

The Effect of Functional Training on Balance Indicators in Elderly Men

Ebrahim. Shabani Ezdini¹, Maryam. Faraeen^{2*}, Sahar. Beik³

¹ Department of Sports Sciences, Faculty of Social Sciences, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran

² Department of Physical Education and Sport Sciences, Khoy.C., Islamic Azad University, Khoy, Iran

³ Department of Sport Sciences, Faculty of Social Sciences, Urmia University, Urmia, Iran

* Corresponding author email address: mfareeen@yahoo.com

Article Info

Article type:

Original Research

How to cite this article:

Shabani Ezdini, E., Faraeen, M., & Beik, S. (2025). The Effect of Functional Training on Balance Indicators in Elderly Men. *Longevity*, 3(1), 1-15.

<https://doi.org/10.61838/kman.longevity.54>



© 2025 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 purpose of this study was to determine the effect of functional training on static and dynamic balance in elderly men. In this quasi-experimental study, 26 healthy elderly men residing in a nursing home in Qazvin, who volunteered to participate in the research, were purposefully selected and assigned to experimental (n = 18) and control (n = 17) groups. The experimental group participated in a functional training program for 8 weeks, three sessions per week. Static and dynamic balance of the participants were assessed using the Stork Balance Test and the Timed Up and Go Test in two stages, before and after the 8-week intervention. Statistical analyses were conducted using paired t-tests and independent t-tests. After implementing the functional training program, dynamic balance in the experimental group increased significantly ($p = 0.00$), whereas no significant change was observed in static balance ($p = 0.00$). It appears that regular functional training improves dynamic balance in the elderly. Therefore, it can be recommended as an appropriate exercise approach for enhancing balance.

Keywords: *Static balance; Dynamic balance; Healthy elderly men; Aerobic training*

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Introduction

Aging is a natural and inevitable biological phenomenon accompanied by progressive physiological and anatomical changes in the human body, which, when combined with lifestyle and environmental factors, significantly diminish motor and functional abilities (Alfieri et al., 2010). Among the most sensitive of these abilities is balance, which plays a central role in daily living activities and maintaining independence in old age (de Oliveira et al., 2014). Impairment in balance not only reduces quality of life but also drastically increases the risk of falls and their adverse consequences (Kang et al., 2015). Such outcomes often include severe injuries such as hip and spinal fractures, head trauma, permanent disability, and even death (Youssef & Abd elhameed Shanb, 2016). Beyond personal suffering, falls impose heavy economic and social burdens on public health systems (Sousa et al., 2011). With the global growth of the elderly population, finding effective interventions to maintain or improve balance has become an urgent necessity.

Balance is defined as the ability to maintain and control the body's center of gravity within its base of support. It arises from complex neuromuscular coordination between three sensory systems: vision, the vestibular system, and somatosensory inputs (Ferraresi et al., 2015; Karóczy et al., 2014). Aging progressively impairs each of these systems: vision declines, vestibular neurons are reduced, and proprioceptive acuity in joints and muscles diminishes (Means et al., 2005). Additional factors such as decreased muscular strength in lower limb and trunk muscles, reduced joint flexibility, slower motor reaction times, and impaired sensory processing exacerbate balance deficits and heighten fall risk (Berg, 1989; Giné-Garriga et al., 2014). Consequently, balance impairments are directly linked to declines in daily activity performance, heightened fear of falling, withdrawal from social activities, and marked reductions in quality of life (Cadore et al., 2013; Zhang et al., 2014). Moreover, falls often cause older adults to lose confidence, become increasingly dependent, or require institutionalization, thereby eliminating personal independence (Iwamoto et al., 2009; Shigematsu & Okura, 2006).

Because of these risks, researchers have explored various exercise-based interventions for balance enhancement. Resistance training focuses on increasing muscle strength (Bigdeli et al., 2020; Donath et al., 2016); aerobic training aims to improve cardiovascular endurance and functional capacity (Hernandes et al., 2013); traditional balance training emphasizes postural control (Gomeñuka et al., 2019); and more recent interventions such as exergaming use virtual reality to challenge sensory-motor coordination (Yu et al., 2013). Within this spectrum, functional training has emerged as a particularly promising and practical approach. Unlike conventional exercises that isolate individual muscles, functional training emphasizes the replication of natural daily movement patterns (Taheri et al., 2019). Its goal is to strengthen integrated neuromuscular systems through multi-joint, compound exercises that simulate real-world activities like rising from a chair, carrying groceries, climbing stairs, or maintaining stability on uneven surfaces (de Souza Santos et al., 2011). These exercises develop coordination and improve the body's ability to respond effectively to dynamic and unpredictable challenges (Ramezani et al., 2021).

Examples of functional exercises include squats, lunges, standing chest presses, and trunk rotations, which mirror natural daily actions and simultaneously enhance muscular strength, joint flexibility, and neuromuscular coordination (Seco et al., 2013). Studies suggest that such programs can significantly improve both static and dynamic balance, in addition to proprioceptive awareness and

reaction times, thereby directly reducing fall risk (Ballesta-García et al., 2019). Nonetheless, systematic reviews emphasize the need for more controlled, large-sample trials to establish evidence on the specific effects of functional training in elderly populations (Ogwumike & Tijani, 2011; Podsiadlo & Richardson, 1991). Moreover, few studies have examined balance outcomes specifically in older men, despite known gender differences in fall risk and responses to training (Sadeghi et al., 2008). This study therefore aimed to evaluate the effect of an eight-week functional training program on both static and dynamic balance in healthy elderly men.

Methods and Materials

This study adopted a quasi-experimental design conducted in a nursing home in Qazvin. The research population included 200 elderly men aged 65–75 years. Of these, 35 volunteered, and after applying inclusion criteria (independence in daily activities, no recent falls, absence of chronic joint problems or dizziness, and medical approval for safe participation), 26 participants remained. They were randomly allocated into two groups: 18 in the experimental group and 17 in the control group.

The experimental group underwent an eight-week functional training program, with three supervised sessions per week. Each session included warm-up, core functional training (chair rises, bodyweight squats, forward lunges), and cool-down exercises. Training intensity started at 60% of maximum heart rate and progressed to 65% across the intervention period. Exercise repetitions increased weekly in line with a standardized progression protocol.

Static balance was measured using the Stork Balance Test (Johnson & Nelson, 1969), while dynamic balance was assessed using the Timed Up and Go test (Podsiadlo & Richardson, 1991), both validated tools with strong reliability (Liu-Ambrose et al., 2004; Rogers et al., 2003; Sadeghi et al., 2008). Pre-tests were conducted one day before the intervention, and post-tests immediately after eight weeks. Data analysis employed parametric tests (Kolmogorov–Smirnov normality confirmation). Within-group comparisons used paired t-tests, while between-group differences employed independent t-tests, with significance set at $p < 0.05$.

Findings

Independent t-tests revealed no significant differences in age, height, or weight between groups at baseline ($p > 0.05$), indicating group homogeneity.

Regarding static balance, paired t-tests showed no significant pre–post difference in the experimental group ($p = 0.36$). In contrast, the control group unexpectedly exhibited a significant decline in static balance from pre-test to post-test ($p = 0.01$). However, between-group comparisons revealed no significant difference in static balance scores at either pre-test ($p = 1.04$) or post-test ($p = 0.86$).

For dynamic balance, findings were more pronounced. Paired t-tests indicated significant improvement in the experimental group after eight weeks of functional training ($p = 0.00$), whereas the control group showed no significant change ($p = 0.138$). Independent t-tests revealed no significant difference between groups at baseline ($p = 0.41$). However, post-test results showed a highly significant difference in favor of the experimental group ($p = 0.00$).

Overall, the results demonstrated that functional training did not significantly enhance static balance but produced substantial improvements in dynamic balance among healthy elderly men.

Discussion and Conclusion

The primary finding of this study is that functional training led to a significant improvement in dynamic balance but not static balance. These results align with previous research highlighting the effectiveness of functional training in enhancing movement-related stability (Bigdeli et al., 2020; Hernandez et al., 2013). The exercises included—such as squats, lunges, and stair-step movements—are inherently dynamic and replicate real-life motor demands (de Souza Santos et al., 2011; Taheri et al., 2019). By challenging proprioception, lower limb strength, reaction speed, and neuromuscular coordination, functional training targets the very mechanisms essential for dynamic balance (Ballesta-García et al., 2019; Seco et al., 2013). This explains why participants in the experimental group demonstrated significant gains in the Timed Up and Go test. Similar improvements have been documented in interventions emphasizing functional or locomotor tasks, such as Nordic walking (Gomeñuka et al., 2019), and in exercise regimens focusing on proprioceptive stimulation (Ferraresi et al., 2015; Means et al., 2005).

The absence of improvement in static balance is noteworthy. Static balance pertains to maintaining posture with minimal movement (Berg, 1989). Functional training, however, emphasizes dynamic and complex movement patterns, rather than static stability (Taheri et al., 2019). As a result, the program may not have adequately challenged the specific requirements of static balance. Previous studies confirm that different exercise types differentially affect static versus dynamic balance (de Oliveira et al., 2014; Kang et al., 2015; Youssef & Abd elhameed Shanb, 2016). Some systematic reviews report improvements in both domains when programs incorporate dedicated static balance tasks alongside functional exercises (Cadore et al., 2013; Karóczy et al., 2014; Seco et al., 2013). This suggests that tailoring protocols to include static challenges, such as single-leg stands or closed-eye balance tasks, could yield more comprehensive improvements.

Another strength of the study is its focus on elderly men, a population often underrepresented in balance research (de Oliveira et al., 2014). Gender-specific differences in fall risk and training responses mean that these findings provide valuable insights for designing male-targeted exercise interventions. Moreover, functional training's resemblance to everyday movements enhances its acceptability and feasibility, encouraging elderly individuals to participate consistently (Bigdeli et al., 2020; Hernandez et al., 2013).

However, limitations must be acknowledged. The intervention period may have been too short to induce adaptations in static balance. The sample was relatively small and geographically limited, reducing generalizability. Additionally, assessment tools such as the Stork Balance Test might not have been sensitive enough to detect subtle changes in static stability. Future research should employ more sensitive instruments (e.g., force platforms), longer training durations, and more diverse participant groups. Furthermore, combining functional exercises with static balance-specific drills may optimize overall outcomes.

In conclusion, this study confirms that functional training significantly enhances dynamic balance in elderly men, supporting its recommendation as an effective and practical exercise modality for fall prevention and independence preservation. While static balance did not improve significantly, integrating targeted static balance tasks may further strengthen results. Overall, functional training emerges as a safe, applicable, and beneficial approach to improving stability, reducing fall risk, and enhancing quality of life in aging male populations.

Conflict of Interest

There is no conflict of interest in conducting the present study.

Acknowledgments

We sincerely thank all the elderly participants who, despite the numerous challenges we faced, supported us in completing this research.

Authors' Contributions

All authors played an equal role in writing this article.

Ethical Considerations

This study was conducted in compliance with all ethical principles in human research.

Data Transparency

The data and sources used in this study will be made available upon request from the corresponding author, in compliance with copyright regulations.

Funding

The authors declare that no financial support was received for the research and/or publication of this article.



تاثیر تمرینات فانکشنال بر شاخص‌های تعادلی مردان سالمند

ابراهیم شعبانی ازدینی^۱، مریم فرآیین^{۲*}، سحر بیک^۳

۱. گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم اجتماعی دانشگاه بین المللی امام خمینی، قزوین، ایران

۲. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد خوی، دانشگاه آزاد اسلامی، خوی، ایران

۳. گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم اجتماعی دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

*ایمیل نویسنده مسئول: mfarraeen@yahoo.com

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله

پژوهشی/اصیل

نحوه استناد به این مقاله:

شعبانی ازدینی، ابراهیم، فرآیین، مریم، و بیک، سحر. (۱۴۰۴). تاثیر تمرینات فانکشنال بر شاخص‌های تعادلی مردان سالمند. طول عمر، ۳(۱)، ۱-۱۵.



© ۱۴۰۴ 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 مطالعه تعیین تاثیر تمرینات فانکشنال بر تعادل ایستا و پویای مردان سالمند انجام شد. در این پژوهش نیمه تجربی ۲۶ مرد سالمند سالم آسایشگاه سالمندان شهر قزوین که داوطلب شرکت در پژوهش بودند به طور هدفمند انتخاب شده و در دو گروه تجربی (۱۸ نفر) و کنترل (۱۷ نفر) قرار گرفتند. گروه تجربی به مدت ۸ هفته و هر هفته سه جلسه در برنامه تمرین فانکشنال شرکت نمودند. تعادل ایستا و پویای آزمودنی‌ها با استفاده از آزمون‌های تعادلی لک و لک و زمان برخاستن و رفتن در دو مرحله قبل و بعد از ۸ هفته ارزیابی شدند. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از آزمون‌های تی زوجی و تی مستقل انجام گرفت. پس از اجرای برنامه تمرین فانکشنال تعادل پویا در گروه تجربی به طور معناداری افزایش یافت ($p=0/00$)، اما در تعادل ایستا تغییر معناداری ایجاد نشد ($p=0/00$). به نظر می‌رسد تمرینات فانکشنال منظم موجب بهبود تعادل پویا در سالمندان می‌شود، بنابراین به عنوان یک شیوه تمرینی مناسب برای افزایش تعادل توصیه می‌شود.

کلیدواژگان: تعادل/ایستا؛ تعادل پویا؛ مردان سالمند سالم؛ تمرین هوازی

مقدمه

افزایش سن، پدیده‌ای طبیعی و اجتناب‌ناپذیر است که با مجموعه‌ای از تغییرات فیزیولوژیکی و آناتومیکی تدریجی در بدن انسان همراه می‌شود. این تغییرات، در کنار عوامل محیطی و سبک زندگی، می‌توانند منجر به کاهش تدریجی و چشمگیر توانایی‌های حرکتی و عملکردی شوند (Alfieri et al., 2010). یکی از مهم‌ترین و حساس‌ترین این توانایی‌ها، حفظ تعادل است که نقش محوری در انجام فعالیت‌های روزمره و حفظ استقلال فردی در دوران سالمندی ایفا می‌کند (de Oliveira et al., 2014). کاهش یا اختلال در تعادل، نه تنها بر کیفیت زندگی سالمندان تأثیرات منفی و مخربی می‌گذارد، بلکه به طور قابل توجهی خطر بروز سقوط و پیامدهای ناگوار ناشی از آن را به شدت افزایش می‌دهد (Kang et al., 2015). این پیامدها می‌توانند شامل آسیب‌های جدی مانند شکستگی‌های استخوانی (به ویژه شکستگی لگن و ستون فقرات)، آسیب‌های سر، و حتی در موارد شدیدتر، ناتوانی دائم یا مرگ و میر باشند (Youssef & Abd elhameed Shanb, 2016). سقوط در سالمندان، به عنوان یکی از مهم‌ترین چالش‌های سلامت عمومی در سطح جهانی شناخته می‌شود و علاوه بر ایجاد رنج و درد برای فرد، بار مالی قابل توجهی را نیز بر سیستم‌های بهداشتی، درمانی و اجتماعی تحمیل می‌کند (Sousa et al., 2011). با توجه به روند رو به رشد جمعیت سالمند در اکثر کشورهای جهان، اهمیت یافتن و اجرای راهکارهای مؤثر و پایدار برای بهبود و حفظ تعادل در مردان سالمند، به یک ضرورت انکارناپذیر تبدیل شده است. تعادل^۱، به عنوان توانایی حفظ و کنترل مرکز ثقل بدن در محدوده تکیه‌گاه، یک فرآیند پیچیده عصبی-عضلانی است که از هماهنگی دقیق بین سه سیستم حسی اصلی شامل سیستم بینایی، سیستم دهلیزی^۲ (مسئول حفظ تعادل و جهت‌گیری فضایی) و سیستم حسی-پیکری (شامل گیرنده‌های حس عمقی در مفاصل و عضلات) نشأت می‌گیرد (Ferraresi et al., 2015; Karóczy et al., 2014). با گذر زمان و افزایش سن، تغییرات طبیعی در این سیستم‌ها رخ می‌دهد؛ به عنوان مثال، کاهش وضوح بینایی، کاهش تعداد نورون‌ها در سیستم دهلیزی، و کاهش حس عمقی در اندام‌ها، همگی می‌توانند به تدریج بر توانایی بدن در حفظ تعادل تأثیر منفی بگذارند (Means et al., 2005). علاوه بر این، کاهش قدرت عضلانی، به ویژه در عضلات اصلی اندام تحتانی (مانند عضلات چهارسر ران و همسترینگ) و عضلات تنه، کاهش انعطاف‌پذیری مفاصل، کاهش سرعت واکنش حرکتی، و اختلال در پردازش اطلاعات حسی در مغز، از دیگر عواملی هستند که به طور مستقیم بر تعادل سالمندان تأثیر می‌گذارند و آن‌ها را در معرض خطر سقوط قرار می‌دهند (Berg, 1989; Giné-Garriga et al., 2014). تحقیقات متعدد به وضوح نشان داده‌اند که مشکلات تعادلی در سالمندان به طور مستقیم با کاهش قابل توجه در انجام فعالیت‌های روزمره، افزایش ترس از سقوط (که خود منجر به کاهش فعالیت و چرخه معیوب کاهش تعادل می‌شود)، انزوا و در نهایت کاهش چشمگیر کیفیت زندگی مرتبط است (Cadore et al., 2013; Zhang et al., 2014). پیامدهای سقوط فراتر از آسیب‌های فیزیکی است؛ این حوادث می‌توانند منجر به از دست دادن اعتماد به نفس، ترس از حرکت، وابستگی بیشتر به دیگران، و در موارد شدیدتر، نیاز به بستری شدن طولانی‌مدت در بیمارستان یا مراکز نگهداری سالمندان و از دست دادن کامل استقلال فردی شوند (Iwamoto et al., 2009; Shigematsu & Okura, 2006). بنابراین، طراحی و اجرای مداخلات هدفمند که بتوانند تعادل را در سالمندان بهبود بخشند، نه تنها سلامت جسمانی آنها را ارتقا می‌دهند، بلکه استقلال، اعتماد به نفس، مشارکت اجتماعی، و کیفیت زندگی آنها را نیز به طور چشمگیری افزایش خواهند داد. در پاسخ به چالش‌های مرتبط با تعادل و سقوط در سالمندان، انواع مختلفی از برنامه‌های ورزشی مورد مطالعه و ارزیابی قرار گرفته‌اند. این برنامه‌ها شامل تمرینات مقاومتی با هدف افزایش قدرت عضلانی (Bigdeli et al., 2020; Donath et al., 2016)، تمرینات هوازی برای بهبود استقامت قلبی-عروقی و عملکرد کلی (Hernandes et al., 2013)، تمرینات تعادلی سنتی که بر حفظ وضعیت بدن تمرکز دارند

¹ . Balance

² . Vestibular system

(Yu et al., 2013) (exergaming) و حتی مداخلات پیشرفته‌تری مانند تمرینات مبتنی بر واقعیت مجازی (Gomeñuka et al., 2019)، و با این حال، یکی از رویکردهای نوین و به‌ویژه مؤثر که در سال‌های اخیر توجه فزاینده‌ای را به خود جلب کرده است، تمرینات فانکشنال (Functional Training) است. تمرینات فانکشنال، برخلاف بسیاری از تمرینات سنتی که ممکن است بر جداسازی و تقویت یک عضله خاص تمرکز کنند، بر شبیه‌سازی دقیق و بازسازی حرکات و الگوهای حرکتی‌ای تمرکز دارند که افراد در زندگی روزمره خود انجام می‌دهند (Taheri et al., 2019). هدف اصلی این تمرینات، تقویت عضلات و الگوهای حرکتی مورد نیاز برای انجام فعالیت‌های ضروری مانند بلند شدن از صندلی، حمل کیسه‌های خرید، بالا رفتن از پله‌ها، و حفظ تعادل در حین راه رفتن روی سطوح ناهموار یا در مواجهه با اختلالات پیش‌بینی نشده است (de Souza Santos et al., 2011). این نوع تمرینات به صورت ترکیبی و چند مفصلی انجام می‌شوند و به جای تمرکز بر یک عضله، سیستم عصبی-عضلانی¹ را به صورت جامع آموزش می‌دهند تا بدن بتواند به طور مؤثرتری در محیط‌های پویا و چالش‌برانگیز واکنش نشان دهد و هماهنگی بین سیستم‌های مختلف را بهبود بخشد (Ramezani et al., 2021). ماهیت جامع و کاربردی تمرینات فانکشنال، آن‌ها را به گزینه‌ای بسیار مناسب و منطقی برای بهبود شاخص‌های تعادلی در سالمندان تبدیل می‌کند (Shigematsu et al., 2002). به عنوان مثال، تمریناتی مانند اسکات (بلند شدن از صندلی)، لانژ (حرکت گامی به جلو)، پرس سینه ایستاده (تقلید حرکت هل دادن در زندگی روزمره)، و حرکات چرخشی تنه، همگی الگوهای حرکتی طبیعی را تقلید می‌کنند و در حین انجام آن‌ها، به طور همزمان قدرت عضلانی، انعطاف‌پذیری مفاصل، و هماهنگی عصبی-عضلانی افزایش می‌یابد (Seco et al., 2013). مطالعات اولیه نشان داده‌اند که برنامه‌های تمرینات فانکشنال می‌توانند به بهبود قابل توجهی در شاخص‌های تعادلی ایستا (مانند توانایی حفظ تعادل در یک پا یا ایستادن بدون کمک) و شاخص‌های تعادلی پویا (مانند توانایی راه رفتن در مسیرهای پرمانع یا واکنش به اختلالات تعادلی ناگهانی) کمک کنند (Ballesta-García et al., 2019). علاوه بر این، این تمرینات می‌توانند به بهبود حس عمقی (آگاهی از موقعیت بدن در فضا) و افزایش سرعت واکنش فرد به اختلالات تعادلی ناگهانی کمک کرده و در نتیجه، به طور مستقیم خطر سقوط را کاهش دهند (Ballesta-García et al., 2019). با وجود حجم قابل توجهی از تحقیقات در زمینه تأثیر انواع مختلف تمرینات ورزشی بر تعادل در سالمندان، بررسی‌های سیستماتیک و متاآنالیزهای اخیر حاکی از آن است که هنوز نیاز به مطالعات بیشتری با طراحی‌های کنترل‌شده تصادفی و نمونه‌های بزرگتر برای ارزیابی دقیق‌تر اثربخشی برنامه‌های تمرینات فانکشنال بر شاخص‌های تعادلی خاص در جمعیت مردان سالمند وجود دارد (Ogwumike & Tijani, 2011; Podsiadlo & Richardson, 1991). در حالی که برخی مطالعات به صورت کلی به تأثیر تمرینات فانکشنال بر آمادگی جسمانی عمومی و کیفیت زندگی سالمندان پرداخته‌اند (Sadeghi et al., 2008)، تعداد نسبتاً کمی از آن‌ها به طور خاص و عمیق بر تأثیر این نوع تمرینات بر شاخص‌های تعادلی ایستا و پویا در مردان سالمند سالم متمرکز شده‌اند. از آنجایی که تفاوت‌های جنسیتی در پاسخ به تمرینات ورزشی و همچنین در الگوهای بروز سقوط و آسیب‌های ناشی از آن مشاهده می‌شود، تمرکز بر یک گروه جنسیتی خاص (مردان) برای دستیابی به نتایج دقیق‌تر و کاربردی‌تر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بنابراین، هدف از این مطالعه، بررسی تأثیر یک دوره مشخص از تمرینات فانکشنال بر شاخص‌های تعادلی ایستا و پویا در مردان سالمند سالم بود. این تحقیق در تلاش است تا با ارائه شواهد علمی مستدل، نقش تمرینات فانکشنال را به عنوان یک راهکار مؤثر، ایمن و قابل اجرا برای بهبود تعادل، پیشگیری از سقوط و در نهایت، ارتقای استقلال و کیفیت زندگی در جمعیت مردان سالمند تبیین کند. نتایج حاصل از این مطالعه می‌تواند به متخصصان سلامت، فیزیوتراپیست‌ها و برنامه‌ریزان ورزشی کمک کند تا برنامه‌های ورزشی مناسب‌تر و هدفمندتری را برای این گروه سنی مهم تدوین کنند و گامی مهم در جهت حفظ سلامت و افزایش طول عمر با کیفیت در دوران سالمندی باشد.

¹. Neuromuscular system

روش پژوهش

این مطالعه به روش نیمه تجربی در آسایشگاه سالمندان شهر قزوین انجام شد، جامعه مورد پژوهش در این تحقیق ۲۰۰ مرد سالمند (۶۵-۷۵) سال بود که از این تعداد ۳۵ نفر که مایل به شرکت در پژوهش بودند به طور هدفمند انتخاب شده و به صورت تصادفی در دو گروه ۱۷ نفر کنترل و ۱۸ نفر تجربی قرار گرفتند. گروه تجربی در برنامه ورزشی به مدت ۸ هفته و هفته‌ای ۳ جلسه تمرینات فانکشنال شامل گرم کردن، قسمت اصلی تمرینات فانکشنال (نشستن و بلند شدن از صندلی، اسکات با وزن بدن، لانژ قدم به جلو)، سرد کردن، در باشگاه ورزشی نزدیک آسایشگاه شرکت می‌کردند که خود محقق با همکاری یک مربی دیگر بر تمرینات نظارت کامل داشتند (جدول ۱). همچنین از پرسشنامه ثبت اطلاعات فردی جهت کنترل سایر معیارهای ورود استفاده شد که این معیارها شامل استقلال در انجام کارهای روزمره، فقدان مشکل دید و نبود سابقه زمین خوردن در یک سال گذشته، نداشتن دررفتگی مفصلی یا مشکل آرتریت مزمن و همچنین نداشتن سرگیجه بود که در صورت داشتن مشکلات مذکور از مطالعه حذف می‌شدند. همچنین سلامتی عمومی بدن از قبیل عدم وجود بیماری‌های قلبی، دیابت، مشکلات تنفسی، فشارخون، مشکلات ارگانیک در اندام‌ها بررسی گردید و مجوز صحت سلامتی از پزشک مخصوص خانه سالمندان صادر شد. یک روز قبل از شروع تمرینات، تعادل ایستا و پویای آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. تعادل ایستا توسط آزمون لک لک^۱ که سطح اعتبار آزمون ۰/۸۷ بیان شده است (Johnson & Nelson, 1969) مورد آزمون قرار گرفت. در این آزمون، آزمودنی بدون کفش و با چشمان باز روی سطح صاف به صورتی که دست‌ها را روی مفصل ران گذاشته، پای غیر تکیه‌گاه (پای برتر) را مجاور زانوی پای تکیه‌گاه (پای غیر برتر) قرار می‌دهد. پاشنه را بلند کرده تا تعادل را روی انگشتان پا، برقرار سازد. مدت زمانی که آزمودنی بتواند این حالت را حفظ کند به عنوان امتیاز او محاسبه می‌شود. با هر کدام از خطاهای (دست‌ها از روی ران برداشته شوند، پای تکیه‌گاه در هر جهتی نوسان کند، پای غیر تکیه‌گاه تماسش را با زانو از دست بدهد، پاشنه پای تکیه‌گاه زمین را لمس کند) کرنومتر متوقف می‌شود (Ogwumike & Tijani, 2011). از آزمون زمان برخاستن و رفتن به منظور اندازه‌گیری تعادل پویا استفاده شد که دارای پایایی ۰/۹۹ و روایی ۰/۸۱ است (Podsiadlo & Richardson, 1991) و خطر افتادن را نیز پیش بینی می‌کند (Sadeghi et al., 2008). اجرای این آزمون نیازمند این است که هر آزمودنی بدون استفاده از دست‌های خود از روی یک صندلی بدون دسته برخاسته، پس از طی کردن یک مسیر سه متری بازگردد و دوباره روی صندلی بنشیند (Liu-Ambrose et al., 2004). در حین اجرای آزمون، آزمودنی‌ها دست‌ها را به حالت ضربدر روی سینه قرار دادند. از آزمودنی‌ها خواسته شد در سریع‌ترین حالت ممکن و بدون دویدن این عمل را تکمیل کنند. به منظور آشنایی با آزمون، هر کدام از آزمودنی‌ها قبل از انجام آزمون چند بار آن را تمرین کردند. سپس هر آزمودنی دو بار آزمون را اجرا کرد و زمان او ثبت گردید. بهترین زمان فرد در این دو آزمون به عنوان رکورد او در محاسبه وارد شد (Rogers et al., 2003). در این آزمون زمان کمتر نشانه عملکرد بهتر است. روش‌های آماری مورد استفاده پس از طبیعی بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف، برای مقایسه تغییرات درون گروهی از آزمون تی زوجی و برای مقایسه تغییرات دو گروه با یکدیگر از آزمون تی مستقل استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نسخه نوزدهم نرم‌افزار SPSS انجام گرفت و سطح معنی داری نیز کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

1. Stork

جدول ۱

پروتکل تمرینات ورزشی فانکشنال

هفته	تعداد جلسات	شدت تمرین	مدت گرم کردن	نشستن و بلند شدن از صندلی	اسکات با وزن بدن	لانژ قدم به جلو	مدت سرد کردن
۱	۳	۶۰٪ ضربان قلب بیشینه	۱۰ دقیقه	۳ ست، ۵ تکرار	۳ ست، ۷ تکرار	۳ ست، ۶ تکرار	۱۰ دقیقه
۲	۳	۶۰٪ ضربان قلب بیشینه	۱۰ دقیقه	۳ ست، ۷ تکرار	۳ ست، ۷ تکرار	۳ ست، ۶ تکرار	۱۰ دقیقه
۳	۳	۶۰٪ ضربان قلب بیشینه	۱۰ دقیقه	۳ ست، ۸ تکرار	۳ ست، ۸ تکرار	۳ ست، ۶ تکرار	۱۰ دقیقه
۴	۳	۶۰٪ ضربان قلب بیشینه	۱۰ دقیقه	۳ ست، ۹ تکرار	۳ ست، ۸ تکرار	۳ ست، ۷ تکرار	۱۰ دقیقه
۵	۳	۶۵٪ ضربان قلب بیشینه	۱۰ دقیقه	۳ ست، ۱۰ تکرار	۳ ست، ۹ تکرار	۳ ست، ۸ تکرار	۱۰ دقیقه
۶	۳	۶۵٪ ضربان قلب بیشینه	۱۰ دقیقه	۳ ست، ۱۰ تکرار	۳ ست، ۹ تکرار	۳ ست، ۹ تکرار	۱۰ دقیقه
۷	۳	۶۵٪ ضربان قلب بیشینه	۱۰ دقیقه	۳ ست، ۱۰ تکرار	۳ ست، ۱۰ تکرار	۳ ست، ۱۰ تکرار	۱۰ دقیقه
۸	۳	۶۵٪ ضربان قلب بیشینه	۱۰ دقیقه	۳ ست، ۱۰ تکرار	۳ ست، ۱۰ تکرار	۳ ست، ۱۰ تکرار	۱۰ دقیقه

یافته‌ها

نتایج آزمون تی مستقل اختلاف معنی داری بین متغیرهای سن، قد و وزن دو گروه نشان نداد ($P > 0.05$) که مبین همگن بودن دو گروه از نظر ویژگی فردی اثرگذار بر تعادل و راه رفتن بود. جدول ۲ ویژگی‌های آزمودنی‌های دو گروه تجربی و کنترل را نشان می‌دهد.

جدول ۲

ویژگی‌های آزمودنی‌ها به تفکیک گروه (انحراف استاندارد $\pm$ میانگین)

سن (سال)	قد (سانتیمتر)	وزن (کیلوگرم)
گروه تجربی	168.64 ± 10.8	69.45 ± 19
گروه کنترل	170.35 ± 4.9	68.21 ± 23

نتایج آزمون کلموگروف-اسمیرنوف حاکی از نرمال بودن توزیع داده‌های کمی بود. بنابراین در آنالیز این داده‌ها از روش‌های پارامتریک استفاده شد. نتایج آزمون تی همبسته نشان داد که در آزمون تعادل ایستا، در گروه تجربی بین پیش آزمون و پس آزمون اختلاف معنی داری وجود ندارد ($p = 0.36$) ولی در گروه کنترل ($p = 0.01$) که اختلاف معنی داری بین پیش آزمون و پس آزمون وجود داشت. همچنین نتایج تی مستقل بین گروه کنترل و گروه تجربی در پیش آزمون ($p = 0.04$) و در پس آزمون ($p = 0.86$) بود، که اختلافی مشاهده نشد (جدول ۳).

جدول ۳

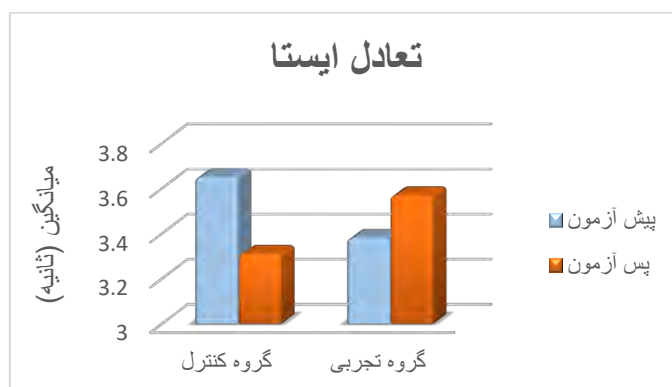
نتایج آزمون تی همبسته و مستقل برای تعادل ایستا

p	پس آزمون	پیش آزمون
0.01^*	3.31 ± 0.75	3.65 ± 0.71
0.36	3.57 ± 0.78	3.38 ± 0.59
p	0.86	0.04

*معنی داری در سطح ۰/۰۵

شکل ۱

مقایسه پیش و پس آزمون تعادل ایستا



نتایج آزمون تی همبسته نشان داد که در آزمون تعادل پویا، در گروه تجربی بین پیش آزمون و پس آزمون اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($p=0/00$) ولی در گروه کنترل ($p=0/138$) که اختلاف معنی‌داری بین پیش آزمون و پس آزمون وجود نداشت. همچنین نتایج تی مستقل بین گروه کنترل و گروه تجربی در پیش از آزمون ($p=0/41$)، که اختلافی مشاهده نشد و در پس از آزمون ($p=0/00$) است، که اختلاف معنی‌دار بود (جدول ۴).

جدول ۴

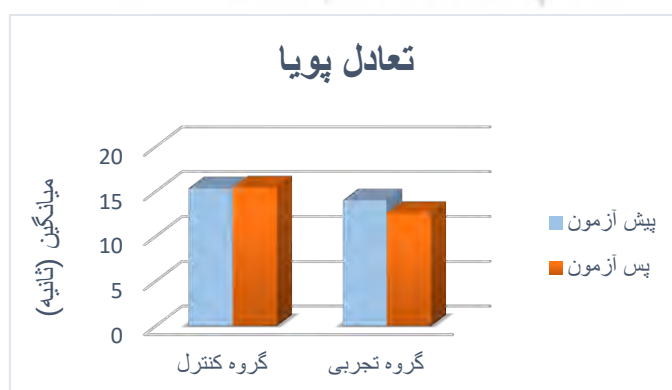
نتایج آزمون تی همبسته و مستقل برای تعادل پویا

p	پس آزمون	پیش آزمون	
0/138	15/47 ± 3/38	15/36 ± 1/44	گروه کنترل
0/00*	12/62 ± 1/83	14/02 ± 1/80	گروه تجربی
	0/00*	0/41	p

* معنی‌داری در سطح 0/05

شکل ۲

مقایسه پیش و پس آزمون تعادل پویا



بحث و نتیجه‌گیری

هدف از مطالعه حاضر، بررسی تأثیر یک دوره تمرینات فانکشنال بر شاخص‌های تعادلی ایستا و پویا در مردان سالمند بود. نتایج این تحقیق نشان داد که پس از اجرای برنامه تمرین فانکشنال، تعادل پویا در گروه تجربی به طور معناداری افزایش یافت ($p=0.00$)، در حالی که در تعادل ایستا تغییر معناداری ایجاد نشد ($p=0.00$). این یافته‌ها، بینش‌های مهمی را در مورد اثربخشی تمرینات فانکشنال در بهبود جنبه‌های خاصی از تعادل در سالمندان ارائه می‌دهد و نیاز به تحلیل عمیق‌تر دارد. افزایش معنی‌دار در تعادل پویا پس از اجرای برنامه تمرین فانکشنال، با نتایج بسیاری از مطالعات پیشین همسو است (Bigdeli et al., 2020; Hernandes et al., 2013). تمرینات فانکشنال ذاتاً بر الگوهای حرکتی‌ای تمرکز دارند که پویایی و حرکت را شامل می‌شوند، نظیر اسکات، لانژ، ست‌آپ روی پله، راه رفتن در مسیرهای پرمناغ، و حرکات چرخشی (de Souza Santos et al., 2011; Taheri et al., 2019). این حرکات، سیستم‌های حسی-حرکتی دخیل در تعادل پویا، از جمله حس عمقی، قدرت عضلانی در اندام تحتانی، سرعت واکنش، و هماهنگی بین عضلات را به چالش می‌کشند و تقویت می‌کنند (Ballesta-García et al., 2019; Seco et al., 2013). بهبود این عوامل می‌تواند به سالمندان کمک کند تا در حین انجام فعالیت‌های روزمره که مستلزم حرکت و تغییر وضعیت بدن است (مانند راه رفتن، چرخیدن، و غلبه بر موانع)، ثبات بیشتری داشته باشند و خطر سقوط ناشی از اختلالات ناگهانی تعادلی را کاهش دهند (Johnson & Nelson, 1969). مطالعه فراریس^۱ و همکاران (Ferraresi et al., 2015) و مینز^۲ و همکاران (Means et al., 2005) نیز بهبود عملکرد تعادلی را پس از مداخلات ورزشی نشان داده‌اند که تا حدودی با ماهیت فانکشنال برنامه حاضر همپوشانی دارد. همچنین، گومنوکا^۳ و همکاران (Gomeñuka et al., 2019) نیز در مطالعه خود بهبود تعادل پویا را پس از تمرینات نوردی واکینگ که ماهیتی فانکشنال دارد، گزارش کردند. در مقابل، عدم مشاهده تغییر معنی‌دار در تعادل ایستا یک یافته قابل تأمل است. تعادل ایستا عمدتاً به توانایی حفظ وضعیت بدن بدون حرکت یا با حداقل حرکت در یک وضعیت ثابت اشاره دارد (Berg, 1989). در حالی که تمرینات فانکشنال ممکن است به طور غیرمستقیم بر ثبات هسته بدن و قدرت عضلانی که می‌توانند بر تعادل ایستا تأثیر بگذارند، اثرگذار باشند، اما تمرکز اصلی این نوع تمرینات بر حرکات دینامیک و الگوهای پیچیده است (Taheri et al., 2019). احتمالاً، برنامه تمرینی مورد استفاده در این مطالعه، به اندازه کافی بر چالش‌های خاص تعادل ایستا (مانند ایستادن طولانی مدت بدون حرکت یا در شرایط بینایی محدود) تأکید نداشته است. مطالعاتی نظیر کنگ^۴ و همکاران (Kang et al., 2015) و یوسف (Youssef & Abd elhameed Shanb, 2016) نیز به تفاوت در بهبود شاخص‌های تعادلی مختلف در پاسخ به انواع تمرینات اشاره کرده‌اند. شاید برای بهبود معنی‌دار تعادل ایستا، نیاز به گنجاندن تمرینات اختصاصی‌تری باشد که به طور مستقیم این جنبه از تعادل را هدف قرار دهند، مانند تمرینات ایستادن تک پا در شرایط مختلف (با چشمان بسته یا روی سطوح ناپایدار بدون حرکت) دی اولیویرا^۵ و همکاران (de Oliveira et al., 2014) نیز نشان دادند که انواع مختلف تمرینات، تأثیرات متفاوتی بر شاخص‌های تعادلی ایستا و پویا دارند، که این خود مهر تأییدی بر یافته‌های مطالعه حاضر است. این نتایج تا حدی با برخی مطالعاتی که بهبود هر دو نوع تعادل (ایستا و پویا) را پس از برنامه‌های تمرینی گزارش کرده‌اند، تفاوت دارد. به عنوان مثال، کادور^۶ و همکاران (Cadore et al., 2013) در یک مرور سیستماتیک، اثربخشی تمرینات مختلف بر تعادل در سالمندان را تأیید کردند.

1. Ferraresi

2. Means

3. Gomeñuka

4. Kang

5. de Oliveira

6. Cadore

کاروی^۱ و همکاران نیز در مطالعه آزمایشی خود، بهبود هر دو نوع تعادل را پس از تمرینات تعادلی فانکشنال در سالمندان گزارش کردند (Karóczy et al., 2014). این تفاوت‌ها ممکن است ناشی از عوامل مختلفی از جمله مدت زمان و شدت برنامه تمرینی، انتخاب تمرینات خاص، حجم تمرین، وضعیت اولیه سلامت و سطح فعالیت بدنی شرکت‌کنندگان، ابزارهای ارزیابی تعادل، و تفاوت‌های جنسیتی باشد (Giné-Garriga et al., 2014). اغلب مطالعاتی که بهبود تعادل ایستا را نیز گزارش کرده‌اند، به طور مشخص‌تر بر تمرینات تعادلی ایستا در کنار تمرینات فانکشنال تأکید داشته‌اند (Seco et al., 2013). اهمیت این تحقیق در آن است که به طور خاص بر مردان سالمند تمرکز کرده است. بسیاری از مطالعات بر جمعیت عمومی سالمندان یا زنان سالمند متمرکز بوده‌اند (de Oliveira et al., 2014). با توجه به تفاوت‌های احتمالی در پاسخ به تمرینات و الگوهای سقوط بین جنسیت‌ها، نتایج حاضر اطلاعات ارزشمندی را برای طراحی برنامه‌های ورزشی اختصاصی‌تر برای مردان فراهم می‌کند. همچنین، این مطالعه بر تأثیر تمرینات فانکشنال تأکید دارد که به دلیل شبیه‌سازی حرکات روزمره، از مقبولیت و کاربردی بودن بیشتری در زندگی واقعی برخوردارند و می‌توانند به افزایش مشارکت سالمندان در فعالیت‌های بدنی کمک کنند (Hernandes et al., 2013). بیگدلی و همکاران (Bigdely et al., 2020) و هرناندز و همکاران (Hernandes et al., 2013) نیز به جنبه‌های کاربردی و افزایش مشارکت در فعالیت‌های روزانه پس از تمرینات فانکشنال اشاره کرده‌اند. مطالعه حاضر نیز مانند هر تحقیق دیگری دارای محدودیت‌هایی است. عدم تغییر معنی‌دار در تعادل ایستا ممکن است به دلیل مدت زمان ناکافی برنامه تمرینی برای ایجاد تغییرات تطابقی در این جنبه از تعادل باشد، یا اینکه آزمون‌های مورد استفاده برای ارزیابی تعادل ایستا به اندازه کافی حساس نبوده‌اند تا تغییرات ظریف را تشخیص دهند. همچنین، محدودیت نمونه در یک گروه خاص (مردان سالمند سالم از یک منطقه خاص) ممکن است قابلیت تعمیم نتایج را محدود کند. برای تحقیقات آتی پیشنهاد می‌شود: ۱. طراحی پروتکل‌های تمرینی که به طور خاص هر دو جنبه تعادل ایستا و پویا را هدف قرار دهند، با تأکید بیشتر بر چالش‌های تعادل ایستا در صورت لزوم. ۲. استفاده از آزمون‌های تعادلی متنوع‌تر و حساس‌تر، از جمله پلتفرم‌های اندازه‌گیری نیروی واکنش زمین، برای ارزیابی دقیق‌تر تغییرات. ۳. انجام مطالعات با حجم نمونه بزرگ‌تر و گروه‌های متنوع‌تر از سالمندان (مثلاً با درجات مختلف از اختلال تعادل یا بیماری‌های همراه) برای افزایش قابلیت تعمیم نتایج. ۴. بررسی تأثیر طولانی‌مدت‌تر برنامه‌های تمرین فانکشنال بر حفظ تعادل و کاهش نرخ سقوط. ۵. بررسی مکانیسم‌های عصبی-عضلانی دقیق‌تر که منجر به بهبود تعادل پویا می‌شوند (مثلاً تغییرات در حس عمقی، سرعت هدایت عصبی، یا فعال‌سازی عضلانی). در مجموع، نتایج این مطالعه بر اثربخشی تمرینات فانکشنال در بهبود قابل توجه تعادل پویا در مردان سالمند تأکید می‌کند که می‌تواند نقش مهمی در پیشگیری از سقوط و ارتقای کیفیت زندگی این گروه سنی ایفا کند. با این حال، برای بهبود کامل‌تر تعادل و استقلال عملکردی، توجه به تمرینات خاص برای تعادل ایستا نیز ضروری به نظر می‌رسد.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافع وجود ندارد.

تشکر و قدردانی

محققان بر خود لازم می‌دانند از تمامی افرادی که با پژوهشگران همکاری صمیمانه‌ای داشتند، تشکر نمایند.

¹. Karóczy

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

موازین اخلاقی

این پژوهش با رعایت تمامی اصول اخلاق در پژوهش‌های انسانی انجام شده است.

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

- Alfieri, F. M., Riberto, M., Gatz, L. S., Ribeiro, C. P. C., Lopes, J. A. F., Santarém, J. M., & Battistella, L. R. (2010). Functional mobility and balance in community-dwelling elderly submitted to multisensory versus strength exercises. *Clinical Interventions in Aging*, 181-185.
- Ballesta-García, I., Martínez-González-Moro, I., Rubio-Arias, J. Á., & Carrasco-Poyatos, M. (2019). High-intensity interval circuit training versus moderate-intensity continuous training on functional ability and body mass index in middle-aged and older women: a randomized controlled trial. *International journal of environmental research and public health*, 16(21), 4205.
- Berg, K. (1989). Balance and its measure in the elderly: a review. *Physiotherapy Canada*, 41(5), 240-246.
- Bigdeli, S., Dehghaniyan, M. H., Amani-Shalamzari, S., Rajabi, H., & Gahreman, D. E. (2020). Functional training with blood occlusion influences muscle quality indices in older adults. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 90, 104110.
- Cadore, E. L., Rodríguez-Mañas, L., Sinclair, A., & Izquierdo, M. (2013). Effects of different exercise interventions on risk of falls, gait ability, and balance in physically frail older adults: a systematic review. *Rejuvenation research*, 16(2), 105-114.
- de Oliveira, M. R., da Silva, R. A., Dascal, J. B., & Teixeira, D. C. (2014). Effect of different types of exercise on postural balance in elderly women: a randomized controlled trial. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 59(3), 506-514.
- de Souza Santos, C. A., Dantas, E. E. M., & Moreira, M. H. R. (2011). Correlation of physical aptitude; functional capacity, corporal balance and quality of life (QoL) among elderly women submitted to a post-menopausal physical activities program. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 53(3), 344-349.
- Donath, L., Rössler, R., & Faude, O. (2016). Effects of virtual reality training (exergaming) compared to alternative exercise training and passive control on standing balance and functional mobility in healthy community-dwelling seniors: a meta-analytical review. *Sports medicine*, 46, 1293-1309. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0485-1>
- Ferraresi, J. R., Prata, M. G., & Scheicher, M. E. (2015). Assessment of balance and level of functional independence of elderly persons in the community. *Revista Brasileira De Geriatria E Gerontologia*, 18, 499-506.
- 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>
- Gomeñuka, N. A., Oliveira, H. B., Silva, E. S., Costa, R. R., Kanitz, A. C., Liedtke, G. V., Schuch, F. B., & Peyré-Tartaruga, L. A. (2019). Effects of Nordic walking training on quality of life, balance and functional mobility in elderly: A randomized clinical trial. *PLoS One*, 14(1), e0211472.

- Hernandes, N. A., Probst, V. S., Silva Jr, R. A. D., Januário, R. S., Pitta, F., & Teixeira, D. C. (2013). Physical activity in daily life in physically independent elderly participating in community-based exercise program. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 17, 57-63.
- Iwamoto, J., Suzuki, H., Tanaka, K., Kumakubo, T., Hirabayashi, H., Miyazaki, Y., Sato, Y., Takeda, T., & Matsumoto, H. (2009). Preventative effect of exercise against falls in the elderly: a randomized controlled trial. *Osteoporosis international*, 20, 1233-1240.
- Johnson, B. L., & Nelson, J. K. (1969). Practical measurements for evaluation in physical education.
- Kang, S.-J., Kim, J.-H., & Ko, K.-J. (2015). Effects of Aerobic, Resistance, Balance Exercise Program on Skeletal Muscle Index, Functional Fitness, and Health-Related Quality of Life in Frail Elderly Women. *The Official Journal of the Korean Academy of Kinesiology*, 17(4), 9-20.
- Karóczi, C. K., Mészáros, L., Jakab, Á., Korpos, Á., Kovács, É., & Gondos, T. (2014). The effects of functional balance training on balance, functional mobility, muscle strength, aerobic endurance and quality of life among community-living elderly people: a controlled pilot study. *New Medicine*.
- Liu-Ambrose, T., Khan, K. M., Eng, J. J., Janssen, P. A., Lord, S. R., & McKay, H. A. (2004). Resistance and agility training reduce fall risk in women aged 75 to 85 with low bone mass: A 6-month randomized, controlled trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, 52(5), 657-665.
- Means, K. M., Rodell, D. E., & O'Sullivan, P. S. (2005). Balance, mobility, and falls among community-dwelling elderly persons: effects of a rehabilitation exercise program. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 84(4), 238-250.
- Ogwumike, O., & Tijani, A. (2011). Balance performance of professional footballers with long-term lower limb musculoskeletal injury. *African Journal of Physiotherapy and Rehabilitation Sciences*, 3(1), 23-27.
- Podsiadlo, D., & Richardson, S. (1991). The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc*, 39(2), 142-148. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1991.tb01616.x>
- Ramezani, S., Biniiaz, S. A., Yaghoubi, M., & Asadollahi, N. (2021). The effect of selected pilates exercises on balance, blood pressure, and body composition of inactive healthy elderly women. *Journal of Vessels and Circulation*, 2(1), 17-26.
- Rogers, M. E., Rogers, N. L., Takeshima, N., & Islam, M. M. (2003). Methods to assess and improve the physical parameters associated with fall risk in older adults. *Preventive Medicine*, 36(3), 255-264.
- Sadeghi, H., Norouzi, H., Karimi Asl, A., & Montazer, M. (2008). Functional training program effect on static and dynamic balance in male able-bodied elderly. *Iranian Journal of Ageing*, 3(2), 565-571.
- Seco, J., Abecia, L. C., Echevarría, E., Barbero, I., Torres-Unda, J., Rodriguez, V., & Calvo, J. I. (2013). A long-term physical activity training program increases strength and flexibility, and improves balance in older adults. *Rehabilitation Nursing Journal*, 38(1), 37-47.
- Shigematsu, R., Chang, M., Yabushita, N., Sakai, T., Nakagaichi, M., Nho, H., & Tanaka, K. (2002). Dance-based aerobic exercise may improve indices of falling risk in older women. *Age and Ageing*, 31(4), 261-266.
- Shigematsu, R., & Okura, T. (2006). A novel exercise for improving lower-extremity functional fitness in the elderly. *Aging Clinical and Experimental Research*, 18, 242-248.
- Sousa, R. F. d., Gazzola, J. M., Ganança, M. M., & Paulino, C. A. (2011). Correlation between the body balance and functional capacity from elderly with chronic vestibular disorders. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 77, 791-798.
- Taheri, M., Irandoust, K., & Moddaberi, S. (2019). The effects of weight-bearing exercise on postural control and fatigue index of elderly males. *International Archives of Health Sciences*, 6(4), 122-125. https://doi.org/10.4103/iahs.iahs_22_19
- Youssef, E. F., & Abd elhameed Shanb, A. (2016). Supervised versus home exercise training programs on functional balance in older subjects. *The Malaysian journal of medical sciences: MJMS*, 23(6), 83.
- Yu, W., An, C., & Kang, H. (2013). Effects of resistance exercise using thera-band on balance of elderly adults: a randomized controlled trial. *Journal of Physical Therapy Science*, 25(11), 1471-1473.
- Zhang, L., Weng, C., Liu, M., Wang, Q., Liu, L., & He, Y. (2014). Effect of whole-body vibration exercise on mobility, balance ability and general health status in frail elderly patients: a pilot randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 28(1), 59-68.