb.sama@yahoo.com

Orcid Code: 0000-0003-1333-6323

## Extended Abstract

### Introduction

Aging in the elderly is associated with decreased performance and reduces the ability to perform daily activities and maintain independent performance during this period (1). With increasing age, movement problems, decreased cognitive function, and the probability of experiencing falls increases (4). On the other hand, the elderly who live in nursing homes have limited opportunities to do physical activity, as a result of which their performance decreases and the possibility of falling is aggravated (5). Also, the increased probability of falling in the elderly is the result of a complex pathological process including several factors such as neurological and muscular disorders (2). Another main cause of falls in the elderly is balance disorders, which often lead to injury, debilitating conditions, loss of independence, and reduced quality of life (10).

Studies showed the importance of choosing the proper exercises in the correct time frame to get good results in the elderly (18,19). Based on this, the purpose of this study was to investigate the effect and durability of a multimodal exercise training course on walking speed, balance, and fear of falling in sedentary elderly.

### Method

The statistical population of the current randomized control trial was older adults women and men aged 55 to 75 years old in Rasht Nursing Home. After the approval of the relevant doctor in the nursing home, distributing the questionnaire, older adults who were willing to participate in the research were invited based on the including and excluding criteria. A total of 30 people completed the pre-test. Then the people were randomly divided into two groups of 15 people: training (7 women and 8 men) and control (7 women and 8 men). During the research in the exercise group, 2 people were excluded from the study. Also, in the control group, 1 person was excluded from the study. Finally, 27 people including 13 people in the training group (6 women and 7 men) and 14 people in the control group (6 women and 8 men) finished the study. The research variables were

evaluated in the pre-test, post-test, and also the follow-up period in two sessions. The first session included the evaluation of the fear of falling and static balance tests. The second session included the evaluation of walking speed and dynamic balance. To prevent fatigue in the subjects, there was a 15-minute rest between each test. Also, each test was performed twice and the best result for the individual was recorded (23). After the pre-test, the participants of the training group did the exercises for eight weeks. After completing the training program, the post-test was performed.

Also, two months after the post-test evaluations, a re-evaluation was done to determine the durability of the effect of the exercises in the follow-up period. Two-way repeated-measures ANOVA with Bonferroni post hoc was employed to investigate the effectiveness and durability of the combined exercise program on the dependent variables as well as the between- and within-group differences. All the statistical analyses were conducted using the SPSS (ver. 24) software, considering the significance level of  $p < 0.05$ .

### Results

The results of the two-way repeated-measures ANOVA with Bonferroni post hoc to check the effect of training and compare the groups were presented in Table 1.

Investigating the difference between groups showed that There is a significant difference in the training group between the time before the test and after 8 weeks of training in the variables of fear of falling ( $p=0.001$ ), static balance on a firm surface ( $p=0.001$ ), static balance on foam surface ( $p=0.001$ ), total score of static balance ( $p=0.001$ ), dynamic balance ( $p=0.001$ ) and walking speed ( $p=0.002$ ). In addition, the results of the research showed that There is a significant difference between the two groups in the post-test period in the variables of fear of falling ( $p=0.001$ ), static balance ( $p=0.001$ ), dynamic balance ( $p=0.001$ ) and walking speed ( $p=0.03$ ). Also, the results show that the effects of the exercises on the examined variables were permanent ( $p \leq 0.05$ ).

## Discussion

The present study was conducted to determine the effect and durability of a multimodal exercise training course on walking speed, balance, and fear of falling in sedentary elderly. In general, the previous studies showed the defect of functional ability in the elderly; in such a way that these people are weak compared to active people and those who live independently (35). In line with the results of this study, the use of multimodal exercises that include effective exercises on balance, walking, strength, and motor performance can have a positive effect on improving motor performance and reducing the risk of falls in the elderly. Improved balance and increased walking speed following exercise training in this study may have led to higher self-confidence in the participants.

The exercise training program in this study resulted in improved balance and increased walking speed among the participants, which may have boosted their self-confidence. This increased self-confidence and performance in the elderly can lead to improved ability to carry out daily activities without risk of falling, enhanced mobility and movement safety, better performance in tasks related to balance, and reduced risk of falls and difficulties in daily activities. Therefore, the study observed

improvements in participants' balance and walking speed, along with a decrease in the fear of falling.

## Clinical application

The results of this research can effectively be used in the health and wellness field, particularly for enhancing the functional level of the elderly.

## Compliance with ethical guidelines

All ethical principles were considered in this article.

## Funding

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

## Author's Contribution

Conceptualization, methodology, investigation, writing, data collecting and analysis: corresponding author, review the article: all authors.

## Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

## Acknowledgments

The authors would like to express their gratitude to all the study participants.

Table 1: The results of the two-way repeated-measures ANOVA in study variables.

Variable		Fear of falling		Static balance firm surface		Static balance foam surface		Static balance total score		Dynamic balance		Walking speed	
		Control	Training <sup>b</sup>	Control	Training <sup>b</sup>	Control	Training <sup>b</sup>	Control	Training <sup>b</sup>	Control	Training <sup>b</sup>	Control	Training <sup>b</sup>
Within groups differences (MIC)	Pre-post	2.54↓	27.53*↓	5.21↓	70.19*↓	4.24↓	64.17*↓	4.70↓	67.20*↓	5.53↑	88.01*↑	0.38↑	17.88*↓
	Pre-follow	3.52↓	29.15*↓	5.78↓	68.18*↓	1.56↓	66.40*↓	3.61↓	66.81*↓	6.74↑	101.57*↑	1.58↑	13.59*↓
	post-follow	1.01↓	2.32↓	0.77↓	10.09↑	2.80↑	6.23↓	1.14↑	1.18↑	1.14↑	7.21↑	1.19↑	5.22↑
Between groups differences (P)	Pre-test	0.14		0.37		0.17		0.23		0.68		0.06	
	Post-test	0.001*		0.001*		0.001*		0.001*		0.001*		0.002*	
	Follow-up	0.001*		0.001*		0.001*		0.001*		0.001*		0.004*	

(\* significance at the 0.05 level; (MIC) minimal important change; (↓) decrease; (↑) increase.



# تاثیر و ماندگاری تمرینات ورزشی چندوجهی بر سرعت راه رفتن، تعادل و ترس از سقوط سالمندان کم تحرک: یک کارآزمایی بالینی تصادفی شده

بهوش امینی خواه<sup>۱</sup>، حامد باباگل تبار سماکوش<sup>۲\*</sup>، بهنام غلامی بروجنی<sup>۳</sup>

۱- کارشناس ارشد گروه آسیب شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۲- استادیار، گروه بیومکانیک ورزشی و رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه مازندران، شهر بابلسر، ایران

۳- استادیار، گروه بیومکانیک ورزشی و رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه مازندران، شهر بابلسر، ایران

مقاله پژوهشی

دریافت: اردیبهشت ۱۴۰۳؛ پذیرش: خرداد ۱۴۰۳

## واژگان کلیدی

تمرینات چندوجهی

سالمند

تعادل

راه رفتن

ترس از سقوط

## چکیده

**زمینه و هدف:** سالمندی با اختلالاتی در تعادل و راه رفتن همراه است. بر این اساس مطالعه حاضر با هدف تعیین تاثیر و ماندگاری تمرینات ورزشی چندوجهی بر سرعت راه رفتن، تعادل و ترس از سقوط سالمندان کم تحرک انجام شد.

**روش بررسی:** در این مطالعه کارآزمایی بالینی تصادفی شده ۲۷ نفر (۱۳ نفر در گروه تمرینی و ۱۴ نفر در گروه کنترل) شرکت کردند. تعادل ایستا و پویا، سرعت راه رفتن و ترس از سقوط با کمک آزمون‌های ارزیابی خطاهای تعادل، مینی بست تست، حداکثر سرعت راه رفتن ۱۲ متر و مقیاس بین المللی کارآمدی افتادن ارزیابی شدند. تمرینات به مدت ۸ هفته و ۳ جلسه در هر هفته توسط گروه تمرینی انجام شد. بررسی تغییرات با آزمون آماری آنوا با اندازه گیری‌های مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی انجام شد. عملیات آماری با نرم افزار SPSS24 انجام شد.

**نتایج:** نتایج نشان داد در گروه تمرینی بین پیش آزمون و پس آزمون در متغیرهای مورد بررسی تفاوت وجود دارد ( $p \leq 0/05$ ). همچنین در متغیرهای ترس از سقوط، تعادل ایستا در سطح سفت، تعادل ایستا در سطح نرم، نمره کل تعادل ایستا، تعادل پویا و سرعت راه رفتن تفاوت معنی دار بین دو گروه مشاهده شد ( $p \leq 0/05$ ). علاوه بر این اثر تمرینات بر متغیرهای مورد بررسی ماندگار بود ( $p \leq 0/05$ ).

**نتیجه‌گیری:** بر اساس نتایج این مطالعه به نظر می‌رسد استفاده از تمرینات ورزشی چندوجهی می‌تواند بر تعادل و سرعت راه رفتن و به دنبال آن کاهش خطر سقوط سالمندان تاثیر داشته باشد که این اثرات پس از ۸ هفته ماندگار بود.

## مقدمه

نتیجه تعادل مطلوب که احتمالاً نتیجه یک تعامل سریع هم افزایی بین عوامل مختلف فیزیولوژیکی و شناختی است، واکنش سریع و دقیق به اختلال را ممکن می‌سازد و از این طریق خطر سقوط را کاهش می‌دهد (۱۲). شواهد زیادی وجود دارد که نشان می‌دهد فعالیت بدنی، عمدتاً از طریق ورزش می‌تواند ترس و خطر زمین خوردن را در افراد مسن کاهش دهد، از سارکوپنیا جلوگیری کرده و کنترل تعادل و راه رفتن را بهبود بخشد (۱۳، ۱۴). با این حال، مطالعاتی که به کم‌ترکی و تمرینات بدنی می‌پردازند، تنوع زیاد پروتکل‌ها و ناهمگونی زیاد در مورد حجم، دفعات و شدت تمرین را نشان می‌دهند (۱۳). در همین راستا استانگلی و همکاران (۲۰۲۰) به تاثیر ۱۲ هفته تمرینات تعادلی-قدرتی بر بهبود تعادل، قدرت و کاهش خطر سقوط سالمندان اشاره کردند (۱۵). همچنین تیکن و همکاران (۲۰۲۲) به تاثیر برنامه تمرینی کالستنیک<sup>۲</sup> به مدت ۴ هفته بر بهبود عملکرد و کاهش خطر سقوط در سالمندان اشاره کردند (۱۶). با این حال گرادز و همکاران (۲۰۲۳) به عدم تاثیر ۳ هفته برنامه تمرینی اغتشاشی-تعادلی بر تعادل و ترس از سقوط در سالمندان اشاره کردند (۱۷). نتایج این بررسی‌ها نشان دهنده اهمیت انتخاب تمرینات مناسب در بازه زمانی مطلوب، جهت کسب نتایج مناسب در سالمندان است. همچنین مطالعات کمی در زمینه تعیین اثربخشی برنامه تمرینی چند وجهی در ساکنان خانه‌های سالمندان وجود دارد که انواع مختلف تمرینات شامل تمرینات مرتبط با قدرت، تعادل، راه رفتن و به صورت کلی حرکات عملکردی را در خود گنجانده باشند (۱۸، ۱۹). از طرفی دیگر در مطالعات، ماندگاری اثر تمرینات چندبعدی بررسی نشده و به نظر می‌رسد که در انتخاب و پیشنهادات تمرینات مناسب جهت ارائه به سالمندان، ماندگاری اثر این تمرینات نیز ممکن است مهم باشد. بر این اساس هدف محققین از انجام این مطالعه بررسی تاثیر و ماندگاری یک دوره تمرینات ورزشی چندوجهی بر سرعت راه رفتن، تعادل و ترس از سقوط سالمندان کم تحرک بود. فرضیه مطالعه این بود که یک برنامه آموزشی چند وجهی کوتاه مدت هشت هفته‌ای می‌تواند سرعت راه رفتن، تعادل و ترس از سقوط ساکنان زن و مرد خانه سالمندان را بهبود بخشد و اثر آن پس از ۲ ماه ماندگار باشد.

افزایش سن در سالمندان با کاهش عملکرد همراه بوده و توانایی انجام فعالیت‌های روزمره زندگی و حفظ عملکرد مستقل را در این دوره کاهش می‌دهد (۱). طبق نظرسنجی سازمان بهداشت جهانی (WHO<sup>۱</sup>) سالانه تقریباً ۲۸ تا ۳۵ درصد از افراد بالای ۶۵ سال سقوط می‌کنند و ۳۲ تا ۴۲ درصد از افراد بالای ۷۰ سال زمین می‌خورند؛ که نشان دهنده وجود ارتباط معنی‌دار بین افزایش سن و افزایش خطر سقوط است (۲). در این میان حدود ۳۵ درصد افراد بالای ۷۰ سال و ۶۱ درصد افراد بالای ۸۰ سال از اختلالات تعادل رنج می‌برند (۳). با افزایش سن، افزایش مشکلات حرکتی و کاهش عملکرد شناختی، احتمال تجربه سقوط-های متعدد افزایش می‌یابد (۴). از طرفی دیگر سالمندانی که در خانه سالمندان و سایر محیط‌های سازمانی زندگی می‌کنند فرصت‌های محدودی برای انجام فعالیت بدنی دارند، در نتیجه کاهش عملکرد و افزایش احتمال سقوط در آنها تشدید می‌شود (۵). همچنین افزایش احتمال سقوط در سالمندان نتیجه یک فرآیند پاتولوژیک پیچیده شامل عوامل متعددی همچون اختلالات عصبی و عضلانی است (۲). تغییرات مورفولوژیکی تعمیم‌یافته و پیش‌رونده در سیستم اسکلتی عضلانی افراد مسن بر کاهش عملکرد عضلانی تأثیر می‌گذارد و خطر افتادن و سارکوپنی را افزایش می‌دهد (۶). سارکوپنی نه تنها شامل از دست دادن توده عضلانی، بلکه از دست دادن قدرت و عملکرد عضلانی (۷)، افزایش خطر ناتوانی، سطوح پایین فعالیت بدنی، سقوط و آسیب‌های ناشی از سقوط، بستری شدن در بیمارستان، محدودیت استقلال و مرگ و میر می‌شود (۸). به طور خاص، سطح پایین فعالیت بدنی عواقب منفی بر ساختار عضلانی افراد مسن دارد و با خطر بالاتر افتادن، پیش‌شکنندگی، شکنندگی و سارکوپنی مرتبط است (۹).

یکی دیگر از علل اصلی زمین خوردن در سالمندان، اختلالات تعادل است که اغلب منجر به آسیب، شرایط ناتوان کننده، از دست دادن استقلال و کاهش کیفیت زندگی می‌شود (۱۰). افراد مسن به دلیل اختلالات تعادل ناشی از کاهش مداوم عملکرد چندین سیستم، از جمله سیستم اسکلتی عضلانی، سیستم عصبی مرکزی و سیستم حسی، تمایل بیشتری به زمین خوردن دارند (۲، ۱۱). در

<sup>2</sup>. Calisthenic Exercises

<sup>1</sup>. World Health Organization

## روش تحقیق

جامعه آماری کارآزمایی بالینی تصادفی شده حاضر را زنان و مردان دامنه سنی ۵۵ تا ۷۵ سال (۲۰) خانه سالمندان شهر رشت تشکیل دادند. به منظور انتخاب آزمودنی‌ها به خانه سالمندان مراجعه شد. پس از تایید مسئول و پزشک مربوطه در خانه سالمندان، با توزیع پرسشنامه، از آزمودنی‌هایی که مایل به شرکت در پژوهش بودند، بر اساس معیارهای ورود و خروج تحقیق دعوت شد. به منظور دستیابی به توان نمونه با آزمون آماری آنوا با اندازه گیری های مکرر با آلفای ۰/۰۵ و بتای ۰/۹۵ و  $d=0/27$  از طریق نرم افزار G\*Power RRID:SCR\_013726 استفاده شد (۲۱). حداقل ۲۴ آزمودنی باید در تجزیه و تحلیل گنجانده می‌شد تا به ۹۵٪ از قدرت واقعی دست یابد. از تعداد ۷۹ نفر از سالمندان که داوطلب حضور در پژوهش حاضر بودند، ۴۷ نفر با توجه به معیارهای ورود و خروج مطالعه انتخاب شدند. از این تعداد ۶ نفر با شرح انجام پژوهش توسط محقق از شرکت در مطالعه انصراف دادند و ۱۱ نفر در روز پیش آزمون قادر به انجام تمامی تست‌ها به صورت صحیح نبودند. در مجموع ۳۰ نفر (۱۶ مرد و ۱۴ زن) پیش آزمون را به پایان رساندند. سپس افراد به صورت تصادفی به دو گروه ۱۵ نفره تمرینی (۷ زن و ۸ مرد) و کنترل (۷ زن و ۸ مرد) تقسیم شدند. در هنگام انجام پژوهش در گروه تمرینی ۱ نفر به دلیل غیبت بیشتر از ۳ جلسه در تمرینات و ۱ نفر به دلیل عدم حضور در پس آزمون از مطالعه حذف شدند. همچنین در گروه کنترل ۱ نفر به دلیل عدم حضور در پس آزمون از مطالعه حذف شد. در نهایت ۲۷ نفر شامل ۱۳ نفر در گروه تمرینی (۶ زن و ۷ مرد) و ۱۴ نفر در گروه کنترل (۶ زن و ۸ مرد) مطالعه را به پایان رساندند.

معیارهای ورود به تحقیق شامل این موارد بود: عدم وجود آسیب‌های حاد وارده به سر، ستون فقرات، لگن، ران، زانو و مچ پا و دیگر آسیب‌های تاثیرگذار بر عملکرد فرد، عدم سابقه زمین خوردن ناشی از برهم خوردن تعادل، نداشتن بیماری‌های دیابت و سایر بیماری‌های نوروپاتی که بر کنترل پاسچر و تعادل تاثیر منفی دارند، توانایی انجام تمرینات و تست‌ها، کسب نمره ۲۴ یا بالاتر از آزمون کوتاه وضعیت ذهنی<sup>۱</sup> (MMSE) جهت اطمینان از عدم ابتلا

شرکت کنندگان به دمانس (زوال عقلی) سالمندی (۲۲) و کسب امتیاز کامل از پرسش‌نامه آمادگی برای فعالیت جسمانی<sup>۲</sup> (PAR-Q) (۲۲).

معیارهای خروج از تحقیق حاضر نیز شامل این موارد بودند: عدم تمایل به ادامه تحقیق، غیبت در دو جلسه متوالی و یا سه جلسه غیرمتوالی در تمرینات، تشخیص پزشک و یا محقق مبنی بر اینکه که شرکت کننده توان انجام یک آزمون و یا تمرین را ندارد و یا انجام آزمون و تمرین ممکن است برای فرد آسیب‌زا باشد، دفورمیتی‌های شدید در ستون فقرات و اندام‌ها، همچنین اختلالات بینایی و شنوایی که می‌توانست تعادل فرد را تحت تاثیر قرار دهد (۲۳). تمامی آزمودنی‌ها با تایید پزشک و با رضایت کامل خود و خانواده در این پژوهش شرکت کردند و پیش از انجام پژوهش فرم رضایت نامه آگاهانه را امضا نمودند. این مطالعه در کمیته اخلاق در پژوهش تصویب شده است که دارای شناسه کد اخلاق با شماره IR.SHAHROODUT.REC.1402.030 و کد کارآزمایی بالینی UMIN000053597 می‌باشد.

## نحوه اجرای پژوهش

متغیرهای پژوهش در پیش آزمون، پس آزمون و همچنین دوره فالوآپ طی دو جلسه ارزیابی شدند که جلسه اول شامل ارزیابی آزمون ترس از افتادن و تعادل ایستا بود. جلسه دوم نیز شامل ارزیابی سرعت راه رفتن و تعادل پویا بود. برای جلوگیری از خستگی در آزمودنی‌ها ۱۵ دقیقه استراحت بین هر آزمون وجود داشت. همچنین هر آزمون میدانی ۲ بار انجام شده و بهترین نتیجه برای فرد ثبت شد (۲۳). پس از انجام پیش آزمون شرکت کنندگان گروه تمرینی تمرینات را به مدت ۸ هفته انجام دادند. پس از پایان برنامه تمرینی پس آزمون گرفته شد. همچنین ۲ ماه پس از پایان ارزیابی در دوره پیگیری (فالوآپ)، مجدداً ارزیابی با هدف تعیین ماندگاری تاثیر تمرینات انجام شد.

## اندازه‌گیری متغیرهای پژوهش

## تعادل ایستا

تعادل ایستا به وسیله آزمون ارزیابی خطاهای تعادل<sup>۳</sup> (BESS) ارزیابی شد. در این آزمون، شش وضعیت مختلف

<sup>2</sup>. Physical Activity Readiness Questionnaire

<sup>3</sup>. Balance Error Scoring System

<sup>1</sup>. Mini-Mental Status Examination

شرکت در مراسم. هر پرسش میزان نگرانی یا ترس از افتادن را هنگام انجام دادن هر فعالیت در مقیاسی چهار امتیازی اندازه گیری می‌کند. کسب نمره بیشتر از این پرسشنامه به معنی داشتن ترس از افتادن بیشتر است. سطح نگرانی در مقیاس لیکرت چهار درجه‌ای (۱ = اصلاً نگران نیست تا ۴ = بسیار نگران) اندازه‌گیری شد. سابقه افتادن در سالمندان به صورت گذشته‌نگر از طریق پرسشی بررسی شد که سالمندان به صورت بله یا خیر به آن پاسخ دادند (۲۸).



شکل ۱. بالا- روش ارزیابی تعادل ایستا. پایین- ارزیابی سرعت راه رفتن

### روش ارزیابی تعادل پویا

در این مطالعه برای تعیین تعادل پویا از آزمون سیستم‌های ارزیابی مینی تعادل (Mini-BESTest) استفاده شد. این آزمون شامل ارزیابی ۱۴ آیتم در بخش‌های مربوط به متغیرهای پیش بینی - انتقال<sup>۱</sup>، پاسخ‌های وضعیتی<sup>۲</sup>، جهت‌گیری حسی<sup>۳</sup> و راه رفتن پویا<sup>۴</sup> است که به نتایج این ۱۴ نوع آزمون عملکردی از ۰ (بدترین عملکرد) تا ۲۸ (بهترین عملکرد) نمره می‌دهد. حداکثر نمره قابل کسب در این آزمون ۲۸ است که نشان‌دهنده بهترین عملکرد در این آزمون می‌باشد (۲۹). میزان پایایی این آزمون ۰/۹۷ گزارش شده است (ICC=۰/۹۷) (۳۰).

### برنامه تمرینی چندوجهی

این برنامه تمرینی ۸ هفته‌ای ۳ روز در هفته و مدت زمان ۳۰ تا ۴۰ دقیقه در هر جلسه به همراه ۱۰ دقیقه گرم

که شامل سه وضعیت ایستادن (ایستادن روی دو پا، ایستادن به صورتی که یک پا در جلو و پای دیگر در عقب قرار دارد و ایستادن روی یک پا) بر روی دو سطح نرم و سخت بوده، در نظر گرفته شد. در هر وضعیت چشم‌های آزمودنی‌ها بسته بود و دست‌های آنها بر روی کمر قرار داشت. آزمودنی هر وضعیت را به مدت ۲۰ ثانیه انجام داد. تعداد کل خطاهایی که آزمودنی در این شش وضعیت مرتکب شد (حداکثر خطا در هر آزمون ۱۰ عدد است بنابراین حداکثر خطا ۶۰ و حداقل خطا ۰ است) به عنوان نمره آزمودنی محاسبه شد. خطاها عبارتند از: جدا شدن دست‌ها از کمر، باز شدن چشم‌ها و یا برهم خوردن تعادل به هر دلیل. قبل از اجرا آشنایی با آزمون و روش ارزیابی آن انجام شد (۲۴). میزان پایایی این آزمون ۰/۸۹ گزارش شده است (ICC=۰/۸۹) (۲۵) (شکل ۱، تصویر ۱).

### اندازه‌گیری آزمون حداکثر سرعت راه رفتن

برای انجام آزمون راه رفتن با حداکثر سرعت، آزمودنی یک مسیر ۱۲ متری را با حداکثر سرعت راه رفت (بدون اینکه بدود). یک متر قبل از خط شروع برای افزایش شتاب و ۱ متر از خط پایان برای کاهش شتاب در نظر گرفته شد، این آزمون سه بار تکرار و بهترین رکورد وی با استفاده از کرونومتر و برحسب واحد متر بر ثانیه در آنالیز داده‌ها استفاده شد، آزمودنی بین هر تکرار سه دقیقه استراحت کرد. اعتبار این آزمون ۰/۹۶ گزارش شده است (۲۶) (شکل ۱، تصویر ۲).

### اندازه‌گیری ترس از افتادن

برای اندازه‌گیری ترس از افتادن در سالمندان از مقیاس بین‌المللی کارآمدی افتادن استفاده شد. میزان پایایی این آزمون ۰/۹۴ گزارش شده است (ICC=۰/۹۴) (۲۷). این ابزار شکل بهبودیافته مقیاس کارآمدی افتادن است که به عنوان اولین مقیاس اندازه‌گیری ترس از افتادن تدوین شده است و میزان اعتماد را در انجام دادن دامنه‌ای از فعالیت‌های زندگی روزانه، بدون افتادن اندازه‌گیری می‌کند. کارآمدی افتادن بین‌المللی مقیاسی ۱۶ سؤالی است که پرسش‌های یک تا ۱۰ کارآمدی افتادن اصلی و شش پرسش به آن اضافه شده‌اند که عبارت‌اند از: راه رفتن روی سطح لغزنده، به دیدن دوستان و آشنایان رفتن، دسته‌جمعی به جایی رفتن، راه رفتن روی مکان غیرهمسطح، بالارفتن و پایین آمدن از سرازیری و بیرون رفتن برای

1. Anticipatory- Transitions  
2. Postural Responses  
3. Sensory Orientation  
4. Dynamic Gait



آمریکا (۳۳) و انجمن قلب آمریکا (۳۴) توصیه شد. جلسات تمرینی بین ساعت ۸ صبح تا ۱۲ ظهر انجام شد و به دلیل افزایش توان مدیریت شرکت کنندگان در طول تمرینات، افراد در ۵ گروه ۳ نفره قرار گرفتند. همچنین شرکت کنندگان در هر جلسه تمرینی تمامی تمرینات را در سه بخش مقاومتی، تعادلی و حرکتی عملکردی انجام دادند (جدول شماره ۱).

کردن و سرد کردن انجام شد (۳۱). گروه کنترل در طول آن دوره هیچ مداخله‌ای دریافت نکرد و به شرکت کنندگان آموزش داده شد که فعالیت‌های روزمره زندگی خود را دنبال کنند. در طول مداخله ورزشی، بر اساس مقیاس بورگ به شرکت کنندگان توصیه شد که شدت تمرین را بین ۳ (ورزش متوسط) حفظ کنند (۳۲). مداخله ورزشی برای پیروی از دستورالعمل‌های فعالیت ورزشی برای افراد مسن طراحی شده است که توسط کالج پزشکی ورزشی

جدول ۱. برنامه تمرینی ۸ هفته‌ای چند وجهی

ست*تکرار	هفته	تمرینات
۱*۱۰	۱-۲	<b>تمرینات مقاومتی:</b> ۱- برنامه تقویت اندام تحتانی با کش مقاومت پایین (فلکشن، اکستنشن، اداکشن، اداکشن در ران، فلکشن و اکستنشن زانو، دورسی فلکشن و پلانتر فلکشن مچ پا با استفاده از کش مقاومتی). ۲- بالا رفتن پاشنه و انگشت پا. ۳- تقویت اندام فوقانی با دمبل.
۲*۱۰	۳-۴	
۳*۱۰	۵-۶	<b>تمرین تعادلی:</b> ۱- ایستادن روی یک پا. ۲- انتقال وزن به صورت جانبی از یک پا به پای دیگر. ۳- خم شدن به سمت پایین از کمر، ۳- حرکت به پهلو
۳*۱۲	۷-۸	<b>تمرین حرکتی عملکردی:</b> ۱- راه رفتن روی پله‌ها (پنج پله با نرده، عرض ۳۰ اینچ در عمق ۱۱ اینچ)، ۲- ایستادن از حالت نشسته به حالت ایستاده

## روش‌های آماری

برای بررسی نرمال بودن داده‌ها در دو گروه از آزمون شاپیروویلیک استفاده شد که این آزمون نشان داد داده‌های مربوط به هر دو گروه نرمال هستند ( $p > 0.05$ ). همچنین به منظور بررسی همگنی واریانس‌ها از آزمون لون استفاده شده که این آزمون نشان داد در متغیرهای پژوهش تفاوت معنی‌داری بین واریانس‌های دو گروه وجود ندارد ( $p > 0.05$ ). همچنین برای بررسی تاثیر و ماندگاری برنامه تمرینی چندوجهی بر متغیرهای مورد بررسی، تغییرات درون‌گروهی و بین‌گروهی از آزمون آماری آنوا با اندازه گیری‌های مکرر<sup>۱</sup> و آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. کلیه عملیات آماری به وسیله نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ انجام شد ( $P \leq 0.05$ ).

## نتایج مطالعه

در جدول شماره ۲ به بررسی همگن بودن گروه‌ها از نظر اطلاعات دموگرافیک همچون سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی و پرداخته شد.

نتایج آزمون t مستقل برای مقایسه اطلاعات دموگرافیک شرکت کنندگان نشان داد که تفاوت معنی داری بین دو گروه در این شاخص‌ها وجود ندارد ( $p > 0.05$ ). از آزمون آنالیز واریانس مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی جهت بررسی تاثیر تمرین و مقایسه گروه‌ها استفاده شد که نتایج آنها در جدول شماره ۳ ارائه شد.

<sup>۱</sup>. Repeated measures of ANOVA



جدول ۲- ویژگی‌های دموگرافیک و آمار توصیفی شرکت‌کنندگان مطالعه

شاخص اندازه گیری	گروه	انحراف استاندارد ± میانگین	T	P
سن (سال)	کنترل	۶۵/۷۱ ± ۴/۹۳	۰/۲۳	۰/۸۲
	تمرینی	۲۳/۶۵ ± ۵/۹۸		
قد (متر)	کنترل	۱/۶۶ ± ۰/۰۸	۰/۷۱	۰/۴۸
	تمرینی	۱/۶۳ ± ۰/۱۲		
وزن (کیلوگرم)	کنترل	۶۶/۴۲ ± ۸/۷۷	۰/۵۴	۰/۵۸
	تمرینی	۶۴/۸۴ ± ۴/۸۵		
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	کنترل	۲۳/۸۶ ± ۱/۶۲	-۰/۵۹	۰/۵۶
	تمرینی	۲۴/۵۵ ± ۳/۹۸		

نتایج آزمون آنالیز واریانس مکرر نشان داد بین دو گروه کنترل و تمرینی در متغیرهای ترس از سقوط ( $p=0/001$ )، تعادل ایستا روی سطح سفت ( $\eta^2=0/38$ )، تعادل ایستا روی سطح نرم ( $\eta^2=0/54$ )، نمره کل تعادل ایستا ( $\eta^2=0/57$ )، تعادل پویا ( $\eta^2=0/61$ ) و سرعت راه رفتن ( $\eta^2=0/03$ )، تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی در بررسی تفاوت دورن گروهی نشان داد که در گروه تمرینی بین زمان پیش آزمون

و پس از ۸ هفته تمرین در متغیرهای ترس از سقوط ( $p=0/001$ )، تعادل ایستا روی سطح سفت ( $\eta^2=0/38$ )، تعادل ایستا روی سطح نرم ( $\eta^2=0/54$ )، نمره کل تعادل ایستا ( $\eta^2=0/57$ )، تعادل پویا ( $\eta^2=0/61$ ) و سرعت راه رفتن ( $\eta^2=0/03$ )، تفاوت معنی‌داری وجود دارد. به صورتی که پس از ۸ هفته تمرین عملکرد آزمودنی‌ها در این متغیرها بهبود یافت.

جدول ۳- نتایج حاصل از آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر دو راهه در متغیرهای مطالعه

متغیر	گروه	M±SD			تفاوت درون گروهی (MIC)			تفاوت بین گروهی			گروه*زمان		
		پیش	پس	پیگیری	پیش-پس	پیش-پیگیری	پیش-پیگیری	پیش	پس	پیگیری	F	P	Eta
ترس از سقوط	کنترل	± ۹/۷۴	± ۹/۱۹	± ۸/۹۸	↓ ۲/۵۴	↓ ۳/۵۲	↓ ۱/۰۱	۰/۱۴*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	۱۵/۸۷	۰/۰۰۱*	۰/۳۸
	تمرینی	± ۸/۱۷	± ۵/۲۶	± ۴/۴۷	↓ ۲/۵۳*	↓ ۲/۹۱۵*	↓ ۲/۳۲	۰/۱۴*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	۱۵/۸۷	۰/۰۰۱*	۰/۳۸
تعادل ایستا روی سطح سفت	کنترل	± ۵/۹۴	± ۵/۶۱	± ۵/۲۵	↓ ۵/۲۱	↓ ۵/۷۸	↓ ۰/۷۷	۰/۳۷*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	۳۰/۲۷	۰/۰۰۱*	۰/۵۴
	تمرینی	± ۵/۴۲	± ۲/۸۷	± ۳/۰۱	↓ ۷/۱۰۹*	↓ ۶/۸۱۸*	↑ ۱۰/۰۹	۰/۳۷*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	۳۰/۲۷	۰/۰۰۱*	۰/۵۴
تعادل ایستا روی سطح نرم	کنترل	± ۵/۸۹	± ۶/۳۲	± ۶/۶۰	↓ ۴/۲۴	↓ ۱/۵۶	↑ ۲/۸۰	۰/۱۷*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	۱۵/۴۸	۰/۰۰۱*	۰/۳۸
	تمرینی	± ۵/۷۷	± ۲/۶۸	± ۳/۰۷	↓ ۶/۱۱۷*	↓ ۶/۴۰*	↓ ۶/۲۳	۰/۱۷*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	۱۵/۴۸	۰/۰۰۱*	۰/۳۸
نمره کل تعادل ایستا	کنترل	± ۱۱/۱۴	± ۱۰/۶۵	± ۱۰/۸۲	↓ ۴/۷۰	↓ ۳/۶۱	↑ ۱/۱۴	۰/۲۳*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	۳۳/۸۱	۰/۰۰۱*	۰/۵۷
	تمرینی	± ۱۰/۶۶	± ۴/۲۸	± ۴/۹۴	↓ ۷/۲۰*	↓ ۶/۸۱*	↑ ۱/۱۸	۰/۲۳*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	۳۳/۸۱	۰/۰۰۱*	۰/۵۷

تعداد پویا	کنترل	تمرینی	MIC			تعداد پویا	کنترل	تمرینی
			↑	↓	±			
۰/۶۸	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	۰/۶۸	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*
۱۱/۵۷	± ۵/۰۴	± ۴/۹۷	± ۴/۸۷	± ۴/۸۷	± ۴/۸۷	۱۱/۵۷	± ۵/۰۴	± ۴/۹۷
۱۰/۷۶	± ۵/۱۶	± ۶/۴۳	± ۶/۰۴	± ۶/۴۳	± ۶/۰۴	۱۰/۷۶	± ۵/۱۶	± ۶/۴۳
۱۸/۲۸	± ۷/۴۱	± ۶/۹۴	± ۶/۶۸	± ۶/۹۴	± ۶/۶۸	۱۸/۲۸	± ۷/۴۱	± ۶/۹۴
۱۳/۵۳	± ۴/۹۲	± ۳/۵۸	± ۳/۹۶	± ۳/۵۸	± ۳/۹۶	۱۳/۵۳	± ۴/۹۲	± ۳/۵۸
۱۱/۵۷	± ۵/۱۶	± ۶/۴۳	± ۶/۰۴	± ۶/۴۳	± ۶/۰۴	۱۱/۵۷	± ۵/۱۶	± ۶/۴۳
۱۲/۳۵	± ۶/۱۶	± ۶/۴۳	± ۶/۰۴	± ۶/۴۳	± ۶/۰۴	۱۲/۳۵	± ۶/۱۶	± ۶/۴۳
۱۲/۳۵	± ۶/۱۶	± ۶/۴۳	± ۶/۰۴	± ۶/۴۳	± ۶/۰۴	۱۲/۳۵	± ۶/۱۶	± ۶/۴۳
۱۲/۳۵	± ۶/۱۶	± ۶/۴۳	± ۶/۰۴	± ۶/۴۳	± ۶/۰۴	۱۲/۳۵	± ۶/۱۶	± ۶/۴۳

(\*) معنی داری در سطح ۰/۰۵؛ (MIC) حداقل تغییرات مشاهده شده؛ (↓) کاهش؛ (↑) افزایش

بخشیده و خطر سقوط در این افراد را کاهش دهد؛ همچنین این بهبود پس از دو ماه ماندگار بود. به صورت کلی بررسی‌ها نشان دهنده ضعف توان عملکردی در سالمندان است؛ به صورتی که این افراد در مقایسه با افراد فعال و کسانی که زندگی مستقل دارند، دچار ضعف می‌باشند (۳۵). در نتیجه افزایش ظرفیت عملکردی در این افراد به دنبال تمرینات ورزشی قابل پیش‌بینی است. در همین راستا زویتا و همکاران (۲۰۲۰) استفاده از تمریناتی که شامل حرکات قدرتی و تعادلی بوده را بر بهبود کنترل پاسچر در دو شرایط چشم باز و چشم بسته موثر دانستند (۳۶). همچنین پایو و همکاران (۲۰۱۹) به تاثیر استفاده از تمرینات تعادلی بر بهبود تعادل و سرعت راه رفتن سالمندان اشاره کردند (۳۷). علاوه بر این پاپالیا و همکاران (۲۰۲۰) استفاده از تمرینات ورزشی در سالمندان را بر تعادل ایستا، تعادل پویا و نیز ترس از سقوط موثر دانستند (۱۳).

همانطور که بیان شده کاهش عملکرد فیزیکی و توانایی‌های شناختی با افزایش سن باعث اختلال پیش‌رونده در قدرت، هماهنگی و تعادل عضلانی می‌شود (۳۸) و افراد را در معرض خطر سقوط قرار می‌دهد (۱۳، ۳۹)؛ در نتیجه همسو با نتایج این مطالعه، استفاده از تمرینات چندوجهی که شامل تمرینات موثر بر تعادل، راه رفتن، قدرت و عملکرد حرکتی بوده می‌تواند اثر مثبتی در بهبود عملکرد حرکتی و کاهش خطر سقوط سالمندان داشته باشد. در واقع، بهبود تعادل و افزایش سرعت راه رفتن به دنبال اعمال تمرینات ورزشی این مطالعه ممکن است منجر به اعتماد به نفس بالاتری در توانایی شرکت‌کنندگان برای انجام فعالیت‌های مختلف روزانه بدون افتادن، تحرک و ایمنی بهتر فرد سالمند در حرکت، توانایی بیشتر در انجام وظایف

همچنین نتایج مربوط به بررسی ماندگاری اثر تمرینات نشان داد در دوره فالوآپ و پیش‌آزمون در متغیرهای ترس از سقوط ( $p=0/001$ ،  $MIC=29/15$ )، تعادل ایستا روی سطح سفت ( $p=0/001$ ،  $MIC=68/18$ )، تعادل ایستا روی سطح نرم ( $p=0/001$ ،  $MIC=66/40$ )، نمره کل تعادل ایستا ( $p=0/001$ ،  $MIC=66/81$ )، تعادل پویا ( $p=0/001$ )، سرعت راه رفتن ( $p=0/003$ ،  $MIC=101/57$ ) و تفاوت معنی‌داری وجود دارد. به عبارت دیگر نتایج نشان دهنده ماندگار بودن اثر تمرینات بوده است. اما در گروه کنترل پس از ۸ هفته و نیز دوره فالوآپ در مقایسه با پیش‌آزمون تفاوت معنی‌داری در متغیرهای مورد بررسی مشاهده نشد ( $p>0/05$ ).

علاوه بر این نتایج مربوط به مقایسه تفاوت بین گروهی در دوره پس‌آزمون نشان داد در متغیرهای ترس از سقوط ( $p=0/001$ ،  $Cohen's\ d=1/72$ )، تعادل ایستا روی سطح سفت ( $p=0/001$ ،  $Cohen's\ d=1/92$ )، تعادل ایستا روی سطح نرم ( $p=0/001$ ،  $Cohen's\ d=1/88$ )، نمره کل تعادل ایستا ( $p=0/001$ ،  $Cohen's\ d=2/18$ )، تعادل پویا ( $p=0/001$ )، سرعت راه رفتن ( $p=0/002$ ،  $Cohen's\ d=1/39$ ) و تفاوت معنی‌داری وجود دارد. به صورتی که گروه تمرینی عملکرد بهتری در مقایسه با گروه کنترل داشتند.

## بحث

مطالعه حاضر با هدف تعیین تاثیر و ماندگاری یک دوره تمرینات ورزشی چندوجهی بر سرعت راه رفتن، تعادل و ترس از سقوط سالمندان کم تحرک انجام شد. نتایج این مطالعه نشان داد یک برنامه ورزشی چندوجهی شامل تمرینات قدرتی، تعادلی و عملکردی می‌تواند تعادل و سرعت راه رفتن سالمندان ساکن خانه سالمندان را بهبود

پیچیده بین عوامل درونی (حس عمقی<sup>۴</sup>، شنوایی<sup>۵</sup> و بصری<sup>۶</sup>) و عوامل عضلانی دارد. این فعل و انفعالات<sup>۷</sup> تأثیر متقابلی بر شبکه عصبی و بازخوردهای حرکتی دارند. تمام عوامل دخیل در تعادل تحت تأثیر فرآیند پیری قرار می‌گیرند و منجر به سقوط می‌شوند (۴۱).

همچنین تعادل ایستا، پویا و به صورت کلی راه رفتن تقریباً بر تمام فعالیت‌های زندگی روزمره تأثیر می‌گذارد. بنابراین، برنامه‌های تمرینی اثرگذار بر تعادل و راه رفتن بخش مهمی از توانبخشی هستند (۳۶) که برنامه تمرینی چندوجهی این مطالعه نیز از همین ویژگی برخوردار بود. به صورت کلی وجود تمریناتی همچون تمرینات قدرتی با تراباند، بلند شدن روی پاشنه و پنجه، ایستادن روی یک پا، انتقال وزن به جانب از پای به پای دیگر، حرکت به پهلو، راه رفتن روی پله و نیز ایستادن از حالت نشسته به حالت ایستاده را می‌توان به عنوان تمریناتی موثر بر تعادل و راه رفتن دانست. از طرفی دیگر این تمرینات با عملکرد روزانه افراد سالمند مرتبط بوده و همین موضوع ممکن است منجر به ماندگاری اثر این برنامه تمرینی پس از ۲ ماه بی‌تمرینی شده باشد (۲۳). به عبارتی دیگر اثر برنامه تمرینی چندوجهی بر کاهش ضعف و عدم تقارن به همراه افزایش تحرک در سالمندان ممکن است منجر به بهبود متغیرهای مورد بررسی در زنان و مردان سالمند شرکت کننده در این مطالعه شده باشد (۲۳، ۴۵).

از محدودیت‌های غیرقابل کنترل این مطالعه میزان انگیزه و تلاش آزمودنی‌ها بود. همچنین با توجه به محدودیت در تعداد آزمودنی‌ها، تعیین اثرات تمرین قدرتی، تعادلی و عملکردی به تفکیک در گروه‌های مجزا صورت نگرفته که پیشنهاد می‌شود در مطالعات بعدی به پژوهش در این زمینه پرداخته شود.

### نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این مطالعه استفاده از تمرینات ورزشی چندوجهی بر تعادل ایستا و پویا، سرعت راه رفتن و ترس از سقوط سالمندان ساکن خانه سالمندان اثر داشت که پس از ۸ هفته نیز ماندگار بوده است. نتایج حاصل از این پژوهش می‌تواند برای استفاده در حوزه سلامت و تندرستی و به‌ویژه

مرتبط با تعادل و کاهش سقوط و مشکلات در فعالیت‌های روزمره شده باشد؛ به صورتی که علاوه بر تعادل، سرعت راه رفتن نیز در این مطالعه افزایش و ترس از افتادن کاهش یافت. بر اساس نتایج مطالعه زویتا و همکاران (۲۰۲۰) و همراستا با نتایج مطالعه حاضر باید بیان نمود توانایی ضعیف تغییر وزن و بدتر شدن سیستم عصبی عضلانی<sup>۱</sup>، اسکلتی عضلانی<sup>۲</sup> و حسی<sup>۳</sup> با افزایش سن به معنی افزایش مشکلات افراد مسن برای کنترل تقارن در ایستادن و حرکت است و اعمال تمرینات مختلف می‌تواند با کاهش این اختلالات همراه باشد (۳۶).

حرکاتی همچون ایستادن از حالت نشسته به حالت ایستاده و اسکوات تقاضای بیشتری بر روی اکستانسورهای زانو و پلاتنارفلکسورها در افراد مسن دارد. در نتیجه از این تمرینات می‌توان برای هدف قرار دادن مؤثرتر گروه‌های عضلانی اندام تحتانی در هنگام تجویز برنامه‌های ورزشی برای بزرگسالان مسن‌تر استفاده کرد. تمرین با وزنه و تراباند با اثرگذاری بر عضلات اندام تحتانی، توزیع وزن را در حالت ایستادن آرام و در موقعیت‌های مختلف خم شدن زانو بین پاها بهبود می‌بخشد. توانایی انتقال وزن بدن از یک پا به پای دیگر یکی از جنبه‌های ضروری حرکت انسان است و اغلب در طول فعالیت‌های زندگی روزمره مانند پیاده روی استفاده می‌شود (۴۰) که در این مطالعه در کنار تمرین حرکت به پهلو به آزمودنی‌ها اعمال شد که می‌تواند عاملی موثر در کاهش خطر سقوط باشد (۲۳).

همچنین نشان داده شده که ترکیب تمرینات تعادلی و قدرتی، تعادل پویا و قابلیت‌های یکپارچگی حسی افراد مسن با سابقه زمین خوردن را بهبود می‌بخشد (۴۱). بسیاری از مطالعات انجام شده بر روی افراد سالمند نشان دادند که تمرینات قدرتی توده عضلانی و قدرت اندام تحتانی را افزایش می‌دهد و منطقی است که فرض کنیم پاهای قوی‌تر سطح اتکا پایدارتری را فراهم می‌کند (۴۲). کاهش قدرت اندام تحتانی با افزایش خطر افتادن همراه است (۴۳). نتایج نشان داد که بهبود در تعادل ایستا به بازخورد بصری اجازه می‌دهد تا خطر سقوط در افراد مسن را کاهش دهد (۴۴). حفظ تعادل مطلوب نیاز به تعامل

4. proprioception  
5. auditory  
6. visual senses  
7. interactions

1. neuromuscular  
2. musculoskeletal  
3. sensory system

### حمایت مالی

این تحقیق هیچ کمک مالی از سازمان های تأمین مالی در بخش های عمومی، تجاری یا غیر انتفاعی دریافت نکرد.

### نقش نویسندگان

مفهوم سازی، روش شناسی، تحقیق، نگارش، جمع آوری و تجزیه و تحلیل داده ها: نویسندگان مسئول، بررسی مقاله: همه نویسندگان.

### تشکر و قدردانی

نویسندگان از همه شرکت کنندگان در مطالعه قدردانی می کنند.

### تضاد منافع

نویسندگان هیچ تضاد منافی را اعلام نکردند.

ارتقا سطح عملکردی سالمندان مؤثر باشد. بنابراین به پزشکان، مربیان، متخصصین حوزه سالمندی، ارتوپدی و بهداشتی توصیه می شود که در ارائه برنامه تمرینی در توانبخشی سالمندان از برنامه تمرینی ارائه شده در پژوهش حاضر استفاده نمایند.

### ملاحظات اخلاقی

این مطالعه زیر نظر کمیته اخلاق دانشگاه صنعتی شاهرود با شناسه کد اخلاق با شماره IR.SHAHROODUT.REC.1402.030 انجام شد و ادارای کد کارآزمایی بالینی UMIN000053597 می باشد.

## References

- Izquierdo M, Merchant R, Morley J, Anker S, Aprahamian I, Arai H, et al. International exercise recommendations in older adults (ICFSR): expert consensus guidelines. *The journal of nutrition, health & aging.* 2021;25(7):824-53.
- Xing L, Bao Y, Wang B, Shi M, Wei Y, Huang X, et al. Falls caused by balance disorders in the elderly with multiple systems involved: pathogenic mechanisms and treatment strategies. *Frontiers in neurology.* 2023;14:1128092.
- Auvinet B, Touzard C, Montestruc F, Delafond A, Goeb V. Gait disorders in the elderly and dual task gait analysis: a new approach for identifying motor phenotypes. *Journal of neuroengineering and rehabilitation.* 2017;14:1-14.
- Kuo F-L, Yen C-M, Chen H-J, Liao Z-Y, Lee Y. Trajectories of mobility difficulty and falls in community-dwelling adults aged 50+ in Taiwan from 2003 to 2015. *BMC geriatrics.* 2022;22(1):902.
- Sampaio A, Marques-Aleixo I, Seabra A, Mota J, Marques E, Carvalho J. Physical fitness in institutionalized older adults with dementia: association with cognition, functional capacity and quality of life. *Aging clinical and experimental research.* 2020;32:2329-38.
- Rodrigues F, Domingos C, Monteiro D, Morouço P. A review on aging, sarcopenia, falls, and resistance training in community-dwelling older adults. *International journal of environmental research and public health.* 2022;19(2):874.
- Lee S-Y, Tung H-H, Liu C-Y, Chen L-K. Physical activity and sarcopenia in the geriatric population: a systematic review. *Journal of the American Medical Directors Association.* 2018;19(5):378-83.
- Papadopoulou SK. Sarcopenia: a contemporary health problem among older adult populations. *Nutrients.* 2020;12(5):1293.
- de Matos Pinheiro I, de Aguiar DS, Dos Santos DM, de Jesus MBdC, da Silva FM, Costa DF, et al. Biopsychosocial factors associated with the frailty and pre-frailty among older adults. *Geriatric nursing.* 2019;40(6):597-602.
- Cuevas-Trisan R. Balance problems and fall risks in the elderly. *Clinics in geriatric medicine.* 2019;35(2):173-83.
- Yiou E, Caderby T, Delafontaine A, Fourcade P, Honeine J-L. Balance control during gait initiation: State-of-the-art and research perspectives. *World journal of orthopedics.* 2017;8(11):815.
- Richardson JK. Imbalanced: the confusing circular nature of falls research... and a possible antidote. *American journal of physical medicine & rehabilitation.* 2017;96(1):55-9.
- Papalia GF, Papalia R, Diaz Balzani LA, Torre G, Zampogna B, Vasta S, et al. The effects of physical exercise on balance and prevention of falls in older people: A systematic review and meta-analysis. *Journal of clinical medicine.* 2020;9(8):2595.
- Ramsey KA, Zhou W, Rojer AG, Reijnierse EM, Maier AB. Associations of objectively measured physical activity and sedentary behaviour with fall-related outcomes in older adults: A systematic review. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine.* 2022;65(2):101571.

15. Stanghelle B, Bentzen H, Giangregorio L, Pripp A, Skelton DA, Bergland A. Effects of a resistance and balance exercise programme on physical fitness, health-related quality of life and fear of falling in older women with osteoporosis and vertebral fracture: a randomized controlled trial. *Osteoporosis international*. 2020;31:1069-78.
16. Tekin F, Cetisli-Korkmaz N. Effectiveness of a telerehabilitative home exercise program on elder adults' physical performance, depression and fear of falling. *Perceptual and motor skills*. 2022;129(3):714-30.
17. Gerards M, Marcellis R, Senden R, Poeze M, de Bie R, Meijer K, et al. The effect of perturbation-based balance training on balance control and fear of falling in older adults: a single-blind randomised controlled trial. *BMC geriatrics*. 2023;23(1):305.
18. da Silveira Langoni C, de Lima Resende T, Barcellos AB, Cecchele B, Knob MS, do Nascimento Silva T, et al. Effect of exercise on cognition, conditioning, muscle endurance, and balance in older adults with mild cognitive impairment: a randomized controlled trial. *Journal of geriatric physical therapy*. 2019;42(2):E15-E22.
19. Rezola-Pardo C, Arrieta H, Gil SM, Yanguas JJ, Iturburu M, Irazusta J, et al. A randomized controlled trial protocol to test the efficacy of a dual-task multicomponent exercise program in the attenuation of frailty in long-term nursing home residents: aging-on dual-task study. *BMC geriatrics*. 2019;19:1-9.
20. Eijnde BO, Van Leemputte M, Goris M, Labarque V, Taes Y, Verbessem P, et al. Effects of creatine supplementation and exercise training on fitness in men 55-75 yr old. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md : 1985)*. 2003;95(2):818-28.
21. Mohammadi Nia Samakosh H, Brito JP, Shojaedin SS, Hadadnezhad M, Oliveira R, editors. What Does Provide Better Effects on Balance, Strength, and Lower Extremity Muscle Function in Professional Male Soccer Players with Chronic Ankle Instability? Hopping or a Balance Plus Strength Intervention? A Randomized Control Study. *Healthcare*; 2022: MDPI.
22. Yang C-M, Hsieh JSC, Chen Y-C, Yang S-Y, Lin H-CK. Effects of Kinect exergames on balance training among community older adults: A randomized controlled trial. *Medicine*. 2020;99(28):e21228.
23. Pepera G, Krinta K, Mpea C, Antoniou V, Peristeropoulos A, Dimitriadis Z. Randomized controlled trial of group exercise intervention for fall risk factors reduction in nursing home residents. *Canadian Journal on Aging/La Revue canadienne du vieillissement*. 2023;42(2):328-36.
24. Thompson LA, Brusamolin JAR, Guise J, Badache M, Estrada SC, Behera L, et al., editors. Exploring training methodologies towards the improvement of elderly balance. ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition; 2018: American Society of Mechanical Engineers.
25. Swanenburg J, de Bruin ED, Favero K, Uebelhart D, Mulder T. The reliability of postural balance measures in single and dual tasking in elderly fallers and non-fallers. *BMC musculoskeletal disorders*. 2008;9:162.
26. Peters DM, Fritz SL, Krotish DE. Assessing the reliability and validity of a shorter walk test compared with the 10-Meter Walk Test for measurements of gait speed in healthy, older adults. *Journal of geriatric physical therapy*. 2013;36(1):24-30.
27. Ulus Y, Durmus D, Akyol Y, Terzi Y, Bilgici A, Kuru O. Reliability and validity of the Turkish version of the Falls Efficacy Scale International (FES-I) in community-dwelling older persons. *Arch Gerontol Geriatr*. 2012;54(3):429-33.
28. Canever JB, Danielewicz AL, Leopoldino AAO, Corseuil MW, de Avelar NCP. Gender differentiated score on the Falls Efficacy Scale International (FES-I Brazil) to assess self-efficacy in falls in community-dwelling older adults. *Aging clinical and experimental research*. 2022;34(6):1341-7.
29. Franchignoni F, Horak F, Godi M, Nardone A, Giordano A. Using psychometric techniques to improve the Balance Evaluation System's Test: the mini-BESTest. *Journal of rehabilitation medicine: official journal of the UEMS European Board of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2010;42(4):323.
30. Cushman D, Hendrick J, Teramoto M, Fogg B, Bradley S, Hansen C. Reliability of the balance error scoring system in a population with protracted recovery from mild traumatic brain injury. *Brain injury*. 2018;32(5):569-74.
31. Pepera G, Mpea C, Krinta K, Peristeropoulos A, Antoniou V. Effects of multicomponent exercise training intervention on hemodynamic and physical function in older residents of long-term care facilities: A multicenter randomized clinical controlled trial. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2021;28:231-7.
32. Foster C, Florhaug JA, Franklin J, Gottschall L, Hrovatin LA, Parker S, et al. A new approach to monitoring exercise training. *The Journal of*

- Strength & Conditioning Research. 2001;15(1):109-15.
33. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee I-M, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine and science in sports and exercise*. 2011;43(7):1334-59.
  34. Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, Duncan PW, Judge JO, King AC, et al. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*. 2007;116(9):1094.
  35. Rodrigues F, Monteiro AM, Forte P, Morouço P. Effects of muscle strength, agility, and fear of falling on risk of falling in older adults. *International journal of environmental research and public health*. 2023;20(6):4945.
  36. Zouita S, Zouhal H, Ferchichi H, Paillard T, Dziri C, Hackney AC, et al. Effects of combined balance and strength training on measures of balance and muscle strength in older women with a history of falls. *Frontiers in physiology*. 2020;11:619016.
  37. Phu S, Vogrin S, Al Saedi A, Duque G. Balance training using virtual reality improves balance and physical performance in older adults at high risk of falls. *Clinical interventions in aging*. 2019;1567-77.
  38. Thomas E, Battaglia G, Patti A, Brusa J, Leonardi V, Palma A, et al. Physical activity programs for balance and fall prevention in elderly: A systematic review. *Medicine*. 2019;98(27):e16218.
  39. Kumar A, Delbaere K, Zijlstra G, Carpenter H, Iliffe S, Masud T, et al. Exercise for reducing fear of falling in older people living in the community: Cochrane systematic review and meta-analysis. *Age and ageing*. 2016;45(3):345-52.
  40. Nakajima T, Mezzarane RA, Klarner T, Barss TS, Hundza SR, Komiyama T, et al. Neural mechanisms influencing interlimb coordination during locomotion in humans: presynaptic modulation of forearm H-reflexes during leg cycling. *PloS one*. 2013;8(10):e76313.
  41. Barzegari M, Shojaedin SS, Bayat Tork M. The effect of 8-week strength training, balance training and combined training on the dynamic and static balance of the elderly inactive men. *Physical Treatments-Specific Physical Therapy Journal*. 2019;9(1):15-22.
  42. Paillard T. Relationship between muscle function, muscle typology and postural performance according to different postural conditions in young and older adults. *Frontiers in Physiology*. 2017;8:281498.
  43. de Souza Vale RG, de Oliveira RD, Pernambuco CS, da Silva Novaes J, de Andrade AdFD. Effects of muscle strength and aerobic training on basal serum levels of IGF-1 and cortisol in elderly women. *Archives of gerontology and geriatrics*. 2009;49(3):343-7.
  44. Villareal DT, Smith GI, Sinacore DR, Shah K, Mittendorfer B. Regular multicomponent exercise increases physical fitness and muscle protein anabolism in frail, obese, older adults. *Obesity*. 2011;19(2):312-8.
  45. Lakhani B, Mansfield A. Visual feedback of the centre of gravity to optimize standing balance. *Gait & posture*. 2015;41(2):499-503.