

Research Paper



Comparing the Effects of Eight-week Multisensory Integration Training and Resistance Training on Static and Dynamic Balance of Older Men: A Randomized Clinical Trial

Tahereh Rahimi¹, *Saeed Arsham¹, Gholamreza Lotfi², Hassan Sadeghi³

1. Department of Motor Behavior, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran.
2. Department of Motor Behavior, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran.
3. Department of Biomechanics and Sport Injuries, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran.



Citation Rahimi T, Arsham S, Lotfi GH, Sadeghi H. Comparing the Effects of Eight-week Multisensory Integration Training and Resistance Training on Static and Dynamic Balance of Older Men: A Randomized Clinical Trial. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2025; 13(6):1134-1149. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.6.3282>

doi <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.6.3282>

ABSTRACT

Background and Aims Balance impairment is one of the problems in older adults, which can increase the risk of falling. The present study aims to compare the effects of multisensory integration training and resistance training on static and dynamic balance in older men.

Methods This is a randomized controlled clinical trial. Participants were 45 healthy older men aged 60-75 who were randomly divided into three groups, including multisensory integration training, resistance training, and control. The two training groups participated in eight-week training programs (three sessions per week, each for 45 minutes), while the control group performed their daily activities. The sharpened Romberg test was used to measure static balance, and the timed up & go test was used to measure dynamic balance.

Results Both training groups showed a significant increase in static balance ($F_{(2,41)}=7.60, P=0.002, \eta^2=0.27$) and dynamic balance ($F_{(2,41)}=6.11, P=0.005, \eta^2=0.23$) compared to the control group. There were no significant differences between the two training groups in static balance ($P=0.111$) or dynamic balance ($P=1.000$).

Conclusion Both resistance training and multisensory integration training can improve the static and dynamic balance of older men. There is no significant difference between their efficacy in improving balance.

Keywords Elderly, Multisensory integration, Resistance training, Balance

Received: 21 Jun 2024

Accepted: 25 Jul 2024

Available Online: 20 Jan 2025

* Corresponding Author:

Saeed Arsham, Associate Professor.

Address: Department of Motor Behavior, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran.

Tel: +98 (21) 22269549

E-Mail: saeedarsham@khu.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

The population of aged people is increasing and has become a global phenomenon. Balance impairment is one of the problems of older adults, which exposes them to an increased risk of falling. There is a relationship between multisensory integration and balance in the elderly, such that low visual-sensory integration can lead to poorer balance and increased risk of falling. The multisensory integration training may improve balance and reduce postural fluctuations and the risk of falling in the elderly.

Since muscle mass, muscle strength, bone density, and cartilage function play a critical role in performing daily activities, resistance training may have a positive effect on the elderly. Resistance training using resistance machines, body weight, or low-cost equipment for the elderly can affect their falling and the related consequences and improve their quality of life. Due to the importance of applying appropriate interventions for the prevention of falling or improvement of balance in older adults, this study aims to evaluate the effects of resistance training and multisensory integration training on older men's static and dynamic balances.

Materials and Methods

This is a single-blind, randomized, controlled clinical trial with a pre-test/post-test design. The participants were 45 older men aged 60-75 years in Tehran, Iran. They were randomly divided into three groups including multisensory integration training, resistance training, and control. They first completed a demographic form, which surveys age, height, weight, body mass index (BMI) and history and type of sports activity. Then, they underwent the mini-mental state examination. The first two training groups participated in eight-week training programs (three sessions per week, each for 45 minutes), while the control group performed their daily activities. The sharpened Romberg test was used to measure static balance, and the timed up & go test was used to measure dynamic balance. The Shapiro-Wilk test was utilized to check the normality of data distribution, which showed that all dependent variables had a normal distribution ($P > 0.05$). In addition, other assumptions for the ANCOVA, including the equality of variances and homogeneity of the regression slope, were assessed and confirmed.

Results

No significant difference was observed between groups in height, weight, and BMI in the pre-test phase ($P > 0.05$). The results demonstrated that, after controlling the effect of the pretest score, there were significant differences in static balance ($F_{(2, 41)} = 7.60$, $P = 0.002$, $\eta^2 = 0.27$) and dynamic balance ($F_{(2, 41)} = 6.11$, $P = 0.005$, $\eta^2 = 0.23$) among the three groups. However, there was no statistically significant difference between the two training groups in static balance ($P = 0.111$) or dynamic balance ($P = 1.000$).

Conclusion

Multisensory integration training and resistance training with body weight can significantly improve the static and dynamic balances of older adults. There is no significant difference between the effects of the two training methods. Multisensory integration training should be used, in addition to lower-limb muscle strengthening exercises, to improve the balance and reduce the risk of falling among older adults.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This study was approved by the Research Ethics Committee of [Kharazmi University](#), Tehran, Iran (Code: IR.KHU.REC.1402.085) and was registered by [Iranian Registry of Clinical Trials](#) (Code: IRCT20231227060541N1).

Funding

This study was extracted from the PhD thesis of Tahereh Rahimi at the Department of Motor Behavior, [Kharazmi University](#), Tehran, Iran.

Authors' contributions

Data collection and analysis: Tahereh Rahimi; Statistical analysis: Tahereh Rahimi and Saeed Arsham; Conceptualization, resources, writing, preparation of the initial draft, review & editing: All authors.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors would like to extend their sincere gratitude to all participants who contributed to this research.

This Page Intentionally Left Blank



مقاله پژوهشی

مقایسه تأثیر ۸ هفته تمرینات یکپارچگی چندحسی و تمرینات مقاومتی بر تعادل ایستا و پویای مردان سالمند: کارآزمایی بالینی تصادفی شده

طاهره رحیمی^۱، سعید ارشم^{۱*}، غلامرضا لطفی^۲، حسن صادقی^۳

۱. گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
۲. گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران.
۳. گروه بیومکانیک و آسیب شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

Use your device to scan and read the article online



Citation Rahimi T, Arsham S, Lotfi GH, Sadeghi H. Comparing the Effects of Eight-week Multisensory Integration Training and Resistance Training on Static and Dynamic Balance of Older Men: A Randomized Clinical Trial. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2025; 13(6):1134-1149. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.6.3282>

doi <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.6.3282>

چکیده

مقدمه و اهداف تعادل از جمله مشکلات سالمندان است که آن‌ها را در معرض افزایش خطر زمین خوردن قرار می‌دهد، به این دلیل پیشگیری از افتادن به موضوعی مهم در سالمندان تبدیل شده است، بنابراین هدف پژوهش حاضر تعیین اثر تمرینات یکپارچگی چندحسی و تمرینات مقاومتی بر تعادل ایستا و پویای سالمندان مرد بود.

مواد و روش‌ها ۴۵ سالمند مرد سالم ۶۰ تا ۷۵ ساله به‌طور تصادفی در ۳ گروه قرار گرفتند: ۱. گروه تمرینات یکپارچگی چندحسی؛ ۲. گروه تمرینات مقاومتی؛ ۳. گروه کنترل. هر دو گروه تمرینات یکپارچگی چندحسی و تمرینات مقاومتی در یک برنامه مداخله ۸ هفته‌ای (۳ جلسه در هفته، هر جلسه ۴۵ دقیقه) شرکت کردند و گروه کنترل فعالیت‌های روزانه خود را انجام دادند. آزمون شارپ‌اندرومبرگ برای اندازه‌گیری تعادل ایستا و برای اندازه‌گیری تعادل پویا از آزمون زمان‌دار برخاستن و رفتن استفاده شد.

یافته‌ها نشان داد تمرینات یکپارچگی چندحسی و گروه تمرینات مقاومتی به‌صورت معنی‌داری موجب افزایش تعادل ایستای سالمندان شده است ($F_{(3,13)}=7/60, P=0/002, \eta^2=0/27$). درحالی‌که بین تأثیر ۲ مداخله از نظر آماری تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($P=0/111$). همچنین نتایج تحلیل تعادل پویا نیز نشان داد تمرینات یکپارچگی چندحسی و تمرینات مقاومتی به‌صورت معنی‌داری موجب افزایش تعادل پویای آن‌ها شده است ($F_{(3,13)}=6/11, P=0/005, \eta^2=0/23$). علاوه‌براین، بین تأثیر ۲ مداخله برای تعادل پویا از نظر آماری تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($P=1/000$).

نتیجه‌گیری هر دو نوع تمرینات مقاومتی و تمرینات یکپارچگی چندحسی، تعادل ایستا و پویای سالمندان را بهبود بخشید. اگرچه گروه تمرینات یکپارچگی چندحسی نتایج بهتری ارائه کرد، اما نمی‌توان بیان کرد که این نوع تمرین در بهبود کنترل تعادل مؤثرتر از تمرینات مقاومتی است.

کلیدواژه‌ها تعادل، تمرین مقاومتی، سالمند، یکپارچگی چندحسی

تاریخ دریافت: ۰۱ تیر ۱۴۰۳

تاریخ پذیرش: ۰۴ مرداد ۱۴۰۳

تاریخ انتشار: ۰۱ بهمن ۱۴۰۳

* نویسنده مسئول:

دکتر سعید ارشم

نشانی: تهران، دانشگاه خوارزمی، دانشکده تربیت بدنی، گروه رفتار حرکتی.

تلفن: ۲۲۲۶۹۵۴۹ (۲۱) ۹۸+

رایانامه: saeedarsham@khu.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 و اهداف

اگرچه تمرینات قدرتی سیستم اسکلتی-عضلانی را از نظر توده عضلانی و قدرت تحریک می‌کند، اما با بهبود کنترل قامتی ارتباطی ندارد. از طرفی در بررسی اثرات تمرینات مقاومتی در مقابل تمرینات چندحسی بر کنترل قامت زنان سالمند مشخص شد هر دو برنامه تمرینی در بهبود کنترل قامت این افراد مؤثر بود. با وجود این تمرینات چندحسی به‌طور قابل توجهی چابکی و تعادل پویا را بهبود بخشیده است [۹]. به نظر می‌رسد مؤثر بودن برنامه‌های چندبخشی یا ترکیبی در مقایسه با تمرینات هم‌زمان (مقاومتی و هوازی) برای تعادل، ترس از افتادن و قدرت عضلانی سالمندان به این دلیل است که حواس بینایی، دهلیزی، حس عمقی و لامسه ورودی حس صحیحی را ارائه می‌دهند و با سیستم عصبی عضلانی برای ایجاد خروجی حرکتی مناسب همکاری می‌کنند، نوهو و همکاران به این نوع دلیل احتمالی در مطالعه مروری خود اشاره داشتند [۱۰]. در همین راستا مطالعه سیستماتیک ژانگ و همکاران نیز به نتایج مشابهی دست یافت، آن‌ها گزارش کردند تمرینات چندحسی خطر افتادن را کاهش و سطح اعتماد به نفس را برای بهبود کیفیت زندگی افزایش داده است [۴]. همچنین آلفیری و همکاران در مقایسه اثر تمرینات چندحسی با تمرینات تقویت عضلات بر کنترل قامت سالمندان دریافتند کنترل قامت در گروه تمرینات چندحسی به‌طور قابل توجهی نسبت به گروه تمرینات قدرتی بهبود یافته است [۱۱]. اما به‌طور خاص این موضوع تأیید شده است که اثر مطلوب تمرینات تحریک چندحسی، زمانی بیشتر است که حس‌های دهلیزی و حسی پیکری با محرک‌های بینایی ترکیب شوند [۱۲].

توانایی یکپارچگی موفقیت‌آمیز اطلاعات چندحسی یک جنبه حیاتی از کارکرد و تحرک‌پذیری روزمره است. همچنین پژوهش ماهونی و همکاران نشان می‌دهد یکپارچگی چندحسی می‌تواند به‌عنوان یک نشانگر جدید پیش‌بالینی در سالمندی، با توجه به نتایج مهم حرکتی، مانند تعادل، گام‌برداری و افتادن و شناختی، مانند توجه به کار گرفته شود. یکپارچگی چندحسی در سالمندی به‌خوبی درک نشده و ارتباط آن با عملکرد شناختی و حرکتی به‌عنوان یک شکاف دانشی مهم در این زمینه شناخته شده است. با گسترش پژوهش‌ها در مورد منشأ و نقش آن در شرایط مختلف (فیزیکی یا عصبی)، در مورد اینکه چگونه می‌توانیم یکپارچگی چندحسی ناکارآمد را بهبود بخشیم نیز باید شاهد پژوهش‌های بیشتر باشیم [۱۳]. با توجه به شواهد ارائه‌شده بر اهمیت یکپارچگی چندحسی، طراحی برنامه مداخله با هزینه و زمان کارآمد تأکید می‌شود. اکثر پژوهش‌های پیشین بیشتر به ترکیب ۲ نوع حس پرداخته‌اند و تاکنون تا جایی که محقق بررسی کرده تنها یک مطالعه در این زمینه انجام شده که به‌صورت همه‌جانبه چندحسی بوده است [۸]. هرچند تاکنون مطالعات زیادی ارتباط بین تمرینات چندحسی و پیامدهای حرکتی و کارکردی و تأثیر آن در سالمندان را بررسی کرده‌اند، اما پژوهش‌های اندکی درباره اثربخشی تمرینات چندحسی مختلف انجام شده است که بتواند

سالمندی جمعیت و روند رو به رشد افزایش آن به یک پدیده جهانی تبدیل شده که دوران حساسی از زندگی است و توجه به مسائل و نیازهای این مرحله، ضرورتی اجتماعی به شمار می‌رود. مطالعات اپیدمیولوژیک سازمان بهداشت جهانی در سال ۲۰۱۵ نشان داد افراد سالمند ۶۰ ساله یا بالاتر تا سال ۲۰۵۰ حدود ۲۰ درصد از کل جمعیت را تشکیل خواهند داد [۱]. این واقعیت درباره کشور ما نیز وجود دارد. به‌طوری‌که پیش‌بینی می‌شود درصد سالمندان ایران تا سال ۱۴۰۴، به ۱۰ و تا سال ۱۴۲۹ به بیش از ۳۰ درصد بافت جمعیتی برسد [۲]. این تغییر جمعیتی سریع در جامعه ما نشان می‌دهد درک سالمندی سالم و بیماری‌های مرتبط با افزایش سن نه‌تنها یکی از چالش‌های اصلی آینده کشور ما، بلکه یک مسئله بزرگ در قرن بیست‌ویکم است.

با افزایش سن افراد، میزان افتادن سالمندان افزایش می‌یابد که منجر به افزایش امراض، مرگ‌ومیر و از دست دادن استقلال آن‌ها می‌شود [۳]. برای بهبود اختلالات تعادل و کاهش صدمات احتمالی، پزشکان باید مکانیسم اختلالات تعادل را درک کنند و در نتیجه مدیریت مؤثری را انجام دهند، اما دارو و جراحی به‌ندرت برای بهبود تعادل و پیشگیری از افتادن استفاده می‌شود. بنابراین مدیریت اصلی برای بهبود تعادل شامل تمرینات جسمانی، توانبخشی دهلیزی و تمرینات چندحسی است [۴]. زمین خوردن یا به‌سادگی ترس از زمین خوردن، می‌تواند منجر به محدود شدن سطح فعالیت بدنی و به‌طور غیرمستقیم کاهش تعاملات اجتماعی شود. این باعث تناقضی می‌شود که در آن ترس از افتادن می‌تواند خطر افتادن در آینده را به دلیل زوال و بدتر شدن توانایی‌های جسمانی ناشی از عدم شرکت در زندگی روزمره افزایش دهد [۵].

تعادل از جمله مشکلات سالمندان است که آن‌ها را در معرض افزایش خطر زمین خوردن قرار می‌دهد بنابراین پیشگیری از افتادن به موضوعی مهم در سالمندان تبدیل شده است [۴]. تمرینات تعادل می‌تواند باعث افزایش کنترل قامت شود که در بسیاری از مطالعات به‌صورت برنامه‌ای در دوره‌های زمانی مختلف انجام می‌شود [۶]. برای مثال برخی از پژوهش‌ها تمرینات تعادلی را به‌طور مستقل و برخی دیگر به شکل‌های تمرینی دیگر مانند تمرینات قدرتی یا تمرینات چندحسی مورد استفاده قرار داده‌اند که به نتایج متفاوتی دست یافته‌اند. نتایج نشان می‌دهد بین یکپارچگی چندحسی و تعادل سالمندان ارتباط وجود دارد به‌طوری‌که تضعیف یکپارچگی بینایی حسی پیکری با تعادل ضعیف‌تر و افزایش خطر افتادن آن‌ها مربوط بود [۷]. این ساماندهی و تقویت حسی به دنبال برنامه مداخله چندحسی، ممکن است باعث بهبود تعادل، کاهش نوسانات قامتی و خطر افتادن سالمندان شود [۸]. تمرینات چندحسی برای بهبود تحرک کارکردی مؤثرتر از تمرینات قدرتی هستند،

مواد و روش‌ها

طرح پژوهش

پژوهش حاضر باتوجه‌به عنوان پژوهش از نوع نیمه‌تجربی و از نظر هدف، پژوهشی کاربردی با رویکرد کمی بود. این پژوهش به‌صورت کارآزمایی بالینی تصادفی کنترل‌شده تک‌سوکور، با طرح تحقیق پیش‌آزمون پس‌آزمون با گروه کنترل انجام شد. مطالعه حاضر با کد IR.KHU.REC.1402.085 در کمیته اخلاق دانشگاه خوارزمی تأیید شد و در سامانه کارآزمایی بالینی ایران (IRCT) با شماره IRCT20231227060541N1 ثبت شده است.

شرکت‌کنندگان

شرکت‌کنندگان این پژوهش مردان سالمند گروه سنی ۶۰ تا ۷۵ ساله شهر تهران بودند و همچنین تعیین حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار جی پاور (نسخه ۶/۱/۳) انجام شد. با فرض اندازه اثر ۰/۲۵ با توان ۰/۸۰ و سطح آلفای ۰/۰۵ و با در نظر گرفتن میزان ریزش ۱۰ درصدی شرکت‌کنندگان، از ۶۹ فرد غربالگری شده، ۵۱ مرد ۶۰ تا ۷۵ ساله به روش در دسترس و هدفمند از یک مجموعه ورزشی در شهر تهران باتوجه‌به ملاک‌های ورود مطالعه انتخاب شدند. افراد پس از شرکت در یک جلسه هماهنگی و آگاهی کامل از شرایط پژوهش داوطلبانه با تکمیل فرم رضایت‌نامه آمادگی خود را اعلام کردند و با تخصیص تصادفی (قرعه‌کشی) افراد واجد شرایط پژوهش در ۳ گروه تمرینات یکپارچگی چندحسی (۱۶ نفر)، گروه تمرینات (۱۷ نفر) و گروه کنترل (۱۸ نفر) قرار گرفتند (تصویر شماره ۱).

معیارهای ورود

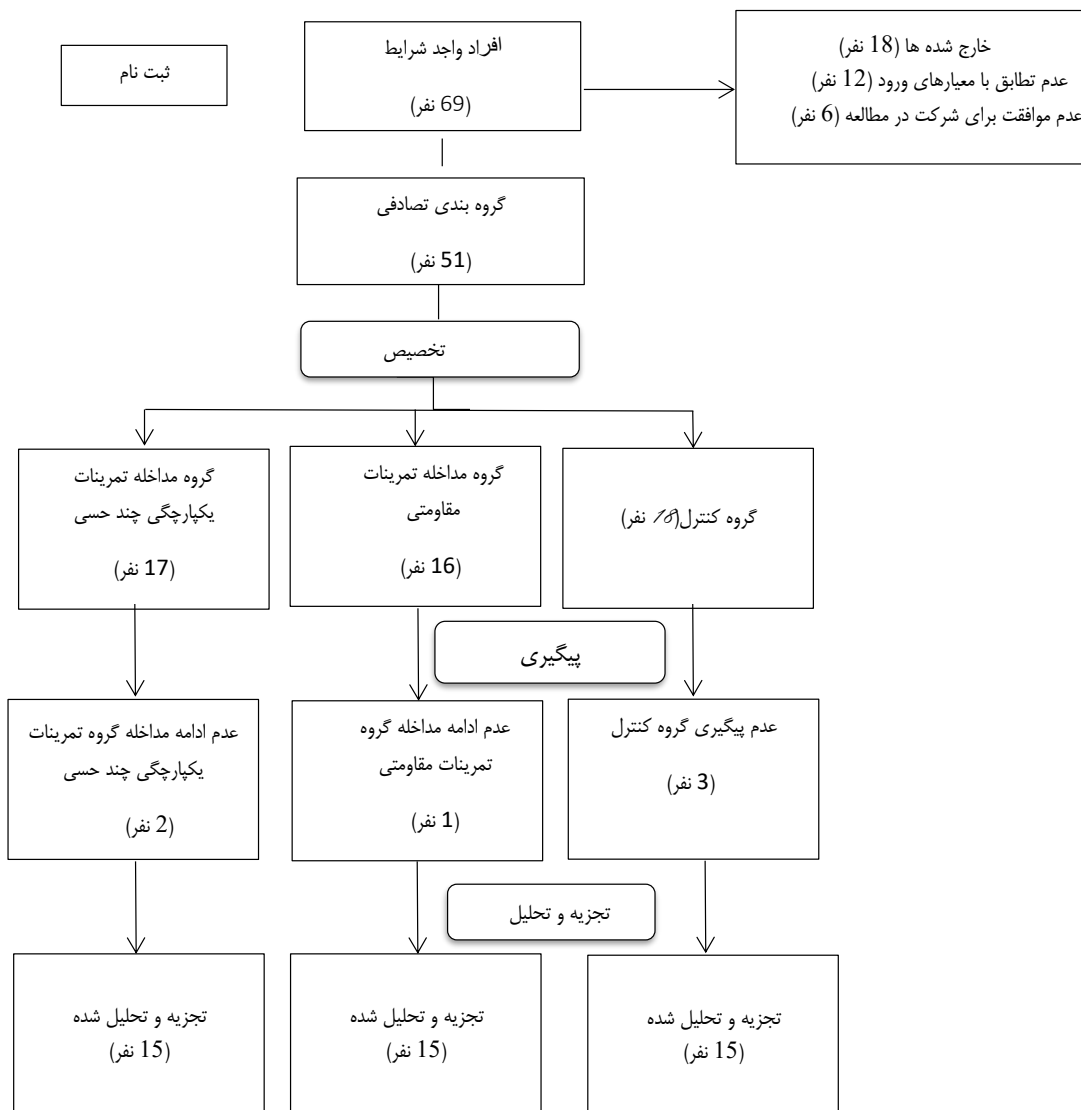
شرایط ورود شرکت‌کنندگان در مطالعه: ۱. داشتن حداقل ۶۰ سال و حداکثر ۷۵ سال سن؛ ۲. توانایی راه رفتن ۱۰ متر به‌طور مستقل بدون نیاز به وسایل کمکی؛ ۳. کسب نمره ۲۴ یا بالاتر در آزمون وضعیت روانی؛ ۴. نداشتن اختلال شدید بینایی و شنوایی؛ ۵. نداشتن بیماری‌های نورولوژیکی؛ ۶. نداشتن ضایعات ارتوپدیکی در اندام تحتانی؛ ۷. نداشتن سابقه بیماری‌های قلبی‌عروقی و بیماری‌های تنفسی، نداشتن سابقه جراحی در طول ۱ سال گذشته و عدم مصرف داروهای اعصاب و تأثیرگذار بر تعادل.

معیارهای خروج

۱. عدم تمایل به ادامه همکاری در پژوهش؛ ۲. ابتلا به بیماری‌هایی که مانع از ادامه تمرین یا آزمون افراد شود؛ ۳. غیبت بیشتر از ۲ جلسه در تمرینات؛ ۴. عدم شرکت در آزمون‌ها؛ ۵. بروز درد حین تمرینات و ارزیابی‌ها.

یک رویکرد کامل و جامع با هدف بهبود پیامدهای حرکتی، مانند تعادل ایستا و پویا در جهت پیشگیری از افتادن سالمندان ارائه دهد.

از سوی دیگر با افزایش سن افراد، سطح آمادگی جسمانی به میزان یکنواخت کاهش می‌یابد. از این رو تعریف مداخلاتی با تمرکز بر تمرینات مقاومتی برای کاهش خطر افتادن و آسیب‌های ناشی از افتادن بسیار مهم است، زیرا این روش در دسترس‌ترین روش تمرینی برای این جامعه است. از آنجایی که توده عضلانی، قدرت عضلانی، تراکم استخوان و عملکرد غضروف ممکن است نقش مهمی در فعالیت‌های روزانه داشته باشند، تمرینات مقاومتی ممکن است تأثیر مثبت و قابل‌توجهی بر سالمندان داشته باشد. مرور ادبیات موجود در مورد تمرین مقاومتی با استفاده از ماشین‌های مقاومتی و وزن بدن یا تجهیزات کم‌هزینه برای سالمندان، چگونگی ارتباط آن‌ها با افتادن و پیامدهای مربوط به آن بهبود کیفیت زندگی آن‌ها را نشان می‌دهد. برنامه‌های تمرینی با تمرکز بر قدرت ممکن است به‌طور قابل‌توجهی بر توده عضلانی و قدرت عضلانی تأثیر بگذارد و کاهش عملکرد و خطر افتادن را به حداقل برساند [۱۴]. نتایج مرور سیستماتیک درباره تمرین مقاومتی در سالمندان نشان می‌دهد تمرین مقاومتی با استفاده از دستگاه‌های مقاومتی و وزن بدن اگر براساس تفاوت‌های فردی طراحی شود می‌تواند به کاهش خطر افتادن و عواقب آن در سالمندان کمک کند [۱۵]. اما با وجود این برخی پژوهش‌ها نتایج متناقضی از اثربخشی تمرینات مقاومتی بر تعادل را نیز نشان می‌دهد، به‌عنوان مثال می‌توان به پژوهش عرفانیان ظروفی و همکاران اشاره کرد. آن‌ها به بررسی تأثیر تمرینات مقاومتی بر تعادل ایستای زنان سالمند پرداختند و بیان کردند این نوع مداخله تمرینی تأثیری بر تعادل ایستای زنان سالمند نداشته است [۱۶]. براساس مبانی نظری و پژوهش‌های انجام‌شده قبلی تأکید شده تأثیر بهینه تمرینات تحریک چندحسی هنگامی است که حس‌های دهلیزی و حسی پیکری با محرک‌های بینایی ترکیب شوند. از طرفی پژوهش‌ها به نتایج متناقضی در اثربخشی تمرینات مقاومتی بر تعادل دست یافتند و همچنین یافته‌های ضدونقیضی در تأثیر تمرینات مقاومتی بر کنترل قامت و تعادل سالمندان وجود داشت. هدف اصلی این پژوهش بررسی اثربخشی تمرینات یکپارچگی چندحسی و تمرینات مقاومتی با وزن بدن (از طریق مقایسه با گروه کنترل) و هم مقایسه اثرات ۲ روش مداخله بر تعادل ایستا و پویای سالمندان مرد بود. با این تفاسیر این پژوهش به دنبال پاسخ به این سؤال است که آیا بین اثر تمرینات یکپارچگی چندحسی مختلف (ترکیب و یکپارچگی سیستم‌های بینایی، دهلیزی و حسی پیکری) و تمرینات مقاومتی با وزن بدن بر تعادل ایستا و پویای سالمندان تفاوت وجود دارد یا خیر؟



طب توانبخش

تصویر ۱. فلوجارت مربوط به طرح پژوهش کارآزمایی بالینی تصادفی کنترل شده از نوع پیش‌آزمون پس‌آزمون با گروه کنترل

شد و پس از پایان دوره مداخله تمرینی از تمامی افراد ۳ گروه تمرینات یکپارچگی چندحسی، تمرینات مقاومتی و گروه کنترل اندازه‌گیری‌های پس‌آزمون مشابه پیش‌آزمون به عمل آمد.

پروتکل تمرینی

برنامه تمرینی گروه تمرینات یکپارچگی چندحسی (جدول شماره ۱) شامل مجموعه‌ای از تمرینات چندحسی شامل بینایی، دهلیزی و حسی پیکری است که برگرفته از تمرینات چندحسی برنامه فال پروف بود که در این نوع تمرینات براساس تنوع تمرین، اصل اضافه‌بار باتوجه‌به شرایط هر فرد به صورت هفتگی تغییر کرد (تصویر شماره ۲) [۱۷]. تحلیل برحسب مدت‌زمان مداخله نشان می‌دهد تمرینات یکپارچگی چندحسی به ترتیب در ۶ هفته، ۸ هفته و ۱۲ هفته اثرگذار هستند. باین‌حال، هنوز مطالعاتی وجود دارد که مدت مداخله مؤثر را کمتر از ۶ هفته یا

روش اجرای کار

ابتدا افرادی در دامنه سنی بین ۶۰ تا ۷۵ سال برای این پژوهش انتخاب شدند [۶]. ۱ هفته قبل از شروع برنامه در طی ۱ جلسه نحوه اجرای پژوهش و خلاصه‌ای از اهداف برای شرکت‌کنندگان شرح و به سؤالات آن‌ها پاسخ داده شد. فرم رضایت‌نامه مبنی بر شرکت داوطلبانه در این پژوهش در بین سالمندان توزیع و پس از تکمیل و امضا توسط شرکت‌کنندگان، فرم مذکور جمع‌آوری شد. سپس شرکت‌کنندگان فرم ویژگی‌های جمعیت‌شناختی که شامل سن، قد، وزن، شاخص توده بدن است را تکمیل و از آن‌ها آزمون مختصر وضعیت روانی و توانایی راه رفتن ۱۰ متر به‌طور مستقل، بدون نیاز به وسایل کمکی گرفته شد. افراد واجد شرایط باتوجه‌به معیارهای ورود به‌عنوان نمونه پژوهش انتخاب و در مرحله پیش‌آزمون از آن‌ها آزمون‌های تعادل ایستا و پویا گرفته

جدول ۱. برنامه تمرینی گروه یکپارچگی چندحسی

هفته	برنامه تمرینی		
اول	راه رفتن با پنجه و پاشنه بر روی سطح ناپایدار و تمرکز بر هدف عمودی (۳×۲۰ ثانیه)	دریافت توپ در جهات مختلف در حالت نشسته (۳×۱۰ تکرار)	راه رفتن روی سطح ناپایدار و تمرکز روی سطح عمودی (۳×۲۰ ثانیه)
دوم	ایستادن درحالی که توپ بین ۲ دست ردوبدل می شود (۳×۲۰ ثانیه)	فعالیت نشسته بدون نگهدارنده و نگاه کردن به صفحه شطرنجی (۳×۲۰ ثانیه)	ایستادن روی سطح اسفنجی با چشمان بسته با ضخامت کم (۳×۱۰ ثانیه)
سوم	راه رفتن روی سطح نرم با دید محدود (عینک دودی) (۳×۱۰ ثانیه)	راه رفتن با خواندن متن جلوی چشمان (۳×۲۰ ثانیه)	راه رفتن با چرخش سر به طرفین در مسیر با عرض ۳۰ سانتی متر (۳×۲۰ ثانیه)
چهارم	ایستادن روی سطح اسفنجی با ضخامت کم با چشمان بسته (۳×۱۵ ثانیه)	ایستادن روی فوم به صورت تاندم و تمرکز به هدف مستقیم (۳×۲۰ ثانیه)	وضعیت نشسته بر روی توپ بزرگ دستها به طرفین باز با چشم باز و بسته (۳×۱۵ ثانیه)
پنجم و ششم	راه رفتن با ردوبدل کردن توپ و شمارش معکوس اعداد (۳×۲۰ ثانیه)	ایستادن روی فوم به صورت تاندم و تمرکز بر هدف عمودی (۳×۱۵ ثانیه)	وضعیت نشسته بر روی توپ بزرگ دستها به طرفین باز، تک پا (موازی با زمین) با چشم باز و بسته (۳×۱۰ ثانیه)
هفتم و هشتم	راه رفتن روی سطح نرم با چشم بسته (۳×۲۰ ثانیه)	راه رفتن به صورت تاندم خواندن متن جلوی چشمان (۳×۲۰ ثانیه)	راه رفتن با چرخش سر به طرفین در مسیر با عرض ۱۵ سانتی متر (۳×۲۰ ثانیه)

طب توانبخشی

(جدول شماره ۲ و تصویر شماره ۳) [۱۸]. شرکت کنندگان قبل از اجرای برنامه تمرینی در هر جلسه مرحله گرم کردن را به مدت ۵ تا ۱۰ دقیقه با راه رفتن و دو آرام و حرکات کششی فعال انجام دادند. همچنین مرحله سرد کردن به مدت ۵ دقیقه با راه رفتن و حرکات کششی غیرفعال انجام شد. در این مدت گروه کنترل در هیچ برنامه تمرینی ای شرکت نکردند و به فعالیت روزمره خود پرداختند.

ابزارهای جمع آوری داده‌ها

آزمون شارپند - رومبرگ^۱: این آزمون برای اندازه گیری تعادل ایستا استفاده شد. روش آزمون این گونه است که شرکت کننده با پای برهنه طوری می ایستاد که پای برتر جلوی پای غیر برتر و

بیش از ۱۲ هفته گزارش کرده است [۴]. بنابراین زمان مداخله برای ۸ هفته، ۳ جلسه در هفته به مدت ۲۵ دقیقه شامل ۵ دقیقه گرم کردن، ۱۵ دقیقه تمرین اصلی و ۵ دقیقه سرد کردن بود [۸] و تمرینات با توجه به توانایی افراد تعدیل و به صورت انفرادی اجرا شد. همچنین در حین اجرای برنامه مداخله شرکت کنندگان تمرینات را بدون پوشش کفش و جوراب انجام دادند.

برنامه تمرینی گروه تمرینات مقاومتی (جدول شماره ۱)، شامل پروتکل تمرین مقاومتی با وزن بدن به مدت ۸ هفته و هر هفته ۳ جلسه، تکرارهای ۵-۸ و شدت ۵۰ تا ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه با در نظر گرفتن تفاوت های فردی به مدت ۴۵ دقیقه تحت نظر مربی آمادگی جسمانی و اجرا شد [۱۵]. تمرینات شامل ۱۱ حرکت پروانه، نشستن پشت به دیوار، شنای سوئدی اصلاح شده، کرانچ شکمی، بالا و پایین رفتن از پله، اسکات پا جمع و پا باز، پلانک ایستا، زانو بلند، لانگز، پلانک معکوس و پلانک جانبی بود

1. Sharpened Romberg Test



شکل ۱: اهمیت بیشتر سیستم دهلیزی برای حفظ تعادل

شکل ۲: راه رفتن با چشم بسته

شکل ۳: خواندن با صدای بلند حین راه رفتن

شکل ۴: تکیه شرکت کننده برای کنترل تعادل به ورودی های حسی بیکری

شکل ۵: فعالیت با چشم بسته

طب توانبخشی

تصویر ۲. فعالیت های مختلف مربوط به گروه یکپارچگی چند حسی

جدول ۲. برنامه تمرینی گروه تمرینات مقاومتی با وزن بدن

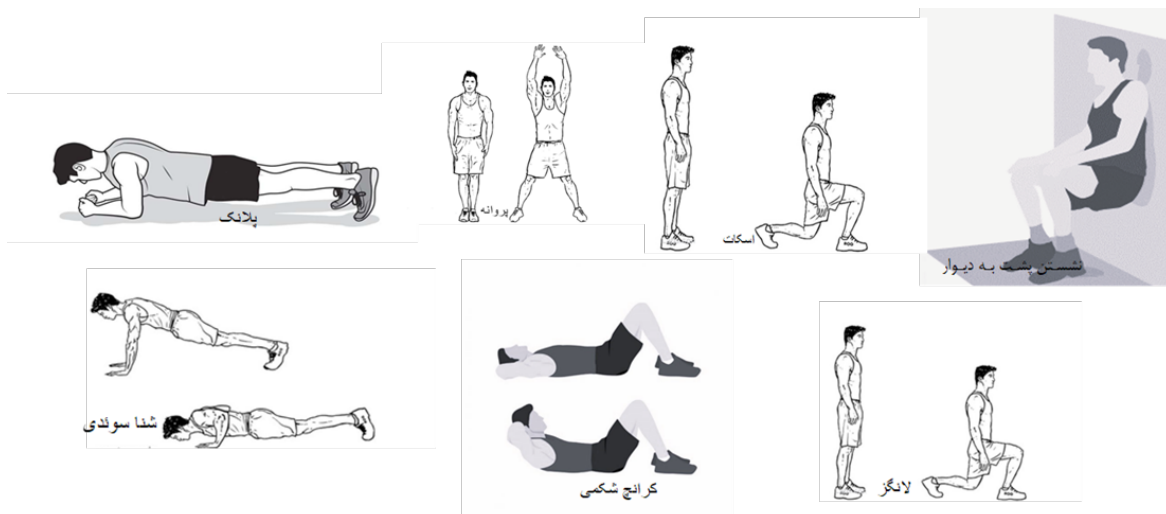
جلسه تمرینی	زمان اجرای هر حرکت	زمان استراحت بین هر حرکت	زمان استراحت بین هر دور	تعداد دور
۱ و ۲	۳۰ ثانیه	۳۰ ثانیه	۲ تا ۳ دقیقه	۱
۳ و ۴	۳۰ ثانیه	۳۰ ثانیه	۲ تا ۳ دقیقه	۲
۵ و ۶	۳۰ ثانیه	۲۵ ثانیه	۲ تا ۳ دقیقه	۲
۷ و ۸	۳۰ ثانیه	۲۵ ثانیه	۲ تا ۳ دقیقه	۳
۹ و ۱۰	۳۰ ثانیه	۲۰ ثانیه	۲ تا ۳ دقیقه	۳
۱۱ و ۱۲	۳۰ ثانیه	۱۵ ثانیه	۲ تا ۳ دقیقه	۳
۱۳ الی آخر	۳۰ ثانیه	۱۰ ثانیه	۲ تا ۳ دقیقه	۳

طب توانبخشی

برای برخاستن از روی صندلی خطا محسوب شد. آزمون زمان دار برخاستن و رفتن شامل پایایی ۹۹ درصد، اعتبار بین سنجی ۰/۹۹ و درون سنجی ۰/۹۴ است که پایایی و روایی همبستگی ۰/۶۶ با امتیاز تعادل برگ گزارش شده است [۱۹].

آزمون ارزیابی مختصر وضعیت روانی^۲: این آزمون با توجه به قابلیت اجرایی خوب آن در بسیاری از نقاط جهان و در فرهنگ های متفاوت استفاده می شود که با سنجش کارکردهای مختلف شناختی، برآورد کلی از وضعیت روانی فرد ارائه می دهد. این تست به زبان فارسی ترجمه شده است که شامل ۲۰ سؤال است و از ۴ مقیاس (موقعیت یابی، ثبت، توجه و محاسبه و یادآوری) تشکیل شده است و در مجموع ۳۰ امتیاز دارد. نمره بین ۲۴ تا ۳۰ نشان دهنده سلامت شناختی و نمرات ۲۳ یا پایین تر نشان دهنده اختلال شناختی در نظر گرفته می شود. به این صورت که نمره ۲۱ تا ۲۳ بیانگر اختلال شناختی خفیف، نمره ۱۰ تا ۲۱ اختلال شناختی متوسط و نمره زیر ۹ بیانگر اختلال شدید شناختی

3. Mini-Mental State Examination (MMSE)



2. Time Up & Go

بازوها به صورت ضربدری روی سینه قرار می گرفت و مدت زمانی که هر شرکت کننده قادر بود این حالت را با چشم باز و بسته حفظ کند، امتیاز او محسوب می شد. موارد خطا در این آزمون شامل جابه جایی پاها و لرزش بیش از حد و باز کردن دستها بود که در مورد آزمون با چشم بسته باز کردن چشم نیز جزء موارد خطا بود. آزمون شارپرند - رومبرگ دارای پایایی با چشم باز ۹۰ درصد و با چشم بسته ۹۱ درصد است. همچنین پایایی بین ارزیابی و درون ارزیابی آزمون چشم باز به ترتیب ۱/۰ و ۰/۷۸۶ است که اعتبار همگرای آن با امتیاز تعادل برگ با همبستگی ۰/۶۳۵ گزارش شده است [۱۹].

آزمون زمان دار برخاستن و رفتن^۲: این آزمون برای اندازه گیری تعادل پویا از استفاده شد. برای اجرای برخاستن و رفتن از شرکت کننده خواسته می شود بدون استفاده از دستها از روی صندلی بدون دسته برخاسته و پس از طی کردن مسیر ۳ متری بازگردد و دوباره روی صندلی بنشیند. استفاده فرد از دستها

تصویر ۳. برخی فعالیت های تمرینی گروه مقاومتی

جدول ۳. شاخص‌های آمار توصیفی مشخصات فردی شرکت‌کنندگان به تفکیک گروه‌ها

متغیر	گروه	میانگین ± انحراف معیار	سطح معنی‌داری
قد (سانتی‌متر)	کنترل	۱۷۱/۹۳ ± ۱/۰۱	۰/۶۵۵
	یکپارچگی چندحسی	۱۷۰/۶۰ ± ۱/۰۳	
	تمرین مقاومتی	۱۷۱/۶۰ ± ۱/۳۳	
وزن (کیلوگرم)	کنترل	۷۷/۴۰ ± ۲/۲۸	۰/۲۸۶
	یکپارچگی چندحسی	۷۳/۷۶ ± ۱/۸۷	
	تمرین مقاومتی	۷۹/۰۰ ± ۲/۸۳	
سن (سال)	کنترل	۶۹/۴۰ ± ۳/۱۸	۰/۷۵۴
	یکپارچگی چندحسی	۶۷/۶۶ ± ۳/۶۵	
	تمرین مقاومتی	۷۰/۴۰ ± ۴/۲۲	
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مجذور قد)	کنترل	۲۶/۱۵ ± ۰/۶۶	۰/۳۲۰
	یکپارچگی چندحسی	۲۵/۳۱ ± ۰/۵۰	
	تمرین مقاومتی	۲۶/۷۸ ± ۰/۸۴	

طب توانبخش

نتایج بیانگر این بود که بین قد، وزن، سن و شاخص توده بدن گروه‌های پژوهش در پیش‌آزمون تفاوت آماری معنی‌داری وجود ندارد ($P > 0/05$). جهت بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو ویلک استفاده شد که نتایج آن در **جدول شماره ۴** ارائه شده است.

نتایج آزمون شاپیرو ویلک نشان داد تمامی متغیرهای وابسته در سطوح متغیرهای مستقل از توزیع نرمال برخوردار بودند ($P > 0/05$). همچنین سایر پیش‌فرض‌های آماری آزمون آنکووا نظیر همبستگی واریانس و همگونی شیب رگرسیون برقرار بودند.

به‌منظور مقایسه میانگین تعدیل‌شده تعادل ایستا و تعادل پویا بین گروه‌های پژوهش از آزمون آنکووای یک‌طرفه استفاده شد که نتایج آن در **جدول‌های شماره ۵ و ۶ و تصویر شماره ۴** ارائه شده است.

نتایج آزمون آنکووا نشان داد پس از کنترل اثر پیش‌آزمون بین میانگین تعدیل‌شده تعادل ایستای گروه‌های پژوهش تفاوت آماری معنی‌داری وجود دارد ($F_{(۴,۳)} = 7/60, P = 0/002, \eta^2 = 0/27$). همچنین پس از کنترل اثر پیش‌آزمون بین میانگین تعدیل‌شده تعادل پویای گروه‌های پژوهش تفاوت آماری معنی‌داری وجود دارد ($F_{(۴,۳)} = 6/11, P = 0/005, \eta^2 = 0/23$).

جهت مقایسه دوبه‌دوی میانگین تعدیل‌شده گروه‌های پژوهش از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد که نتایج آن در **جدول شماره ۷** ارائه شده است.

است. همچنین روایی و پایایی ترجمه فارسی پرسش‌نامه ارزیابی مختصر وضعیت روانی ۰/۷۸ است [۲۰].

تجزیه و تحلیل آماری

برای توصیف آماری داده‌ها از شاخص‌های میانگین و انحراف معیار و برای تحلیل فرضیه‌های پژوهش از آمار استنباطی استفاده شده است. ابتدا با توجه به تعداد شرکت‌کنندگان واجد شرایط از آزمون شاپیرو ویلک برای تعیین نرمال بودن توزیع داده‌ها و برای بررسی همگنی واریانس‌ها از آزمون لون استفاده شد. در بخش یافته‌های استنباطی ابتدا پیش‌فرض‌های آماری آزمون آنکووای یک‌طرفه بررسی شد که تمامی آن‌ها، از جمله نرمال بودن توزیع داده‌ها، همگنی واریانس‌ها و همگونی شیب رگرسیون برقرار بودند. سپس جهت مقایسه بین گروهی متغیرهای وابسته در طرح پیش‌آزمون پس‌آزمون از آزمون آنکووای یک‌طرفه استفاده شد و برای مقایسه دوبه‌دوی میانگین گروه‌ها آزمون تعقیبی بونفرونی ب‌ه‌کار برده شد. در پایان نیز به‌عنوان یافته تکمیلی مقایسه درون‌گروهی متغیرهای وابسته به‌وسیله آزمون تی همبسته انجام شد.

یافته‌ها

یافته‌های توصیفی (میانگین و انحراف معیار) متغیرهای قد، وزن، سن و شاخص توده بدن شرکت‌کنندگان به تفکیک گروه‌ها در **جدول شماره ۳** ارائه شده است.

جدول ۴. نتایج نرمال بودن توزیع داده‌ها

متغیر	گروه	مرحله	سطح معنی داری	میانگین \pm انحراف معیار
تعادل ایستا	کنترل	پیش‌آزمون	۰/۹۸۶	۶/۱۸۵ \pm ۳/۹۴
		پس‌آزمون	۰/۹۹	۷/۵۷۵ \pm ۲/۸۴
پیش‌آزمون		۰/۹۸۲	۸/۶۱۵ \pm ۱/۳۳	
پس‌آزمون		۰/۷۲۸	۸/۸۳۵ \pm ۱/۵۵	
تعادل پویا	تمرینات یکپارچگی چندحسی	پیش‌آزمون	۰/۵۵۰	۸/۲۰۵ \pm ۳/۴۶
		پس‌آزمون	۰/۸۵۲	۱۶/۳۳۵ \pm ۸/۹۷
پیش‌آزمون		۰/۷۰۰	۸/۱۷۵ \pm ۲/۱۳	
پس‌آزمون		۰/۸۵۰	۷/۱۲۵ \pm ۲/۰۶	
تعادل ایستا	تمرینات مقاومتی با وزن بدن	پیش‌آزمون	۰/۷۵۰	۶/۸۰۵ \pm ۲/۹۵
		پس‌آزمون	۰/۶۵۰	۱۲/۲۶۵ \pm ۲/۸۶
پیش‌آزمون		۰/۳۰۰	۸/۷۱۵ \pm ۲/۱۴	
پس‌آزمون		۰/۰۸۵	۷/۶۱۵ \pm ۲/۰۱	

طب توانبخشی

شده است ($d=۲/۶$, $P=۰/۰۱۶$, $Mean\ Difference=۱/۲۸$)، اما بین تأثیر تمرینات یکپارچگی چندحسی و تمرینات مقاومتی بر تعادل پویای سالمندان تفاوت معنی داری وجود ندارد ($P=۱۰/۰۰۰$) (جدول شماره ۸).

نتایج آزمون تی همبسته (مقایسه درون گروهی) (جدول شماره ۸) نشان داد میانگین تعادل ایستا هم در گروه یکپارچگی چندحسی ($P=۰/۰۰۲$) و هم در گروه تمرینات مقاومتی با وزن بدن از پیش‌آزمون به پس‌آزمون به صورت معنی داری افزایش یافته است ($P=۰/۰۰۱$). همچنین نتایج نشان داد میانگین تعادل پویا در هر دو گروه یکپارچگی چندحسی و تمرینات مقاومتی با وزن بدن از پیش‌آزمون به پس‌آزمون به صورت معنی داری افزایش

نتایج آزمون بونفرونی حاکی از آن بود که مداخله یکپارچگی چندحسی به صورت معنی داری موجب افزایش تعادل ایستای سالمندان شده است ($d=۱/۰۸$, $P=۰/۰۰۱$, $Mean\ Dif=-۷/۸۰$, $frence=۰/۰۲۵$). همچنین تمرینات مقاومتی با وزن بدن نیز به صورت معنی داری موجب افزایش تعادل ایستا شده است ($d=۱/۴۳$, $P=۰/۰۲۵$, $Mean\ Difference=-۴/۵۶$)، اما بین تأثیر ۲ مداخله بر تعادل ایستا از نظر آماری تفاوت معنی داری وجود ندارد ($P=۰/۰۱۱$). همچنین نتایج این آزمون نشان داد مداخله یکپارچگی چندحسی به صورت معنی داری موجب (کاهش خطای تعادل پویا) افزایش تعادل پویای سالمندان شده است ($d=۳/۶۵$, $P=۰/۰۱۰$, $Mean\ Difference=۱/۳۶$)، همچنین تمرینات مقاومتی با وزن بدن نیز به صورت معنی داری موجب افزایش تعادل پویای سالمندان

جدول ۵. توصیف پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پس‌آزمون تعدیل شده تعادل ایستا و تعادل پویا

متغیر	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	میانگین \pm انحراف معیار
تعادل ایستا	کنترل	پس‌آزمون تعدیل شده	۶/۱۸۵ \pm ۱/۰۱	۷/۱۸۵ \pm ۱/۳۹
		پس‌آزمون	۸/۲۵ \pm ۰/۸۹	۱۶/۳۳۵ \pm ۲/۳۱
تعادل پویا	تمرینات مقاومتی	پس‌آزمون تعدیل شده	۶/۸۵۰ \pm ۰/۷۶	۱۲/۲۶۵ \pm ۰/۷۳
		پس‌آزمون	۸/۶۱۵ \pm ۰/۳۴	۸/۸۳۵ \pm ۰/۴۰
تعادل ایستا	تمرینات مقاومتی	پس‌آزمون تعدیل شده	۸/۱۷۵ \pm ۰/۵۵	۷/۱۲۵ \pm ۰/۵۲
		پس‌آزمون	۸/۷۱۵ \pm ۰/۵۵	۷/۶۱۵ \pm ۰/۵۱

طب توانبخشی

جدول ۶. نتایج آزمون آنکوا جهت مقایسه میانگین تعدیل شده تعادل ایستا و تعادل پویا بین گروه‌های پژوهش

منبع	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	Sig.	اندازه اثر
تعادل ایستا	پیش‌آزمون	۱	۱۷۹/۳۹۱	۶/۲۵۳	۰/۰۱۶	۰/۱۳۲
	گروه	۲	۴۳۶/۴۵۸	۷/۶۰۷	۰/۰۰۲	۰/۲۷۱
	خطا	۴۱	۱۱۷۶/۲۰۹	۲۸/۶۸۸		
	مجموع	۴۵	۸۳۲۱/۰۰۰			
تعادل پویا	پیش‌آزمون	۱	۹۰/۸۲۱	۶۳/۰۲۰	۰/۰۰۰	۰/۶۰۶
	گروه	۲	۱۷/۶۱۱	۸/۸۰۶	۰/۰۰۵	۰/۳۳۰
	خطا	۴۱	۵۹/۰۸۷	۱/۴۴۱		
	مجموع	۴۵	۲۹۵۲/۹۳۵			

طب توانبخشی

یافته است ($P < ۰/۰۵$).

بحث

پژوهش حاضر با هدف بررسی مقایسه اثربخشی تمرینات یکپارچگی چندحسی و تمرینات مقاومتی با وزن بدن بر تعادل ایستا و پویای سالمندان مرد انجام شد. نتایج مقایسه‌های بین‌گروهی و درون‌گروهی حاکی از این بود که هر دو مداخله تمرینات یکپارچگی چندحسی و تمرینات مقاومتی با وزن بدن به‌صورت معنی‌داری موجب افزایش تعادل ایستا و پویای سالمندان شده است. درحالی‌که بین تأثیر ۲ مداخله مذکور بر تعادل ایستا و پویای سالمندان تفاوت آماری معنی‌داری وجود نداشت، اما اندازه اثر تمرینات چندحسی نسبت به تمرینات مقاومتی مقادیر بزرگ‌تری داشته است. همچنین از آنجایی که گروه کنترل در طول دوره تمرینات در معرض هیچ‌گونه مداخله تمرینی قرار نداشت، عدم مشاهده تغییرات در زمان پس‌آزمون منطقی به نظر می‌رسد.

نتایج این پژوهش در زمینه تعادل با نتایج پژوهش‌های آلفیری

و همکاران [۹]، ژانگ و همکاران [۴]، سهرابی و همکاران [۸] و آلفیری و همکاران [۱۱] هم‌راستا بود. در مطالعه سیستماتیک ژانگ و همکاران نیز تأثیر مشابهی برای تمرینات چندحسی گزارش شد و احتمالاً همخوانی داشتن با پژوهش حاضر به دلیل مداخله تمریناتی چندحسی است که باعث افزایش توانایی پردازش اطلاعات چندحسی و حفظ تعادل به دلیل افزایش حجم مغز می‌شود. این نوع تمرینات خطر افتادن را کاهش و سطح اعتمادبه‌نفس را برای بهبود کیفیت زندگی افزایش داده است [۴]. سهرابی و همکاران نیز اثربخشی برنامه تمرینات چندحسی بر تعادل ایستا و پویا را بر روی ۳۰ زن سالمند مبتلا به نوروپاتی محیطی دیابتی بررسی کردند. تعادل ایستا با دستگاه صفحه نیرو و تعادل پویا از طریق آزمون نشستن و برخاستن ارزیابی شده است. نتایج آن‌ها نشان داد تمرینات چندحسی باعث تقویت تعادل ایستا و پویا در این افراد شده است. دلیل همخوانی داشتن با پژوهش حاضر با وجود متفاوت بودن افراد مورد مطالعه می‌تواند این باشد که احتمالاً تمرینات یکپارچگی چندحسی با افزایش کارایی گیرنده‌های عمقی، تسهیل عصبی عضلانی و ارسال اطلاعات حسی صحیح به مغز و کاهش زمان واکنش و پاسخ در حین واکنش‌های

جدول ۷. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی برای مقایسه دوبه‌دو میانگین تعادل ایستا و تعادل پویا گروه‌های پژوهش

گروه ۱	گروه ۲	تفاوت میانگین ۱-۲	سطح معنی‌داری
کنترل	یکپارچگی چندحسی	-۷/۸۰	۰/۰۰۱
یکپارچگی چندحسی	تمرینات مقاومتی	-۴/۵۶	۰/۰۲۵
	تمرینات مقاومتی	۲/۳۳	۰/۱۱۱
کنترل	یکپارچگی چندحسی	۱/۳۶	۰/۰۱۰
	تمرینات مقاومتی	۱/۲۸	۰/۰۱۶
یکپارچگی چندحسی	تمرینات مقاومتی	۰/۰۸	۱/۰۰۰

طب توانبخشی

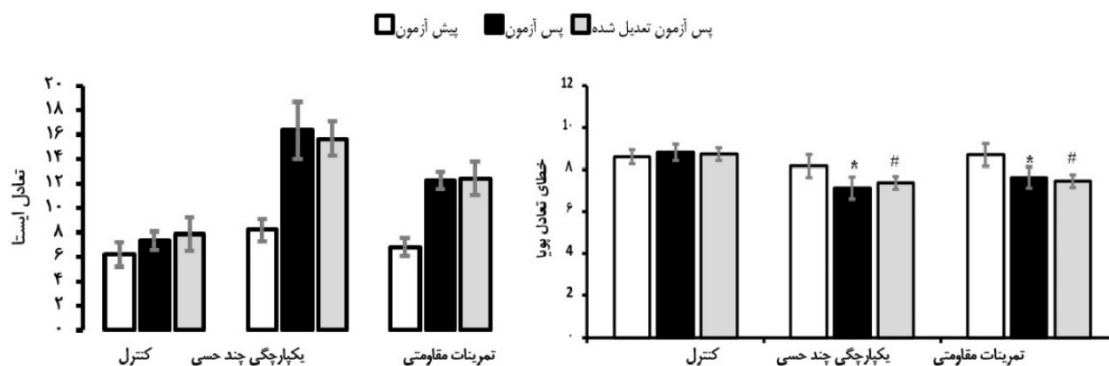
جدول ۸. نتایج آزمون تی همبسته برای مقایسه درون گروهی تعادل ایستا و تعادل پویا

گروه	تفاوت مرحله	تفاوت‌های زوجی				میانگین \pm انحراف معیار	خطای استاندارد	۹۵% CI	آماره T	درجه آزادی	سطح معنی‌داری
		۹۵% CI									
		کمینه	بیشینه								
کنترل	پیش‌آزمون - پس‌آزمون	-۱/۱۴۸	۲/۲۷۹	۰/۸۲۶	۲/۰۶۴	۰/۶۶۷	۱/۰۳۵۷	۱۴	۰/۱۹۶		
یکپارچگی چندحسی	پیش‌آزمون - پس‌آزمون	-۸/۱۳۳	۸/۴۷۵	۲/۱۸۸	۱۲/۸۲۷	۳/۰۳۹	۳/۰۷۱۷	۱۴	۰/۰۰۲		
تمرینات مقاومتی	پیش‌آزمون - پس‌آزمون	-۵/۴۶۶	۲/۷۲۲	۰/۷۰۲	۶/۰۹۷۴	۳/۰۹۵۹	۷/۰۷۷۸	۱۴	۰/۰۰۰		
کنترل	پیش‌آزمون - پس‌آزمون	-۰/۲۱۶	۰/۵۳۵	۰/۱۳۸	۰/۰۵۱۳	۰/۰۷۹	۱/۰۵۶۷	۱۴	۰/۱۴۰		
یکپارچگی چندحسی	پیش‌آزمون - پس‌آزمون	۱/۰۳۹	۱/۷۸۶	۰/۴۶۱	۰/۰۵۹	۲/۰۳۸	۲/۲۷۴	۱۴	۰/۰۳۹		
تمرینات مقاومتی	پیش‌آزمون - پس‌آزمون	۱/۰۹۰	۱/۱۴۸	۰/۲۹۶	۰/۴۵۴	۱/۷۲۵	۲/۶۷۷	۱۴	۰/۰۰۲		

طب توانبخشی

مکانیسم تأثیرگذاری تمرینات یکپارچگی چندحسی بر تعادل به این صورت است که دستگاه اعصاب مرکزی جهت آگاهی از موقعیت و وضعیت بدن در فضا به اطلاعات به‌دست‌آمده از گیرنده‌های حسی در سرتاسر بدن نیاز دارد که این اطلاعات از راه حواس بینایی، دهلیزی و حسی‌پیکری در اختیار سیستم اعصاب مرکزی قرار می‌گیرد تا وضعیت و موقعیت بدن و نیز حرکت آن را در فضا با توجه به جاذبه و محیط اطراف ارزیابی و تجزیه و تحلیل کند [۲۱]. تأثیرگذاری تمرین بر تعادل، مستلزم پاسخ در سطح نخاع برای تنظیم واکنش عضله است. به‌طوری‌که اطلاعات حسی به‌دست‌آمده از گیرنده‌های مکانیکی مفصل موجب انقباض حمایتی اطراف مفصل می‌شود و از اعمال فشار بیش‌از حد بر ساختارهای غیرفعال و محدودکننده حرکت مفصل جلوگیری می‌کند. در سطح ساقه مغز، بروز واکنش‌های تعادلی به کنترل تعادل بدن کمک می‌کند و در سطح مراکز بالاتر عصبی (قشر مغز و مخچه) فرد با تمرکز و توجه و به‌صورت آگاهانه سعی در کنترل هوشیارانه وضعیت مفصل و تعادل بدن خود می‌کند. کنترل در هر یک از این سطوح نیازمند اطلاعات حسی

قامتی و تقویت سیستم حسی موجب حفظ بیشتر تعادل و تصحیح حرکت توسط سیستم عصبی و در نتیجه افزایش تعادل ایستا و پویای سالمندان شده است [۸]. آلفیری و همکاران در مقایسه اثر تمرینات چندحسی با تمرینات تقویت عضلات بر کنترل قامت در سالمندان دریافتند کنترل قامت در گروه تمرینات چندحسی به‌طور قابل‌توجهی نسبت به گروه تمرینات قدرتی بهبود یافت که می‌توان هم‌راستا بودن نتایج این مطالعه با پژوهش حاضر را به یکسان بودن ماهیت و ویژگی‌های تمرین نسبت داد. کاهش نوسانات بدن با تمرینات چندحسی ممکن است به این دلیل باشد که تمرینات تحریک حسی سیستم‌های بینایی، دهلیزی و حسی پیکری از طریق تمریناتی که بر روی انواع سطوح و تراکم‌های مختلف انجام می‌شد، فراهم شده است. هرچند چالش اصلی این مطالعه نداشتن گروه کنترل و مقایسه آن با گروه تجربی بود [۱۱]. همچنین آلفیری و همکاران در دیگر پژوهش خود در مقایسه اثربخشی تمرینات چندحسی در مقابل قدرتی بر تعادل سالمندان به این نتیجه دست یافتند که تمرینات چندحسی برای بهبود تعادل مؤثرتر از تمرینات قدرتی هستند [۹].



طب توانبخشی

تصویر ۴. توصیف و مقایسه بین گروهی و درون گروهی متغیر خطای تعادل پویا و تعادل ایستا * تفاوت معنی‌دار با پیش‌آزمون ($P < 0.05$)، # تفاوت معنی‌دار میانگین تعدیل‌شده با گروه کنترل

نتیجه‌گیری

تمرینات یکپارچگی چندحسی و تمرینات مقاومتی با وزن بدن به‌صورت معنی‌داری تعادل ایستا و پویای افراد سالمند را بهبود بخشیدند. با وجود اینکه بین تأثیر ۲ مداخله در تعادل ایستا و پویای سالمندان از نظر آماری تفاوت معنی‌داری وجود ندارد، اما به‌صورت بالینی اندازه اثر تمرینات یکپارچگی چندحسی بزرگ‌تر بود. باتوجه‌به نتایج تحقیق حاضر و پیشینه پژوهش‌های صورت‌گرفته می‌توان گفت جهت کاهش احتمال زمین خوردن سالمندان، عوامل حسی فیزیولوژیکی، عوامل شناختی رفتاری و تقویت عضلانی اندام تحتانی باید در نظر گرفته شود و علاوه بر تقویت عضلانی اندام تحتانی سالمندان، تمرینات چندحسی می‌تواند تعادل سالمندان را بهبود بخشد و به تبع آن خطر زمین خوردن آنان را کاهش دهد.

از جمله محدودیت‌های این پژوهش می‌توان به عدم توانایی در کنترل شرایط روحی و روانی، تغذیه و میزان خواب آزمودنی‌ها اشاره کرد. پیشنهاد می‌شود پروتکل تمرینات یکپارچگی چندحسی پژوهش حاضر باتوجه‌به کم‌هزینه بودن و قابل‌انجام بودن در منزل، حتماً در برنامه ورزشی سالمندان لحاظ شود. همچنین بهتر است پروتکلی ترکیبی از تمرینات مقاومتی با وزن بدن و تمرینات یکپارچگی چندحسی برای بهبود تعادل و کنترل قامت سالمندان تنظیم شود و در اختیار آن‌ها قرار گیرد. برای پژوهش‌های آینده پیشنهاد می‌شود باتوجه‌به معنادار بودن تأثیر هر دو مداخله بر بهبود تعادل سالمندان در پژوهشی اثرات تعاملی این دو مداخله بررسی شود و باتوجه‌به تفاوت‌های زنان و مردان در قدرت عضلانی و هماهنگی عصبی عضلانی مقایسه تأثیر تمرینات یکپارچگی چندحسی و تمرینات مقاومتی بر شاخص‌های گام‌برداری سالمندان به تفکیک جنسیت صورت پذیرد. همچنین پیشنهاد می‌شود در پژوهشی تأثیر تمرینات چندحسی و مقاومتی بر ترس از افتادن به‌عنوان یکی از شاخص‌های روانی مؤثر بر تحرک و فعالیت بدنی سالمندان انجام شود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در اجرای پژوهش ملاحظات اخلاقی مطابق با دستورالعمل کمیته اخلاق **دانشگاه خوارزمی** تهران در نظر گرفته شده است و کد اخلاق به شماره IR.KHU.REC.1402.085 دریافت شده است و به ثبت **کارآزمایی بالینی ایران** به شماره IRCT20231227060541N1 رسیده است.

به‌دست‌آمده از سیستم‌های بینایی، دهلیزی و حسی پیکری است [۲۲]. طبق سازگاری‌های فیزیولوژیکی در یادگیری مهارت، تمرینات تعادلی عملکردی می‌تواند باعث کاهش تغییرپذیری در به‌کارگیری واحدهای حرکتی [۲۳]. افزایش شکل‌پذیری قشر حرکتی یا کمک به یادگیری (یا یادگیری دوباره) افراد سالمند برای به‌کارگیری عضلاتشان جهت انجام بهینه تکلیف حرکتی شود [۲۱].

همان‌طور که بیان شد در این مطالعه تمرینات مقاومتی نیز مانند تمرینات چندحسی به‌صورت معنی‌داری موجب افزایش و بهبود تعادل سالمندان شده است که این یافته با نتایج پژوهش کیتینگ و همکاران [۱۴] و رودریگز و همکاران [۱۵] همسو و با یافته‌های پژوهش عرفانیان ظروفی و همکاران [۱۶] ناهمسو بود. کیتینگ و همکاران در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند تمرینات مقاومتی با وزن بدن با تمرکز بر قدرت با وجود کم‌هزینه بودن برای سالمندان ممکن است به‌طور قابل‌توجهی بر توده عضلانی و قدرت عضلانی اثرگذار باشد و کاهش عملکرد و خطر افتادن را به حداقل برساند [۱۴]. همچنین مطالعه مروری رودریگز و همکاران درباره تمرین مقاومتی در سالمندانی نشان می‌دهد تمرین مقاومتی با وزن بدن اگر براساس تفاوت‌های فردی طراحی شوند، می‌تواند به کاهش خطر افتادن و عواقب آن در سالمندان کمک کند [۱۵]. عرفانیان ظروفی و همکاران به بررسی تأثیر تمرینات مقاومتی با باند الاستیک بر تعادل ایستا و درد زنان سالمند دارای آرتروز و واروس زانو پرداختند و بیان کردند تمرینات مقاومتی با باند الاستیک تأثیری بر تعادل ایستای زنان سالمند نداشته است [۱۶]. ناهمسو بودن نتایج پژوهش عرفانیان ظروفی با پژوهش حاضر می‌تواند به این علت باشد که جنسیت می‌تواند به‌عنوان یک متغیر مداخله‌گر در نظر گرفته شود، زیرا صرفاً تأثیر تمرینات مقاومتی بر زنان سالمند دارای آرتروز و واروس زانو بررسی شده است. از سوی دیگر، به نظر می‌رسد تمرینات تقویت‌کننده عضلات به‌تنهایی تأثیری در بهبود تعادل سالمندان ندارد که این ممکن است به دلیل کاهش اطلاعات حسی باشد، زیرا چنین تمریناتی در حالت نشسته، که تعادل در آن بیشتر است و نه در وضعیت ایستاده، انجام شده‌اند. [۱۱].

مکانیسم تمرینات مقاومتی به این صورت است که از یک طرف می‌تواند باعث تحریک افزایش توده عضلانی شود که نتیجه آن افزایش قدرت عضلانی است که حفظ و پایداری بیشتر بدن را به همراه دارد، از طرف دیگر هم‌انقباضی عضلانی را کاهش می‌دهد که به تعادل بهتر کمک می‌کند. همچنین این نوع تمرینات منجر به درگیری واحدهای حرکتی بیشتر و نهایتاً باعث هماهنگی بهتر می‌شود. تمرینات مقاومتی همچنین باعث افزایش جریان خون در مغز و کارایی بیشتر سلول‌های هرمی برای رساندن پیام به اندام‌ها می‌شود. این شرایط باعث کارکرد بهتر مچ‌ها می‌شود که نقش اصلی را در حفظ تعادل ایفا می‌کند [۲۴].

حامی مالی

این مقاله برگرفته از رساله دکتری خانم طاهره رحیمی در گروه رفتار حرکتی **دانشگاه خوارزمی** تهران است و هیچ‌گونه کمک مالی از سازمان دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت‌نویسندگان

گردآوری داده‌ها و نگارش: طاهره رحیمی؛ مرور و ویرایش محتوای علمی: سعید ارشم، حسن صادقی و غلامرضا لطفی؛ ویراستاری و نهایی سازی متن: سعید ارشم؛ مفهوم‌سازی و طراحی مطالعه: همه نویسندگان.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مایلند از همه شرکت‌کنندگانی که در این تحقیق مشارکت داشتند صمیمانه تشکر کنند.

References

- [1] Zhang S, Xu W, Zhu Y, Tian E, Kong W. Impaired multisensory integration predisposes the elderly people to fall: A systematic review. *Frontiers in Neuroscience*. 2020; 14:411. [DOI:10.3389/fnins.2020.00411] [PMID]
- [2] Majidi A, Moradi O. Effect of Teaching the components of spiritual intelligence on death anxiety in the elderly. *Iranian Journal of Ageing*. 2018; 13(1):110-23. [DOI:10.21859/sija.13.1.110]
- [3] Mahaseth DPK, Malani DR. The effect of multisensory training on balance and gait among elderly populations for fall prevention: A randomised controlled trial. *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*. 2021; 25(4):17269-80. [Link]
- [4] Zhang SL, Liu D, Yu DZ, Zhu YT, Xu WC, Tian E, et al. Multisensory exercise improves balance in people with balance disorders: A systematic review. *Current Medical Science*. 2021; 41(4):635-48. [DOI:10.1007/s11596-021-2417-z] [PMID]
- [5] Makino K, Makizako H, Doi T, Tsutsumimoto K, Hotta R, Nakakubo S, et al. Fear of falling and gait parameters in older adults with and without fall history. *Geriatrics & Gerontology International*. 2017; 17(12):2455-9. [DOI:10.1111/ggi.13102] [PMID]
- [6] Khazanin H, Daneshmandi H, Fakoor Rashid H. Effect of selected fall-proof exercises on fear of falling and quality of life in the elderly. *Iranian Journal of Ageing*. 1400; 16(4):564-77. [DOI:10.32598/sija.2021.3152.1]
- [7] Mahoney JR, Cotton K, Verghese J. Multisensory integration predicts balance and falls in older adults. *The Journals of Gerontology*. 2019; 74(9):1429-35. [DOI:10.1093/gerona/gly245] [PMID]
- [8] Asadi Ghaleni M, Sohrabi M, Taheri HR, Homam M. Effect of a multi-sensory training program on the balance of older women with diabetic peripheral neuropathy. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2022; 11(1):154-67. [DOI:10.32598/SJRM.11.1.4]
- [9] Alfieri FM, Riberto M, Gatz LS, Ribeiro CP, Lopes JA, Battistella LR. Functional mobility and balance in community-dwelling elderly submitted to multisensory versus strength exercises. *Clinical Interventions in Aging*. 2010; 5:181-5. [DOI:10.2147/CIA.S10223] [PMID]
- [10] Parveen A, Parveen S, Noohu MM. Effect of concurrent and multi-component training on balance, fear of falling, and muscle strength in older adults: A review. *Sport Sciences for Health*. 2023; 19(3):733-42. [DOI:10.1007/s11332-022-00990-5]
- [11] Alfieri FM, Riberto M, Gatz LS, Ribeiro CP, Lopes JA, Battistella LR. Comparison of multisensory and strength training for postural control in the elderly. *Clinical Interventions in Aging*. 2012; 7:119-25. [DOI:10.2147/CIA.S27747] [PMID]
- [12] Yoo IG, Do JH. Multisensory balance training for unsteady elderly people: A scoping review. *Technology and Disability*. 2021; 33(1):1-9. [DOI:10.3233/TAD-200310]
- [13] Mahoney JR, Blumen HM, De Sanctis P, Fleysler R, Frankini C, Hoang A, et al. Visual-somatosensory integration (VSI) as a novel marker of Alzheimer's disease: A comprehensive overview of the VSI study. *Frontiers in Aging Neuroscience*. 2023; 15:1125114. [DOI:10.3389/fnagi.2023.1125114] [PMID]
- [14] Keating CJ, Cabrera-Linares JC, Párraga-Montilla JA, Latorre-Román PA, Del Castillo RM, García-Pinillos F. Influence of resistance training on gait & balance parameters in older adults: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021; 18(4):1759. [DOI:10.3390/ijerph18041759] [PMID]
- [15] 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. [DOI:10.3390/ijerph19020874] [PMID]
- [16] Erfanian Zorufi F, Moazzami M, Mohamadi M. The effect of resistance training on static balance and pain in elderly women with varus knee and osteoarthritis by using elastic band. *Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation*. 2016; 5(2):14-24. [DOI:10.22038/jpsr.2016.6907]
- [17] 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] [PMID]
- [18] Noorollahi Z, Abdollahi S, Sepehri Rad M. [The effect of resistance training with body weight on inflammatory markers in elderly women with metabolic syndrome (Persian)]. *Journal of Gerontology*. 2022; 6(4):80-8. [Link]
- [19] Pourmahmoudian P, Noraste AA, Daneshmandi H, Atrkar Roshan Z. Functional balance assessment scales in elderly. *Salmand*. 2018; 13(2):132-53. [DOI:10.32598/sija.13.2.132]
- [20] Foroughan M, Jafari Z, Shirin Bayan P, Ghaem Magham Farahani Z, Rahgozar M. [Validation of mini-mental state examination (MMSE) in the elderly population of Tehran (Persian)]. *Advances in Cognitive Sciences*. 2008; 10(2):29-37. [Link]
- [21] Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Motor control: Translating research into clinical practice*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2007. [Link]
- [22] Blackburn T, Guskiewicz KM, Petschauer MA, Prentice WE. Balance and joint stability: The relative contributions of proprioception and muscular strength. *Journal of Sport Rehabilitation*. 2000; 9(4):315-28. [DOI:10.1123/jsr.9.4.315]
- [23] Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, 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. [DOI:10.7916/D8CR5T2R] [PMID]
- [24] Doostan MR, Seifoorian M, Aslankhani MA, Ebrahim K. Effect of eight weeks stretch and resistance training on balance and reaction time in inactive elderly men. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2011; 51(4):618-25. [Link]