




Comparison of the Effects of Fall-Proof Exercises with Different Intensities and Frequencies (High and Low) on Balance in the Elderly

Maedeh. Ahmadpoor¹, Elnaz. Parhizkar², Meysam. Rezaee^{2*}

¹ PhD Student, Department of Sports Behavioral and Cognitive Sciences, Faculty of Sports and Health Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran

² Department of Physical Education and Sports Sciences, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran

* Corresponding author email address: rezaee4703@mshdiau.ac.ir

Article Info

Article type:

Original Research

How to cite this article:

Ahmadpoor, M., Parhizkar, E., & Rezaee, M. (2024). Comparison of the Effects of Fall-Proof Exercises with Different Intensities and Frequencies (High and Low) on Balance in the Elderly. *Longevity*, 2(3), 1-13.

<https://doi.org/10.61838/kman.longevity.2.3.1>



© 2024 the authors. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License.

ABSTRACT

The aim of this study was to compare the effects of Fall-Proof exercises with different intensities and frequencies on the balance of older adults. In this study, elderly participants aged 66 to 77 years were divided into five experimental groups of ten individuals each, with varying intensities and frequencies (high and low), and one control group. Participants engaged in a research design consisting of a pre-test, eight weeks of Fall-Proof exercises, and a post-test. The experimental groups participated in Fall-Proof exercises for eight weeks (three sessions per week, each lasting 45 minutes) with either high or low frequency, starting immediately after the pre-test. The control group continued with their daily activities following the pre-test. The Fall-Proof Activity and Health Questionnaire was used to collect information on general health status, lifestyle, and physical activity patterns of the elderly participants. The Fullerton Advanced Balance Scale was used to identify balance problems. The Shapiro-Wilk test was employed to assess the normality of the data, and analysis of covariance (ANCOVA) and Bonferroni post hoc tests were used for data analysis, with a significance level of 0.05. The research findings indicated that Fall-Proof exercises with both high and low intensities and frequencies improved the balance of older adults. Additionally, it was observed that there was a significant difference only between the balance improvements in elderly participants undergoing high-intensity and frequency Fall-Proof exercises compared to those in the low-intensity and frequency group. It can be inferred that this exercise program with varying intensities and frequencies is an effective method for improving balance, which consequently reduces the risk of falls in the elderly population. Furthermore, implementing this exercise program as a preventive and therapeutic measure may likely reduce physical, financial, psychological, and emotional pressures on the families of older adults to some extent, thereby affecting their quality of life.

Keywords: Fall-Proof exercises, balance, elderly

Introduction

The global demographic landscape is rapidly shifting towards an aging population, bringing unique challenges and opportunities in managing healthcare and quality of life. By 2050, the proportion of individuals aged 60 and over is expected to double from 12% to 22%, representing nearly 2 billion people worldwide (World Health Organization, 2021). This demographic transition will have profound implications on healthcare systems, social services, and the overall well-being of elderly populations, particularly regarding functional independence and life satisfaction (Hoogendijk et al., 2020). Maintaining physical capabilities and independence has been significantly linked to improved life satisfaction and reduced healthcare costs among older adults (Abdelbasset et al., 2019). The aging process involves complex physiological, psychological, and social changes, markedly affecting functional capacity and independence. These changes include decreased muscle strength, reduced joint flexibility, and sensory precision decline, affecting daily activities (Lange-Maia et al., 2015; Wei et al., 2024).

Aging-related declines in neuromuscular control can lead to muscle weakness, slower reaction times, and impaired motor coordination (Park et al., 2020), increasing the risk of falls, which are a significant health concern among the elderly. Falls are associated with injuries and psychological impacts, such as the fear of falling, which can trigger a cycle of reduced physical activity and further functional decline (Papalia et al., 2020). Balance, a critical motor skill, is an essential indicator of functional independence and fall risk in the elderly. Age-related changes in sensory systems, such as visual, vestibular, and proprioceptive inputs, can significantly impact balance control (Brachman et al., 2017; Larsson et al., 2019). Therefore, balance training programs tailored to the elderly have been shown to improve postural stability and prevent falls (Sherrington et al., 2020).

The current study investigates the effects of Fall-Proof exercises, varying in intensity and frequency, on the balance of older adults. Given the unique physiological and psychological challenges of aging, this research explores whether structured physical interventions can effectively improve balance and reduce fall risks.

Methods and Materials

The study employed a quasi-experimental design involving elderly participants aged 66 to 77, divided into five experimental groups of ten individuals each and one control group. Participants were assessed using a pre-test, participated in an eight-week Fall-Proof exercise regimen, and completed a post-test. The experimental groups engaged in exercises varying in intensity (high and low) and frequency (high and low), with sessions held three times weekly for 45 minutes each. The Fall-Proof Activity and Health Questionnaire gathered information on participants' general health, lifestyle, and physical activity patterns. Balance issues were assessed using the Fullerton Advanced Balance Scale. Data analysis involved the Shapiro-Wilk test for normality and ANCOVA, with Bonferroni post hoc tests used to identify significant differences. The significance level was set at 0.05.

Findings and Results

The analysis revealed that Fall-Proof exercises with varying intensities and frequencies significantly improved balance among older adults. Specifically, the high-intensity and high-frequency group showed the most notable improvement in balance scores compared to other groups. Pre-test scores averaged 26.70 ± 3.16 for this group, which increased to 34.60 ± 4.29 in the post-test. The control group, however, showed no significant change, with scores remaining relatively stable from 23.50 ± 1.71 to 23.00 ± 2.10 . Bonferroni post hoc comparisons indicated significant differences between the high-intensity/high-frequency group and both the high-intensity/low-frequency group ($p = 0.042$) and the control group ($p < 0.001$). Additionally, significant differences were observed between the low-intensity/low-frequency and both the high-intensity/low-frequency ($p = 0.031$) and low-intensity/high-frequency groups ($p = 0.008$).

Conclusion

The findings underscore the efficacy of Fall-Proof exercises in improving balance among older adults, with high-intensity and high-frequency regimens yielding the most significant benefits. These results align with previous studies demonstrating the advantages of structured exercise programs for elderly populations. Tsekoura et al. (2018) found that 12 weeks of moderate-intensity resistance and balance training significantly improved older adults' balance performance (Tsekoura et al., 2018). Stoever et al. (2018) also reported that high-intensity resistance training (80-85% of one-repetition maximum) improved balance in the elderly, attributed to enhanced muscle strength, particularly in the lower extremities (Stoever et al., 2018).

The mechanisms underlying these improvements may include increased neuromuscular efficiency, enhanced sensory integration, and better motor coordination (Bogaerts et al., 2011). High-intensity exercises may stimulate muscle spindles and improve proprioceptive accuracy, critical for maintaining postural stability. Moreover, continuous engagement of the neuromuscular system in balance training could lead to adaptations such as improved motor unit recruitment and inter-muscular coordination (Verschueren et al., 2004). These adaptations are essential for the elderly, who experience age-related declines in sensory and motor functions.

Nevertheless, contrasting findings in the literature highlight the complexity of exercise interventions for older adults. For instance, Wei et al. (2017) reported no significant improvements in dynamic balance following vibration training in elderly participants, suggesting that exercise efficacy may depend on specific protocols, participant demographics, and health conditions (Wei et al., 2017). Future research should explore optimal exercise intensities, frequencies, and durations to maximize benefits for diverse elderly populations.

In conclusion, Fall-Proof exercises, particularly those with high intensity and frequency, appear to be a promising intervention for improving balance and reducing fall risks among older adults. This study's outcomes suggest that implementing such programs in rehabilitation and preventive care can significantly enhance elderly individuals' physical and psychological well-being.

مقایسه اثر تمرینات فال پروف با شدت و فراوانی‌های متفاوت (بالا و پایین) بر تعادل سالمندان

مانده احمدپور^۱، الناز پرهیزگار^۲، میثم رضایی^{۳*}

۱. دانشجوی دکتری، گروه علوم رفتاری و شناختی ورزش، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی دانشگاه تهران، تهران، ایران.
۲. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران.

* ایمیل نویسنده مسئول: rezaee4703@mshdiau.ac.ir

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله

پژوهشی اصیل

نحوه استناد به این مقاله:

احمدپور، مانده، پرهیزگار، الناز، و رضایی، میثم. (۱۴۰۳). مقایسه اثر تمرینات فال پروف با شدت و فراوانی‌های متفاوت (بالا و پایین) بر تعادل سالمندان. *طول عمر*، ۲(۳)، ۱-۱۳.



© ۱۴۰۳ تمامی حقوق انتشار این مقاله متعلق به نویسنده است. انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با گواهی (CC BY-NC 4.0) صورت گرفته است.

هدف از این پژوهش، مقایسه اثر تمرینات فال پروف با شدت و فراوانی‌های متفاوت بر تعادل سالمندان است. در این پژوهش سالمندان در گروه سنی ۶۶ تا ۷۷ سال به پنج گروه ده نفره تجربی با شدت و فراوانی بالا و پایین و گروه کنترل تقسیم شدند و در یک طرح تحقیق شامل پیش‌آزمون، هشت هفته تمرینات فال پروف و پس‌آزمون شرکت کردند. گروه‌های تجربی بلافاصله پس از پیش‌آزمون به مدت هشت هفته (سه جلسه در هفته، هر جلسه ۴۵ دقیقه) در تمرینات فال پروف با فراوانی بالا و پایین شرکت کردند. ولی گروه کنترل پس از پیش‌آزمون به فعالیت‌های روزانه خود پرداختند. از پرسشنامه فعالیت و سلامت فال پروف به منظور کسب اطلاعات در مورد وضعیت کلی سلامت، سبک زندگی و الگوهای فعالیت جسمانی افراد سالمند استفاده گردید. به منظور شناسایی مشکلات تعادل از مقیاس پیشرفته تعادل فولرتون استفاده شد. برای ارزیابی داده‌های طبیعی از آزمون شاپیروویلیک و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از تحلیل کوواریانس و آزمون تعقیبی بونفرونی در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده گردید. نتایج یافته‌های تحقیق نشان داد که تمرینات فال پروف با شدت و فراوانی بالا و پایین باعث بهبود تعادل سالمندان می‌گردد. همچنین مشاهده شد تنها بین تعادل سالمندان در تمرینات فال پروف با شدت و فراوانی بالا و تمرینات فال پروف با شدت و فراوانی پایین تفاوت معناداری وجود دارد. می‌توان چنین استنباط کرد که این برنامه تمرینی با شدت و فراوانی مختلف یک روش مؤثر در بهبود تعادل باشد که در نتیجه آن خطر سقوط تا حدودی در افراد سالمند کاهش یابد. همچنین به کارگیری این برنامه تمرینی به منظور اقدامی پیشگیرانه و درمانی احتمالاً خسارت جانی، مالی، روانی و فشارهایی که بر خانواده‌های سالمندان وارد می‌شود تا حدی کاهش یابد و کیفیت زندگی آنان را تحت تأثیر قرار دهد.

کلیدواژه‌گان: تمرینات فال پروف، تعادل، سالمندان.

مقدمه

چهره جمعیتی جهانی در حال تجربه تغییرات قابل توجهی به سمت جمعیت سالمندی است که چالش‌ها و فرصت‌های منحصر به فردی را در مدیریت بهداشت و کیفیت زندگی به همراه دارد. پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۵۰، نسبت افراد ۶۰ ساله و بالاتر از ۱۲٪ به ۲۲٪ افزایش یابد که معادل تقریباً ۲ میلیارد نفر در سراسر جهان است (World Health Organization, 2021). این انتقال جمعیتی تأثیرات عمیقی بر سیستم‌های بهداشتی، خدمات اجتماعی و رفاه کلی جمعیت‌های سالمندی به ویژه در زمینه استقلال عملکردی و کیفیت زندگی آن‌ها دارد (Hoogendijk et al., 2020). مطالعات نشان می‌دهد که حفظ قابلیت‌های جسمی و استقلال به طور قابل توجهی با افزایش رضایت از زندگی و کاهش هزینه‌های بهداشتی در میان سالمندان مرتبط است (Abdelbasset et al., 2019). فرآیند سالمندی شامل تغییرات پیچیده فیزیولوژیکی، روان‌شناختی و اجتماعی است که تأثیر زیادی بر ظرفیت عملکردی و استقلال فرد دارد. این مرحله از زندگی با تغییرات تدریجی در چندین سیستم بدنی، از جمله سیستم‌های اسکلتی-عضلانی، عصبی و حسی مشخص می‌شود (Lange-Maia et al., 2015). تحقیقات نشان داده‌اند که این تغییرات مرتبط با سن غالباً به صورت کاهش قدرت عضلانی، کاهش انعطاف‌پذیری مفاصل و کاهش دقت حسی بروز می‌کنند که همگی می‌توانند تأثیر قابل توجهی بر فعالیت‌های روزمره زندگی داشته باشند (Wei et al., 2024). توجه فزاینده به مسائل مرتبط با پیری ناشی از تأثیرات قابل توجه آن بر سلامت عمومی و تأثیرات اجتماعی-اقتصادی است. سیستم‌های بهداشتی در سراسر جهان در حال تطبیق با نیازهای منحصر به فرد جمعیت سالمندان هستند و تمرکز خاصی بر روی اقدامات پیشگیرانه و مداخلاتی دارند که سالمندی سالم را ترویج می‌کنند (Giannouli et al., 2020). بار اقتصادی مرتبط با مسائل بهداشتی مرتبط با سن، به ویژه سقوط‌ها و محدودیت‌های حرکتی، تخمین زده می‌شود که سالانه به میلیارد‌ها دلار در کشورهای توسعه‌یافته برسد (Moreland et al., 2004). این امر اهمیت حیاتی توسعه مداخلات مؤثر برای حفظ و بهبود عملکرد جسمی در بزرگسالان سالخورده را برجسته می‌کند. به طور کلی، سالمندی با چالش‌های متعددی در حفظ کنترل حرکتی و ثبات جسمانی مواجه هستند. اختلال در سیستم عصبی-عضلانی مرتبط با سن منجر به افت قدرت عضلانی، زمان واکنش و هماهنگی حرکتی می‌شود (Park et al., 2020). این تغییرات تأثیر قابل توجهی بر توانایی آن‌ها برای انجام فعالیت‌های روزمره اساسی دارد و خطر سقوط را افزایش می‌دهد (Sherrington et al., 2020). کاهش عملکرد سیستم حسی حرکتی و کنترل وضعیتی، عملکرد حرکتی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Lacroix et al., 2016). اختلال‌های کنترل حرکتی در سالمندان به ویژه در وظایف پیچیده‌ای که نیازمند توجه همزمان به چندین محرک هستند، مشهود است. تحقیقات نشان داده‌اند که سالمندان در حفظ ثبات وضعیتی هنگام انجام وظایف شناختی همزمان با مشکلات بیشتری مواجه هستند (Frändin et al., 2016). این تداخل وظیفه‌ای معمولاً منجر به افزایش نوسانات وضعیتی و کاهش عملکرد تعادل می‌شود که تعامل پیچیده بین عملکردهای شناختی و حرکتی در سالمندی را برجسته می‌کند (Yildiz et al., 2024). تعادل یک مهارت حرکتی حیاتی است که به عنوان یک شاخص کلیدی از استقلال عملکردی و خطر سقوط در سالمندی عمل می‌کند. حفظ تعادل نیاز به ادغام سیستم‌های حسی متعدد، از جمله ورودی‌های بصری، دهلیزی و اختصاصی دارد (Brachman et al., 2017). تغییرات مرتبط با سن در این سیستم‌ها می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر کنترل تعادل داشته باشد و خطر سقوط را افزایش دهد (Larsson et al., 2019). کنترل وضعیتی و حفظ تعادل با افزایش سن به دلیل تحلیل رفتن ادغام حسی و مکانیسم‌های پاسخ حرکتی چالش‌برانگیزتر می‌شود. مطالعات نشان داده‌اند که سالمندان تغییرات وضعیتی بیشتری دارند و محدودیت‌های ثبات کمتری نسبت به افراد جوان‌تر را از خود نشان می‌دهند (Mohler et al., 2016). توانایی حفظ تعادل در فعالیت‌های پویا مانند راه رفتن را تحت تأثیر قرار می‌گیرد که منجر به افزایش خطر سقوط و کاهش اعتماد به نفس در حرکت می‌شود (Santos et al., 2017). سقوط نه تنها منجر به آسیب‌های جسمی می‌شوند بلکه پیامدهای روانی

مانند ترس از سقوط را نیز به همراه دارند که می‌تواند چرخه‌ای از کاهش فعالیت بدنی و افت عملکردی بیشتر را آغاز کند (Papalia et al., 2020). تأثیر اختلال در تعادل فراتر از سلامت جسمی است و بر مشارکت اجتماعی و کیفیت کلی زندگی تأثیر می‌گذارد (Kim et al., 2020). با توجه به تغییرات سبک زندگی مدرن و افزایش رفتارهای بی‌تحرک در میان بزرگسالان سالخورده، نیاز به توسعه رویکردهای نوآورانه برای بهبود تعادل و وضعیت جسمانی بیشتر احساس می‌شود. برنامه‌های ورزشی سنتی ممکن است همیشه با ترجیحات یا توانایی‌های سالمندان همخوانی نداشته باشند، بنابراین نیاز به توسعه مداخلات جایگزین که هم مؤثر و هم جذاب باشند، ضروری است (Kang et al., 2015). ادغام برنامه‌های ورزشی تخصصی که نیازها و محدودیت‌های منحصر به فرد بزرگسالان سالخورده را در نظر می‌گیرد، نتایج امیدوارکننده‌ای در بهبود تعادل و کاهش خطر سقوط را به همراه خواهد داشت (Lee & Kim, 2017). استراتژی‌های ورزشی برای سالمندان باید با دقت طراحی شوند تا حداکثر منافع را به همراه داشته باشند و خطر آسیب را به حداقل برسانند. شواهد نشان می‌دهد که برنامه‌های فعالیت بدنی ساختاریافته می‌توانند به طور قابل توجهی تعادل، قدرت و تحرک عملکردی را در سالمندان بهبود بخشند (Giné-Garriga et al., 2014). این برنامه‌ها باید شامل چندین مؤلفه از جمله تمرینات قدرتی، تمرینات تعادل و کار بر روی انعطاف‌پذیری باشند تا جنبه‌های مختلف عملکرد جسمانی تحت تأثیر سالمندی را بهبود دهند (Fragala et al., 2019). تمرینات فال پروف، یک نوع خاص از تمرینات تعادلی، به عنوان یک مداخله امیدوارکننده برای بهبود کنترل وضعیتی در بزرگسالان سالخورده ظهور کرده‌اند. این تمرینات به گونه‌ای طراحی شده‌اند که جنبه‌های مختلف کنترل تعادل را از طریق الگوهای حرکتی و موقعیت‌های مختلف به چالش بکشند (Khazanin & Daneshmandi, 2020). جنبه منحصر به فرد تمرینات فال پروف در پیشرفت سیستماتیک آن‌ها و ادغام چندین سطح حرکتی نهفته است که به توسعه کنترل جامع تعادل کمک می‌کند (Khazanin et al., 2022). تحقیقات نشان داده‌اند که این نوع از تمرینات می‌توانند منجر به بهبود قابل توجهی در تعادل ایستا و دینامیک، همچنین عملکرد حرکتی سالمندان شوند (Khazanin et al., 2022). توجه به این تمرینات از آنجایی اهمیت پیدا می‌کند که همزمان سیستم‌های بصری و دهلیزی را به چالش می‌کشد (Rosa et al., 2019). به هر جهت اثربخشی مداخلات ورزشی اغلب به شدت و فراوانی آن‌ها بستگی دارد. در حالی که برنامه‌های ورزشی با شدت بالا نشان‌دهنده بهبودهای قابل توجهی در عملکرد جسمانی هستند، ممکن است برای همه سالمندان مناسب نباشند (Morato et al., 2021). رابطه بین شدت ورزش و بهبود تعادل در سالمندان همچنان موضوع تحقیق و بحث جاری است. ادبیات موجود یافته‌های متناقضی را درباره شدت بهینه آموزش تعادل برای بزرگسالان سالخورده ارائه می‌دهد. برخی مطالعات نشان می‌دهند که تمرینات با شدت بالا نتایج بهتری در بهبود تعادل و پیشگیری از سقوط تولید به همراه خواهد داشت (Zhu et al., 2016)، در حالی که دیگران اشاره می‌کنند که تمرینات با شدت پایین ممکن است به همان اندازه مؤثر باشد (Clemson et al., 2023). با توجه به اهمیت تعادل در حفظ استقلال و پیشگیری از سقوط در بزرگسالان سالخورده، درک اثرات متفاوت شدت ورزش ضروری است. هدف پژوهش حاضر مقایسه اثر تمرینات فال پروف با شدت و فراوانی (بالا و پایین) بر تعادل است.

روش پژوهش

مطالعه حاضر به دلیل ارائه نتایج عملی، تحقیقی کاربردی به شمار می‌آید و از حیث روش تحقیق و به کارگیری مداخله بر روی انسان و عدم امکان کنترل همه متغیرها در شرایط واقعی و طبیعی از نوع نیمه تجربی (کارآزمایی تصادفی بالینی) می‌باشد که به منظور تعیین تأثیر تمرینات فال پروف با شدت و فراوانی بالا و پایین بر تعادل سالمندان انجام شد. جامعه آماری این پژوهش را سالمندان مرد و زن پارک‌ها و سراهای مشهد با دامنه سنی ۶۶ تا ۷۷ سال تشکیل دادند. در این پژوهش نمونه هادر گروه سنی ۶۶ تا ۷۷ سال در پنج گروه ده نفره شدت بالا- فراوانی بالا، شدت پایین- فراوانی پایین، شدت بالا- فراوانی پایین، شدت پایین- فراوانی بالا و کنترل تقسیم بندی شدند و در یک طرح

تحقیق شامل پیش آزمون، هشت هفته تمرینات فال پروف و پس آزمون شرکت کردند. در این اماکن ۵۰ زن و مرد سالمند با توجه به معیارهای تحقیق، با روش نمونه گیری در دسترس هدفمند انتخاب شدند. با اعلام آمادگی داوطلبان برای شرکت در تحقیق، ۲۵ مرد و ۲۵ زن به عنوان نمونه تحقیق به منظور بررسی سلامت عمومی به پزشک معرفی شدند که معیارهای ورود شامل: ۱. سالمندان در پژوهش سنین ۶۶ تا ۷۷ سال داشتند، ۲. سالمندان باید توانایی انجام کارهای روزمره را داشته باشند، ۳. عدم تشخیص جدی بیماری‌های عصبی و اسکلتی مانند سکتة مغزی، بیماری‌های ارتوپدی یا اختلالات قابل توجه در سیستم بینایی و شنوایی، ۴. عدم سابقه سقوط و زمین خوردن و افتادن بود. معیارهای خروج نیز شامل ۱. عدم توانایی انجام تمرینات، ۲. عدم تمایل به ادامه حضور در تمرینات و پژوهش، ۳. عدم شرکت به صورت منظم در جلسات تمرین و آسیب دیدگی بود پس از کسب تأییدیه کمیته اخلاق پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی به شماره IR.SSRI.REC.1399.812. با مراجعه به پارک‌ها و سراهای مشهد، جلسه‌ای بوسیله پژوهشگر برای شرح اهداف، نحوه اجرای آزمون‌ها و تمرینات مطالعه برگزار و به سؤالات پاسخ‌های مناسب داده شد. سپس افراد با توجه به شرایط ورود به تحقیق انتخاب شده سپس در جلسه دیگر با توضیح مفصل درباره تحقیق، فرم رضایت نامه کتبی محقق ساخته توسط شرکت کنندگان تکمیل شد. قبل از هرگونه ارزیابی جسمانی، شرکت کنندگان توسط پزشک مورد ارزیابی بالینی قرار گرفتند تا سلامت جسمانی و قلبی-عروقی آنان برای شرکت در مطالعه تأیید شود. آنگاه پرسش نامه فعالیت و سلامت فال پروف که حاوی اطلاعات فردی و وضعیت سلامت کلی شرکت کنندگان است، تکمیل شد برنامه زمانی آزمون‌ها تمرین هر گروه با نظر شرکت کنندگان تنظیم شد و در اختیار آنان قرار گرفت. مطالعه حاضر در سه مرحله اجرا گردید. در مرحله نخست از کلیه شرکت کنندگان در یک روز مشخص، مقیاس پیشرفته تعادل به عنوان پیش آزمون گرفته شد. نحوه انجام آزمون‌ها اینگونه بود که ابتدا به طور عملی هر آیتم برای هر شرکت کننده توسط پژوهشگر اجرا می‌شد و سپس از آن‌ها درخواست می‌شد که به صورت امتحانی یک بار آیتم مورد نظر را انجام دهند تا از نحوه انجام صحیح آن اطمینان حاصل شود. در ادامه آزمون واقعی از آنان گرفته می‌شد. نمونه‌های مطالعه در یک گروه ۵۰ نفره (۶۶ تا ۷۷ سال) قرار داده شدند و این گروه به پنج گروه ده نفره با شدت و فراوانی بالا و پایین و کنترل تقسیم شدند. در مرحله دوم مطالعه، گروه‌های تجربی بلافاصله پس از پیش آزمون تمرینات فال پروف را با شدت‌های متفاوت (پایین ۴۰ تا ۶۰ درصد و بالا ۷۰ تا ۸۰ درصد حداکثر ضربان قلب) و فراوانی متفاوت (پایین دو جلسه تمرین در هفته با شدت ۴۰ تا ۶۰ درصد حداکثر ضربان قلب و بالا چهار جلسه تمرین در هفته با شدت ۷۰ تا ۸۰ درصد حداکثر ضربان قلب) با نظارت محقق به مدت هشت هفته اجرا کردند. حداکثر ضربان قلب افراد با استفاده از کم کردن سن هر فرد از عدد ۲۲۰ به دست آمد (Kenney et al., 2022). گروه کنترل در هیچ گونه فعالیت ورزشی شرکت نکردند. در مرحله سوم تحقیق پس از هشت هفته تمرین از گروه سنی ۶۶ تا ۷۷ سال پس آزمون گرفته شد و روال آزمون همانند مرحله نخست رعایت شد.

مقیاس تعادل پیشرفته فولرتون^۱: از مقیاس تعادل پیشرفته فولرتون در جهت سنجش تعادل در افراد سالمند مستقل با عملکرد

بالا به عنوان پیش آزمون و پس آزمون استفاده شد. مقیاس تعادل پیشرفته فولرتون، به عنوان یک ابزار ارزیابی بالینی مناسب، با عوامل ایجاد اختلال در تعادل مثل ترس از سقوط، حس عمقی، قدرت عضلانی و دامنه حرکتی همبستگی بالایی دارد. در حقیقت، مقیاس تعادل پیشرفته فولرتون، آزمونی چند بعدی است که با توجه به شناسایی عوامل چندگانه دخیل در تعادل، طراحی شده و هر سه سیستم حسی، عضلانی-اسکلتی و عصبی-عضلانی که ممکن است علت اختلال به وجود آمده باشند را ارزیابی می‌کند. تحقیقات نشان داده اند که در افراد سالمند دارای سطح عملکردی بالاتر در برابر هر یک نمره کاهش در آزمون مقیاس تعادل پیشرفته فولرتون، خطر افتادن ۰/۸ افزایش یافته و در برابر ده فردی که امتیاز کمتر از ۲۵ بگیرند، ۷ نفر در معرض خطر بوده و به مداخله آنی نیاز دارند. این آزمون دارای ده مورد است که ابعاد مختلف تعادل را مورد ارزیابی قرار می‌دهد. مورد ۱ (ایستادن با پاهای جفت شده و چشمان بسته)، ۲ (دراز کردن دست به سمت جلو با بازوی کشیده

¹ Fullerton Advanced Balance (FAB) Scale

برای گرفتن شیئی (مداد) که در ارتفاع شانه نگه داشته شده است)، ۴ (قدم گذاشتن روی یک چهار پایه با ارتفاع ۱۵ سانتی متری و برداشتن از روی آن) و ۷ (ایستادن روی فوم یا اسفنج فشرده با چشمان بسته) از سطح توافق خیلی خوب و موارد ۳ (چرخیدن ۳۶۰ درجه‌ای به راست و چپ)، ۵ (راه رفتن روی یک خط مستقیم به طوریکه پاشنه پای جلویی در مقابل پنجه پای عقبی قرار بگیرد مانند راه رفتن و گردو شکستن)، ۶ (ایستادن روی یک پا)، ۸ (پريدن جفت پا)، ۹ (راه رفتن هم زمان با چرخاندن سر) و ۱۰ (نشان دادن کنترل وضعیت واکنشی) از سطح توافق خوب برخوردار است. همچنین گزارش شده که آزمون مقیاس تعادل پیشرفته فولرتون در افراد گروه سالمند دارای عملکرد بالا و نیز در بیماران فیرومابالژیا، سرطان سینه، پارکینسون و سکتة مغزی (با عملکرد بالا) استفاده شده است (Sabet et al., 2016).

پروتکل تمرین: تمرینات تحقیق حاضر شامل مجموعه‌ای از تمرینات چند حسی شامل بینایی، وستیبولار، حسی-پیکری، کنترل مرکز ثقل، راهبردهای قامتی و تمرینات قدرتی بود که از بالا آوردن پنجه و پاشنه، فلکشن و اکستنشن زانو، دور و نزدیک کردن ران تشکیل شد که در هر مرحله سطح تمرینات با توجه به شرایط هر فرد و اصل اضافه بار پیشرفت داشت. در تمرینات کنترل مرکز ثقل و چند حسی بر حسب انگیزه و تنوع تمرین در انجام تمرینات در هر سطح، نوع تمرین فرق می‌کند، ولی آنچه مد نظر است هدف تمرین است که رعایت شد. هر سطح شامل دو هفته بود که تمرینات کنترل مرکز ثقل و چند حسی در هفته ۲ و با توجه به شرایط اشخاص و میزان چالش آن افزایش پیدا کرد. تمرینات راهبرد قامتی از سطح دو در برنامه گنجانده شد، اینطور که در سطح دوم هفته ۳ و ۴ تمرینات راهبرد مچ پا، سطح سوم هفته ۵ و ۶ راهبرد مفصل ران و سطح چهارم هفته ۷ و ۸ تمرین راهبرد گام برداری ارادی و غیر ارادی قرار گرفت. تمرین قدرتی در هر سطح نیز با توجه به اصل اضافه بار پیشرفت کرد. در کل یک جلسه تمرینی شامل ده دقیقه گرم کردن و حرکات کششی، پانزده دقیقه تمرین قدرتی، بیست و پنج دقیقه تمرین تعادلی چند حسی و کنترل مرکز ثقل و راهبردهای قامتی بود (Ayatizadeh Tafti et al., 2022).

پس از جمع‌آوری داده‌ها و ورود اطلاعات به نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۶، داده‌های خام مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند، به طوری که برای محاسبه شاخص‌های گرایش مرکزی و پراکندگی و رسم نمودارهای متغیرها از آمار توصیفی استفاده شد. پس از تأیید طبیعی بودن توزیع داده‌ها با آزمون شاپیرو-ویلک، بررسی همگن بودن واریانس توسط آزمون لون و در آمار استنباطی، برای بررسی و تجزیه تحلیل فرضیه‌های پژوهش، از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد. معناداری در سطح $P \leq 0.05$ انجام گرفت.

یافته‌ها

جدول ۱ مشخصات دموگرافیک شرکت‌کنندگان را به تفکیک گروه‌ها نشان می‌دهد

جدول ۱

مشخصات دموگرافیک شرکت‌کنندگان را به تفکیک گروه‌ها

وزن (کیلوگرم)		قد (سانتی متر)		سن (سال)		شدت و فراوانی (گروه)
انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	
۸/۹۷	۷۶/۶۰	۴/۲۷	۱۷۰/۵۰	۲/۲۳	۷۲/۲۵	شدت بالا- فراوانی بالا
۷/۵۸	۷۸/۰۰	۶/۴۷	۱۶۹/۸۰	۳/۵۹	۷۱/۳۰	شدت پایین- فراوانی پایین
۵/۴۳	۷۷/۰۰	۶/۹۳	۱۶۸/۵۰	۳/۳۲	۷۱/۲۰	شدت بالا- فراوانی پایین
۶/۴۶	۷۸/۵۰	۷/۳۲	۱۶۹/۵۰	۲/۲۳	۷۲/۹۰	شدت پایین- فراوانی بالا
۶/۷۹	۷۷/۷۰	۷/۶۵	۱۶۹/۰۰	۳/۵۹	۷۲/۶۰	کنترل

جدول ۲ نتایج آزمون تحلیل کوواریانس با کووریت پیش‌آزمون را نشان می‌دهد.

با توجه به نتایج تحلیل کوواریانس مشخص گردید که بین گروه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P=0.0001$). با توجه شکل ۱. مقایسه دو به دو با آزمون بونفرونی انجام گردید و نتایج نشان داد که بین گروه شدت بالا-فراوانی بالا با گروه‌های شدت بالا-فراوانی پایین ($P=0.042$)، و گروه کنترل ($P=0.0001$) اختلاف معنی‌داری وجود دارد. همچنین بین گروه شدت پایین-فراوانی پایین با گروه‌های شدت بالا-فراوانی پایین ($P=0.031$)، شدت پایین-فراوانی بالا ($P=0.008$) تفاوت معنی‌داری وجود داشت. علاوه بر این هم بین گروه کنترل با گروه‌های شدت بالا-فراوانی پایین ($P=0.0001$) و شدت پایین-فراوانی بالا ($P=0.0001$) اختلاف معنی‌داری مشاهده شد.

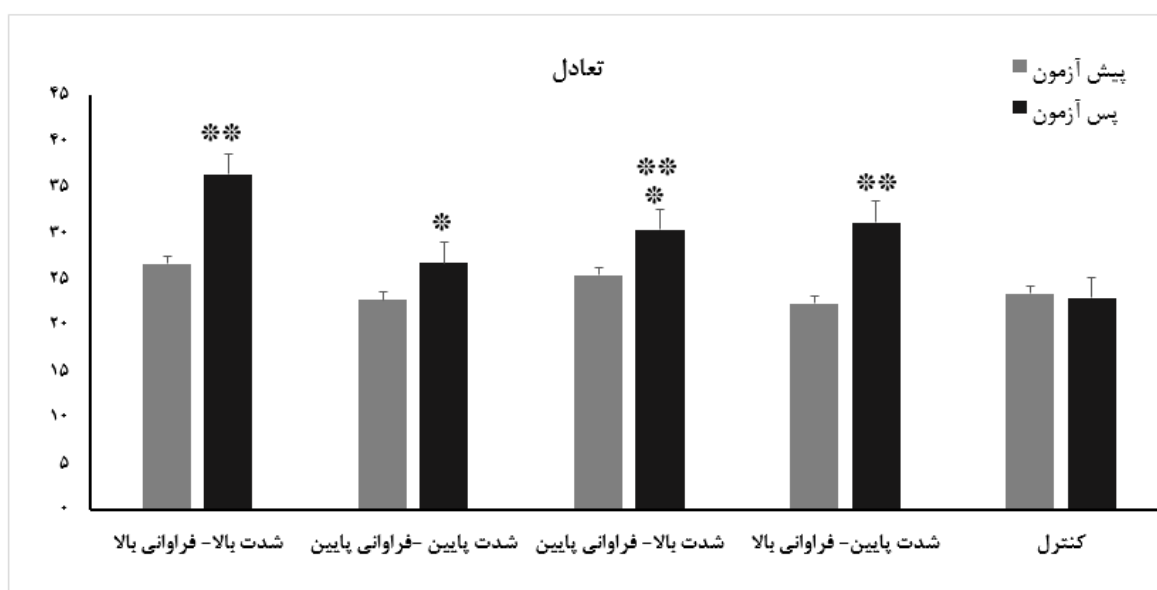
جدول ۲

آمار توصیفی (میانگین و انحراف استاندارد) مربوط به آزمون تعادل به تفکیک گروه‌ها

شدت و فراوانی-گروه‌ها	مرحله	تعادل
شدت بالا-فراوانی بالا	پیش آزمون	$26/70 \pm 3/16$
	پس آزمون	$34/60 \pm 4/29$
شدت پایین-فراوانی پایین	پیش آزمون	$22/80 \pm 1/68$
	پس آزمون	$26/80 \pm 2/78$
شدت بالا-فراوانی پایین	پیش آزمون	$25/50 \pm 2/50$
	پس آزمون	$30/40 \pm 3/06$
شدت پایین-فراوانی بالا	پیش آزمون	$22/40 \pm 2/54$
	پس آزمون	$31/20 \pm 3/32$
کنترل	پیش آزمون	$23/50 \pm 1/71$
	پس آزمون	$23/00 \pm 2/10$

شکل ۱

مقایسه دو به دو پس‌آزمون گروه‌ها



* اختلاف معنی‌دار با کنترل

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از پژوهش حاضر مقایسه اثر تمرینات فال پروف با شدت‌های متفاوت بر تعادل سالمندان بود. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تمرینات فال پروف با شدت و فراوانی‌های متفاوت باعث بهبود معنادار تعادل در سالمندان می‌شود. به طور خاص، گروه با شدت بالا-فراوانی بالا نسبت به گروه‌های شدت بالا-فراوانی پایین و گروه کنترل بهبود معناداری را نشان داد. این یافته‌ها با نتایج تحقیقات متعددی همسو می‌باشد که اثربخشی تمرینات با شدت بالا را در بهبود تعادل سالمندان تأیید کرده‌اند. تسکورا و همکاران (۲۰۱۸) در مطالعه‌ای جامع نشان دادند که ۱۲ هفته تمرینات ورزشی شامل ۳۰ دقیقه راه رفتن، فعالیت‌های مقاومتی و تمرین تعادلی با شدت متوسط، باعث بهبود معنادار در آزمون TUG سالمندان مبتلا به سارکوپنیا می‌شود. این بهبود را می‌توان به افزایش قدرت عضلانی و بهبود کنترل عصبی-عضلانی نسبت داد (Tsekoura et al., 2018). همچنین استاور و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهشی ۱۶ هفته‌ای نشان دادند که تمرین مقاومتی با شدت ۸۰ تا ۸۵ درصد یک تکرار بیشینه، موجب بهبود قابل توجه در عملکرد تعادلی سالمندان می‌گردد. این محققان استدلال کردند که افزایش قدرت عضلانی به ویژه در عضلات اندام تحتانی، نقش کلیدی در بهبود تعادل ایفا می‌کند (Stoever et al., 2018). ویکبرگ و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعه خود نشان دادند که ده هفته تمرین مقاومتی با شدت ۶ تا ۱۰ در مقیاس برگ، باعث افزایش قدرت عملکردی و بهبود در آزمون نشستن و بلند شدن می‌گردد. اگرچه آنها تغییر معناداری در نتایج آزمون TUG مشاهده نکردند، این یافته می‌تواند به دلیل تفاوت در پروتکل تمرینی و جامعه آماری مورد مطالعه باشد (Vikberg et al., 2019). اسلامی و همکاران (۲۰۲۳) نیز در تحقیقی جدید نشان دادند که تمرین تناوبی شدید به مدت هشت هفته، با شدت ۸۵ تا ۹۵ درصد حداکثر ضربان قلب، باعث بهبود قابل توجه تعادل در سالمندان می‌شود (Eslami et al., 2023). مکانیسم‌های احتمالی اثربخشی این تمرینات را می‌توان به چندین عامل فیزیولوژیک و نوروفیزیولوژیک نسبت داد. اول، افزایش حساسیت‌پذیری دوک‌های عضلانی و بهبود عملکرد عصبی-عضلانی که منجر به افزایش سرعت پاسخ‌های مکانیکی و فیزیولوژیکی می‌شود (Bogaerts et al., 2011). این بهبود در حساسیت دوک‌های عضلانی می‌تواند به افزایش دقت در تشخیص تغییرات وضعیتی بدن و پاسخ سریع‌تر به اغتشاشات تعادلی منجر شود. دوم، هم‌فعالی نورون‌های حرکتی آلفا و گاما که به تسهیل انقباض عضلانی کمک می‌کند. این هم‌فعالی باعث بهبود هماهنگی درون عضلانی و بین عضلانی می‌شود که برای حفظ تعادل ضروری است. سوم، تحریک سیستم عصبی مرکزی که موجب هماهنگی بهتر انقباضات عضلات موافق و مخالف می‌گردد. این هماهنگی بهتر به کنترل دقیق‌تر حرکات و حفظ تعادل کمک می‌کند. چهارم، درگیری مداوم دستگاه عصبی-عضلانی در حفظ تعادل حین اجرای تمرینات که منجر به سازگاری‌های عصبی-عضلانی می‌شود. این سازگاری‌ها شامل بهبود در فراخوانی واحدهای حرکتی، افزایش همزمان‌سازی واحدهای حرکتی، و بهبود هماهنگی عصبی-عضلانی است. پنجم، فعال‌سازی گیرنده‌های حسی به دنبال تمرینات که مستقیماً بر فعالیت مغز تأثیر می‌گذارد (Verschuere et al., 2004). این فعال‌سازی می‌تواند به بهبود پردازش اطلاعات حسی و حرکتی در سیستم عصبی مرکزی کمک کند. با این حال، برخی مطالعات نتایج متفاوتی را گزارش کرده‌اند. گومز و همکاران (۲۰۱۴) با اعمال تمرینات ویبریشن با فرکانس ۴۰ هرتز و دامنه ۲ میلی‌متر تغییرات معناداری در قدرت عضلانی اندام تحتانی سالمندان مشاهده نکردند (Gómez-Cabello et al., 2014). همچنین وی و همکاران (۲۰۱۷) نیز با اعمال تمرینات ویبریشن با فرکانس‌های مختلف، تغییر معناداری در عملکرد تعادل پویا مشاهده نکردند (Wei et al., 2017). تفاوت در نتایج این مطالعات می‌تواند به عوامل متعددی مربوط باشد. اول، تفاوت در پروتکل‌های تمرینی و شدت تمرینات که می‌تواند بر میزان سازگاری‌های فیزیولوژیک تأثیرگذار باشد. دوم، تفاوت در جنسیت آزمودنی‌ها، زیرا زنان سالمند در مقایسه با مردان کاهش بیشتری در توده و قدرت عضلانی نشان می‌دهند. سوم، تفاوت در روش‌های ارزیابی متغیرها که می‌تواند بر نتایج تأثیرگذار باشد. چهارم، مدت زمان ناکافی قرارگیری در معرض تمرینات که ممکن است برای ایجاد

سازگاری‌های فیزیولوژیک کافی نباشد. پنجم، تفاوت در وضعیت قرارگیری در معرض تمرینات که می‌تواند بر میزان اثربخشی تمرینات تأثیر بگذارد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که تمرینات فال پروف با شدت و فراوانی بالا می‌تواند روش موثری برای بهبود تعادل در سالمندان باشد. این بهبود احتمالاً از طریق سازوکارهای عصبی-عضلانی و تقویت سیستم‌های درگیر در کنترل تعادل صورت می‌گیرد. با توجه به اهمیت حفظ تعادل در پیشگیری از افتادن سالمندان، پیشنهاد می‌شود از این نوع تمرینات در برنامه‌های توانبخشی و تمرینی سالمندان استفاده شود. با این حال، برای درک بهتر مکانیسم‌های دقیق اثرگذاری این تمرینات و تعیین پروتکل بهینه، انجام مطالعات بیشتر ضروری به نظر می‌رسد.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافی وجود ندارد.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

موازین اخلاقی

در انجام این پژوهش تمامی موازین و اصول اخلاقی رعایت گردیده است (کد اخلاق از پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی: IR.SSRI.REC.1399.812).

شفافیت داده‌ها

داده‌ها و مآخذ پژوهش حاضر در صورت درخواست از نویسنده مسئول و ضمن رعایت اصول کپی رایت ارسال خواهد شد.

حامی مالی

این پژوهش حامی مالی نداشته است.

References

- Abdelbasset, W. K., Alsubaie, S. F., Tantawy, S. A., Elyazed, T. I., & Elshehawy, A. A. (2019). A cross-sectional study on the correlation between physical activity levels and health-related quality of life in community-dwelling middle-aged and older adults. *Medicine*, 98(11), e14895. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000014895>
- Ayatizadeh Tafti, F., Sadeghian Shahi, M. R., Abedinzadeh Masuleh, S., & Maleki Nezhad, H. (2022). The effect of fall-proof exercises on balance, walking speed, cognitive abilities in elderly people with stroke. *Journal of Applied Exercise Physiology*, 18(35), 113-125. https://asp.journals.umz.ac.ir/article_4325_en.html?lang=fa
- Bogaerts, A., Delecluse, C., Boonen, S., Claessens, A. L., Milisen, K., & Verschueren, S. M. (2011). Changes in balance, functional performance and fall risk following whole body vibration training and vitamin D supplementation in institutionalized elderly women: A 6 month randomized controlled trial. *Gait & Posture*, 33(3), 466-472. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.12.027>
- Brachman, A., Kamieniarz, A., Michalska, J., Pawłowski, M., Słomka, K. J., & Juras, G. (2017). Balance training programs in athletes: A systematic review. *Journal of Human Kinetics*, 58(1), 45-64. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0088>
- Clemson, L., Stark, S., Pighills, A. C., Fairhall, N. J., Lamb, S. E., Ali, J., & Sherrington, C. (2023). Environmental interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database of Systematic Reviews*(3). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD013258.pub2>

- Eslami, R., Amini, P., & Tartibian, B. (2023). The effects of high-intensity interval training on oxidant and antioxidant balance and motor performance indices in older adults. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport*, 11(27), 48-59. https://jpsbs.birjand.ac.ir/article_2205.html?lang=en
- Fragala, M. S., Cadore, E. L., Dorgo, S., Izquierdo, M., Kraemer, W. J., Peterson, M. D., & Ryan, E. D. (2019). Resistance training for older adults: position statement from the national strength and conditioning association. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(8). <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003230>
- Frändin, K., Grönstedt, H., Helbostad, J. L., Bergland, A., Andresen, M., Puggaard, L., Harms-Ringdahl, K., Granbo, R., & Hellström, K. (2016). Long-term effects of individually tailored physical training and activity on physical function, well-being, and cognition in Scandinavian nursing home residents: A randomized controlled trial. *Gerontology*, 62(6), 571-580. <https://doi.org/10.1159/000443611>
- Giannouli, E., Morat, T., & Zijlstra, W. (2020). A novel square-stepping exercise program for older adults (StepIt): Rationale and implications for falls prevention. *Frontiers in Medicine*, 6, 318. <https://doi.org/10.3389/fmed.2019.00318>
- Giné-Garriga, M., Roqué-Fíguls, M., Coll-Planas, L., Sitjà-Rabert, M., & Salvà, A. (2014). Physical exercise interventions for improving performance-based measures of physical function in community-dwelling, frail older adults: a systematic review and meta-analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 95(4), 753-769. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2013.11.007>
- Gómez-Cabello, A., González-Agüero, A., Morales, S., Ara, I., Casajús, J. A., & Vicente-Rodríguez, G. (2014). Effects of a short-term whole body vibration intervention on bone mass and structure in elderly people. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17(2), 160-164. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2013.04.020>
- Hoogendijk, E. O., Smit, A. P., van Dam, C., Schuster, N. A., de Breij, S., Holwerda, T. J., Huisman, M., Dent, E., & Andrew, M. K. (2020). Frailty combined with loneliness or social isolation: An elevated risk for mortality in later life. *Journal of the American Geriatrics Society*, 68(11), 2587-2593. <https://doi.org/10.1111/jgs.16716>
- Kang, S., Hwang, S., Klein, A. B., & Kim, S. H. (2015). Multicomponent exercise for physical fitness of community-dwelling elderly women. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(3), 911-915. <https://doi.org/10.1589/jpts.27.911>
- Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2022). *Physiology of Sport and Exercise*. Human Kinetics. <https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=XoZGEEAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Kenney,+W.+L.,+Wilmore,+J.+H.,+%26+Costill,+D.+L.+%282022%29.+Physiology+of+Sport+and+Exercise.+Human+Kinetics.+&ots=uRYhmaBfYH&sig=UITucdpA6Y8-T1-ZWEjzZs0ts0>
- Khazanin, H., & Daneshmandi, H. (2020). Effect of selected fallproof exercise on static and dynamic balance in the elderly. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*, 9(3), 16-26. https://medrehab.sbmu.ac.ir/article_1100896.html?lang=en
- Khazanin, H., Daneshmandi, H., & Fakoor Rashid, H. (2022). Effect of selected fall-proof exercises on fear of falling and quality of life in the elderly. *Iranian Journal of Ageing*, 16(4), 564-577. <https://doi.org/10.32598/sija.2021.3152.1>
- Kim, Y., Vakula, M. N., Waller, B., & Bressel, E. (2020). A systematic review and meta-analysis comparing the effect of aquatic and land exercise on dynamic balance in older adults. *BMC Geriatrics*, 20, 1-4. <https://doi.org/10.1186/s12877-020-01702-9>
- Lacroix, A., Kressig, R. W., Muehlbauer, T., Gschwind, Y. J., Pfenninger, B., Bruegger, O., & Granacher, U. (2016). Effects of a supervised versus an unsupervised combined balance and strength training program on balance and muscle power in healthy older adults: A randomized controlled trial. *Gerontology*, 62(3), 275-288. <https://doi.org/10.1159/000442087>
- Lange-Maia, B. S., Newman, A. B., Strotmeyer, E. S., Harris, T. B., Caserotti, P., & Glynn, N. W. (2015). Performance on fast-and usual-paced 400-m walk tests in older adults: Are they comparable? *Aging Clinical and Experimental Research*, 27, 309-314. <https://doi.org/10.1007/s40520-014-0287-y>
- Larsson, L., Degens, H., Li, M., Salviati, L., Lee, Y. I., Thompson, W., Kirkland, J. L., & Sandri, M. (2019). Sarcopenia: Aging-related loss of muscle mass and function. *Physiological Reviews*, 99(1), 427-511. <https://doi.org/10.1152/physrev.00061.2017>
- Lee, S. H., & Kim, H. S. (2017). Exercise interventions for preventing falls among older people in care facilities: A meta-analysis. *Worldviews on Evidence-Based Nursing*, 14(1), 74-80. <https://doi.org/10.1111/wvn.12193>
- Mohler, M. J., Wendel, C. S., Taylor-Piliae, R. E., Toosizadeh, N., & Najafi, B. (2016). Motor performance and physical activity as predictors of prospective falls in community-dwelling older adults by frailty level: Application of wearable technology. *Gerontology*, 62(6), 654-664. <https://doi.org/10.1159/000445889>
- Morato, J., Sanchez-Cuadrado, S., Iglesias, A., Campillo, A., & Fernández-Panadero, C. (2021). Sustainable technologies for older adults. *Sustainability*, 13(15), 8465. <https://doi.org/10.3390/su13158465>
- Moreland, J. D., Richardson, J. A., Goldsmith, C. H., & Clase, C. M. (2004). Muscle weakness and falls in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Geriatrics Society*, 52(7), 1121-1129. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2004.52310.x>

- Papalia, G. F., Papalia, R., Diaz Balzani, L. A., Torre, G., Zampogna, B., Vasta, S., Fossati, C., Alifano, A. M., & Denaro, V. (2020). The effects of physical exercise on balance and prevention of falls in older people: A systematic review and meta-analysis. *Journal of clinical medicine*, 9(8), 2595. <https://doi.org/10.3390/jcm9082595>
- Park, J. H., Moon, J. H., Kim, H. J., Kong, M. H., & Oh, Y. H. (2020). Sedentary lifestyle: Overview of updated evidence of potential health risks. *Korean Journal of Family Medicine*, 41(6), 365. <https://doi.org/10.4082/kjfm.20.0165>
- Rosa, M. V., Perracini, M. R., & Ricci, N. A. (2019). Usefulness, assessment and normative data of the Functional Reach Test in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 81, 149-170. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2018.11.015>
- Sabet, A., Azad, A., & Taghizadeh, G. (2016). Test-retest reliability, convergent validity, and internal consistency of the Persian version of Fullerton Advanced Balance Scale in Iranian community-dwelling older adults. *Iranian Journal of Ageing*, 10(4), 18-29. <https://salmandj.uswr.ac.ir/article-1-844-en.html>
- Santos, G., Zeigelboim, D. B., Severiano, M., Teive, H., Liberalesso, P., Marques, J., & Cordeiro, M. (2017). Feasibility of virtual reality-based balance rehabilitation in adults with spinocerebellar ataxia: A prospective observational study. *Hearing, Balance and Communication*, 15(4), 244-251. <https://doi.org/10.1080/21695717.2017.1381490>
- Sherrington, C., Fairhall, N., Wallbank, G., Tiedemann, A., Michaleff, Z. A., Howard, K., Clemson, L., Hopewell, S., & Lamb, S. (2020). Exercise for preventing falls in older people living in the community: An abridged Cochrane systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 54(15), 885-891. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-101512>
- Stoeber, K., Heber, A., Eichberg, S., & Brixius, K. (2018). Influences of resistance training on physical function in older, obese men and women with sarcopenia. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 41(1), 20-27. <https://doi.org/10.1519/JPT.000000000000105>
- Tsekoura, M., Billis, E., Tsepis, E., Dimitriadis, Z., Matzaroglou, C., Tyllianakis, M., Panagiotopoulos, E., & Gliatis, J. (2018). The effects of group and home-based exercise programs in elderly with sarcopenia: a randomized controlled trial. *Journal of clinical medicine*, 7(12), 480. <https://doi.org/10.3390/jcm7120480>
- Verschueren, S. M., Roelants, M., Delecluse, C., Swinnen, S., Vanderschueren, D., & Boonen, S. (2004). Effect of 6-month whole body vibration training on hip density, muscle strength, and postural control in postmenopausal women: a randomized controlled pilot study. *Journal of Bone and Mineral Research*, 19(3), 352-359. <https://doi.org/10.1359/JBMR.0301245>
- Vikberg, S., Sörlén, N., Brandén, L., Johansson, J., Nordström, A., Hult, A., & Nordström, P. (2019). Effects of resistance training on functional strength and muscle mass in 70-year-old individuals with pre-sarcopenia: a randomized controlled trial. *Journal of the American Medical Directors Association*, 20(1), 28-34. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2018.09.011>
- Wei, M., Yin, J., Zhang, Q., & Cao, Q. (2024). *Relationship between physical exercise and cognitive function Panoramic View of Cognitive Impairment: Interdisciplinary Cognitive Research*. https://books.google.com/books/about/Panoramic_View_of_Cognitive_Impairment_I.html?id=_j8XEQAQBAJ
- Wei, N., Pang, M. Y., Ng, S. S., & Ng, G. Y. (2017). Optimal frequency/time combination of whole-body vibration training for improving muscle size and strength of people with age-related muscle loss (sarcopenia): A randomized controlled trial. *Geriatrics & Gerontology International*, 17(10), 1412-1420. <https://doi.org/10.1111/ggi.12878>
- World Health Organization, W. (2021). *Global Report on Ageism*. World Health Organization. <https://www.who.int/teams/social-determinants-of-health/demographic-change-and-healthy-ageing/combating-ageism/global-report-on-ageism>
- Yildiz, S. E., Fidan, O., Gulsen, C., Colak, E., & Genc, G. A. (2024). Effect of dual-task training on balance in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 105, 368. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2024.105368>
- Zhu, X., Yin, S., Lang, M., He, R., & Li, J. (2016). The more the better? A meta-analysis on effects of combined cognitive and physical intervention on cognition in healthy older adults. *Ageing Research Reviews*, 31, 67-79. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2016.07.003>