Scientific Journal of
Rehabilitation Medicine

May and June 2023. Volume 12. Num 2

Research Paper

Effect of a Virtual Reality-based Exercise Program on Balance and Risk of Falling in Older Women

Arezoo Heydari MorchehKhorti[1], ***Abdolrasoul Daneshjoo**[2]

1. Department of Physical Education and Sport Sciences, Islamic Azad University Science and Research Branch, Tehran, Iran.
2. Department of Physical Education and Sport Sciences, East Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation Heydari MorchehKhorti A, Daneshjoo A. [Effect of a Virtual Reality-based Exercise Program on Balance and Risk of Falling in Older Women (Persian)]. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2023; 12(2):246-257. https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.2.3

https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.2.3

CC BY NC

ABSTRACT

Background and Aims This study aims to investigate the effect of a virtual reality-based exercise program on static and dynamic balance and the risk of falling in older women.

Methods The study population consists of all older women in Tehran, Iran (Mean±SD age=64.96±0.34 years, height=163.16±0.67 cm, and body mass index=64.27±4.91 Kg/m^2). Of these, 30 women were selected by a convenience sampling method based on the inclusion criteria and were randomly divided into two groups of exercise (n=15) and control (n=15). Their static and dynamic balances were assessed by Biodex balance system and their risk of falling was measured by the dynamic gait index. The women in the exercise group performed balance exercises based on virtual reality for six weeks (Three sessions per week, each for 30-45 minutes). Finally, the obtained data were analyzed by statistical tests such as t-test and analysis of covariance in SPSS software, version 21. The significance level was set at 0.05.

Results Six weeks of virtual reality-based exercises had a positive and significant effect on static and dynamic balance and the risk of falling in older women (P=0.001).

Conclusion The exercises based on virtual reality can improve static and dynamic balance and reduce the risk of falling in aged women which are recommended to prevent balance disorders and its adverse outcomes in these women.

Keywords Balance, Virtual reality, Fall, Elderly

Received: 25 Jun 2021
Accepted: 11 Dec 2021
Available Online: 21 May 2023

Corresponding Author:
Abdolrasoul Daneshjoo, PhD.
Address: Department of Biomechanics and Corrective Exercises, Faculty of Humanities Science, East Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
Tel: +98 (21) 33584335
E-Mail: phdanesh@yahoo.com

Scientific Journal of
Rehabilitation Medicine

Extended Abstract

Introduction

Aging is a normal stage of life which is associated with changes in skeletal, vestibular, sensory, and visual systems which are known as the physiological system involved in balance. As a result, the elderly are at risk of serious injuries due to their disability. These changes threaten the quality of life (QoL) of older people. The important problems in old age are balance impairment, increased falling, and fear of falling. Falling is one of the most important consequences of reduced performance in the elderly, which is associated with impairment of their ability to perform daily activities. Fear of falling endangers the QoL, impairs mobility, and reduces social interactions. Balance is an integral part of all daily activities and complex motor skills. It provides the body's postural dynamics to prevent falls. Balance is a multifactorial ability that is affected by strength, proprioception, and reaction time. Different studies have reported the positive effects of exercise on health promotion and various factors of physical fitness in the elderly, including balance. Various studies have examined the effects of various exercises, including strength training, aerobic training, endurance training, balance training, proprioceptive training, and flexibility training on the balance of middle-aged and older people, but there is no consensus on which of these exercises has the greatest impact on improving and developing the static, dynamic, and functional balance of these people.

Virtual reality is a new technology that emphasizes natural interaction between people and virtual environment. This technology has the potential to increase the quality of life and improve the health and functional abilities of the elderly to perform a wide range of daily activities. In this regard, some studies have been conducted on the effect of virtual reality-based exercises on upper and lower limbs in the elderly with movement problems, and have emphasized the usefulness of these exercises in the rehabilitation of the elderly. In the elderly who play video games, studies have reported the improvement of response time, cognitive function, visual-motor coordination, attention, and concentration. However, there is scant research on the use of virtual reality-based balance exercises to prevent falls in the elderly. Therefore, this study aims to assess the effect of virtual reality-based exercises on balance and risk of falls in older women.

Materials and Methods

The study population consists of all older women in Tehran, Iran (Mean±SD age=64.96±0.34 years, height=163.16±0.67 cm, and body mass index=64.27±4.91 Kg/m^2). Of these, 30 women were selected by a convenience sampling method based on the inclusion criteria and were randomly divided into two groups of exercise (n=15) and control (n=15). Their static and dynamic balances were assessed by Biodex balance system and their risk of falling was measured by the dynamic gait index. The women in the exercise group performed balance exercises based on virtual reality for six weeks (Three sessions per week, each for 30-45 minutes). Finally, the obtained data were analyzed by statistical tests such as t-test and analysis of covariance in SPSS software, version 21. The significance level was set at 0.05

Results

Six weeks of virtual reality-based exercises had a positive and significant effect on static and dynamic balance and the risk of falls in older women (P=0.001).

Conclusion

The results of the present study showed that exercises based on virtual reality could improve static and dynamic balance and reduced the risk of falls in older women. Therefore, this intervention is recommended for this group to avoid their balance disorders and its outcomes. Virtual reality-based exercises have the ability to simultaneously develop and improve strength, proprioception, and reaction time by facilitating the action of large and fast-twitch muscles, increasing muscle coordination, and stimulating neuromuscular systems. Major reasons for improved static and dynamic balance include the increase in exercise-induced neural adaptations, fitness, strength and range of motion, aerobic status, mental status, and neuromuscular control.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All ethical principles such as obtaining informed consent from the participants, confidentiality of their information, and allowing them to leave the study were considered in this study. Ethical approval was obtained from the Research Ethics Committee of the Science and Research, Islamic Azad university (Code: IR.IAU.SRB.REC.1400.109).

Funding

This article was extracted from the Master's thesis of Arezoo Heydari MorchehKhorti, approved by the Department of Physical Education and Sport Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University.

Authors' contributions

The authors contributed equally to preparing this article.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors would like to thank all participants for their cooperation.

مقاله پژوهشی

تأثیر تمرینات مبتنی بر واقعیت مجازی بر تعادل و خطر سقوط زنان سالمند

آرزو حیدری مورچه خورتی[۱]، *عبدالرسول دانشجو[۲]

۱. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد علوم تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۲. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد تهران شرق، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

Use your device to scan and read the article online

Citation Heydari MorchehKhorti A, Daneshjoo A. [Effect of a Virtual Reality-based Exercise Program on Balance and Risk of Falling in Older Women (Persian)]. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2023; 12(2):246-257. https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.2.3

https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.2.3

CC BY

چکیده

مقدمه و اهداف زمین افتادن یا سقوط به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مشکلات سالمندی مطرح شده است. هدف از این تحقیق بررسی تأثیر تمرینات تعادلی مبتنی بر واقعیت مجازی بر تعادل ایستا و پویا و خطر سقوط زنان سالمند بود.

مواد و روش‌ها جامعه آماری این تحقیق کلیه سالمندان زن با میانگین سنی ۶۴/۹۶±۰/۳۴ و میانگین قد ۱۶۳/۱۶±۰/۶۷ سانتی‌متر و میانگین جرم بدن ۶۴/۲۷±۴/۹۱ کیلوگرم شهر تهران بودند. تعداد ۳۰ نفر که به‌صورت دردسترس و هدفمند و براساس معیارهای ورود و خروج انتخاب شدند. سپس به‌صورت تصادفی در دو گروه (۱۵ نفر گروه آزمایش و ۱۵ نفر گروه کنترل) تقسیم‌بندی شدند. در پیش‌آزمون، تعادل ایستا و پویای آزمودنی‌ها توسط دستگاه تعادل سنج بایودکس و خطر سقوط بوسیله آزمون شاخص راه رفتن پویا سنجیده شد. آزمودنی‌های گروه آزمایش به‌مدت ۶ هفته (هفته‌ای ۳ جلسه و هر جلسه ۳۰ الی ۴۵ دقیقه) به تمرینات مبتنی بر واقعیت مجازی پرداختند. در پایان، از کلیه آزمودنی‌ها پس‌آزمون گرفته شد و داده های به‌دست‌آمده توسط آزمون‌های تی زوجی و تحلیل کوواریانس با نسخه ۲۱ نرم‌افزار SPSS در سطح معناداری ۰/۹۵ تجزیه‌وتحلیل شدند.

یافته‌ها یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد ۶ هفته تمرینات مبتنی بر واقعیت مجازی بر تعادل ایستا و پویا و کاهش خطر سقوط زنان سالمند، تأثیر مثبت و معناداری دارد (P=۰/۰۰۱).

نتیجه‌گیری نتایج تحقیق حاضر نشان داد تمرینات مبتنی بر واقعیت مجازی نقش زیادی در بهبود تعادل ایستا، پویا و کاهش خطر سقوط سالمندان دارد، بنابراین پیشنهاد می‌شود این گروه سنی با بهره‌مندی از این شیوه تمرینی تأثیرگذار، از اختلال در تعادل و پیامدهای ناگوار بعد از آن که امری اجتناب‌ناپذیر به دنبال افزایش سن می‌باشد، جلوگیری کنند.

کلیدواژه‌ها تعادل، واقعیت مجازی، خطر سقوط، سالمندان

تاریخ دریافت: ۰۴ تیر ۱۴۰۰
تاریخ پذیرش: ۲۰ آذر ۱۴۰۰
تاریخ انتشار: ۱۱ اردیبهشت ۱۴۰۲

* **نویسنده مسئول:**
دکتر عبدالرسول دانشجو
نشانی: تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شرق، دانشکده علوم انسانی، گروه بیومکانیک و حرکات اصلاحی.
تلفن: ۳۳۵۸۴۳۳۵ (۲۱) ۹۸+
رایانامه: phdanesh@yahoo.com

مقدمه

سالمندی مرحله‌ای از سیر طبیعی زندگی انسان است. ورود به دوره سالمندی هم‌زمان با شروع تغییراتی در سیستم‌های اسکلتی‌عضلانی، دهلیزی، حسی پیکری و بینایی است که از آن به‌عنوان سیستم فیزیولوژیک درگیر در تعادل یاد می‌شود. درنتیجه سالمندان در معرض آسیب‌های جدی ناشی از نقص تعادل قرار می‌گیرند. این تغییرات کیفیت زندگی این قشر از افراد را تهدید می‌کند، تاآنجاکه از فعالیت‌های روزمره باز می‌مانند [۱]. البته چنان‌چه سبک زندگی در دوران میانسالی از کیفیت مطلوبی برخوردار باشد، دوران سالمندی شیرین و لذت‌بخش خواهد بود [۲]. یکی از راهکارهای مفید کاهش اثرات سالمندی، شرکت در فعالیت‌های منظم و مناسب ورزشی در دوران قبل از شروع سالمندی یعنی جوانی و میانسالی می‌باشد [۳].

یکی از مشکلات گسترده و حائز اهمیت در دوران سالمندی، کاهش تعادل، افزایش زمین خوردن و ترس از افتادن می‌باشد. افتادن یکی از مهم‌ترین پیامدهای کاهش عملکرد در سالمندان می‌باشد که با آسیب به توانایی‌های آن‌ها برای اجرای فعالیت‌های روزانه همراه است [۴]. ترس از افتادن باعث به خطر افتادن کیفیت زندگی، محدود کردن تحرک و کاهش تعامل اجتماعی می‌شود [۵]. علاوه‌بر این حوادثی که باعث شکستگی ران می‌شود، در ۱۲ تا ۲۰ درصد موارد کشنده است و از میان سالمندانی که هر ساله به‌دلیل افتادن و شکستگی در بیمارستان بستری می‌شوند، ۵۰ درصد می‌میرند [۵].

محققان از میان عوامل داخلی، افتادن و زمین خوردن، کاهش در تعادل و اختلال در الگوی راه رفتن را به‌عنوان عوامل کلیدی در کاهش عملکرد حرکتی سالمندان برشمردند و معتقدند تعادل، پایه و اساس زندگی مستقل و پویاست [۶]. تعادل، جزء جدایی‌ناپذیر تمامی فعالیت‌های روزانه و مهارت حرکتی پیچیده‌ای است که پویایی وضعیت بدن را برای جلوگیری از افتادن فراهم می‌کند. تعادل یک قابلیت چندعاملی است که متأثر از قدرت، حس عمقی و سرعت عکس‌العمل فرد و مهم‌ترین قابلیت انسان برای جلوگیری از سقوط و افتادن است [۷].

از دیدگاه دانشمندان، اهمیت وضعیت بدن و تعادل در انجام فعالیت‌هایی مانند نشستن، ایستادن و راه رفتن مستقل، موردبحث و غیرقابل‌انکار است [۶]؛ مرور ادبیات پیشینه، تأثیر مثبت تمرینات ورزشی را بر ارتقای سطح سلامت و فاکتورهای مختلف آمادگی جسمانی افراد سالمند، ازجمله تعادل گزارش کرده‌اند [۳، ۷-۹]. تحقیقات مختلف شیوه‌های گوناگون تمرینات ورزشی ازجمله تمرینات قدرتی، هوازی، استقامتی، تعادلی، حسی‌عمقی و انعطاف‌پذیری را بر تعادل افراد میانسال و سالمند موردبررسی قرار داده‌اند؛ اما در مورد اینکه کدام‌یک از این شیوه‌های تمرینات ورزشی، تأثیر بیشتری بر بهبود و توسعه تعادل ایستا، پویا و عملکردیِ افراد میانسال و یا سالمند دارند، اتفاق‌نظر وجود ندارد. [۸]. بنابراین ضروری است که تمریناتی برای بهبود تعادل افراد سالمند طراحی شوند که تمامی فاکتورهای اثرگذار بر تعادل که در سطور قبل بیان شد را در خود جای دهند.

واقعیت مجازی، تکنولوژی جدیدی است که بر محیط گرافیکی تأکید دارد که نه تنها احساس بودن در یک محیط فیزیکی را در فرد ایجاد می‌کند بلکه فرد می‌تواند با آن محیط تعامل داشته باشد [۱۰]. فناوری، دارای پتانسیل افزایش کیفیت زندگی و بهبود سلامتی و توانایی‌های عملکردی سالمندان می‌باشد و می‌تواند منجر به افزایش توانایی آن‌ها در انجام بازه وسیعی از اقدامات در زندگی روزمره خود شود [۱۱]. یک از را ه‌های جدید جهت استفاده از فناوری در راستای افزایش کیفیت زندگی و توانایی‌های افراد سالمند استفاده از واقعیت مجازی و بازی‌ها می‌باشد که علاوه‌بر فراهم کردن امکانات بازتوانی و فعالیت‌های جنبشی و عملکردی مورد نیاز این قشر از جامعه، این امکانات را در محیط منزل فراهم آورده و آن‌ها را از رفتن به کلینیک‌های مربوطه را بی‌نیاز ساخته است [۱۲]، اما از نقاط ضعف آن می‌شود به این موضوع اشاره کرد که استفاده و آموزش آن در ابتدا ممکن است کمی برای افراد سخت باشد.

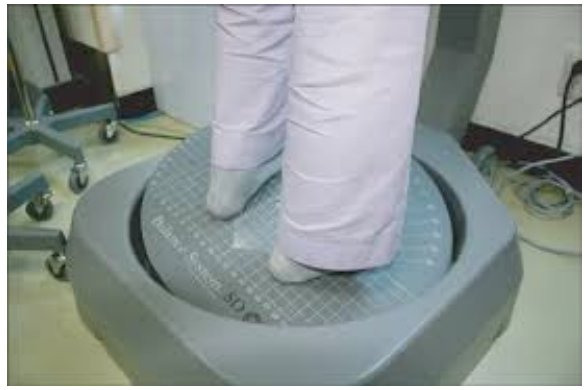
یکی از بازی‌های طراحی‌شده در این خصوص بازی نینتندو وی[1] می‌باشد. این بازی، چالش‌های تعادلی بسیاری را پیش روی فرد استفاده‌کننده از آن قرار می‌دهد [۸].

در همین ارتباط با مروری بر پیشینه تحقیق، پژوهش‌هایی در رابطه با تأثیر تمرینات مبتنی بر واقعیت مجازی بر بازتوانی اندام فوقانی و تحتانی سالمندان دارای مشکلات حرکتی صورت گرفته است و همگی بر سودمندی این تمرینات در مرحله بازتوانی بر روی سالمندان تأکید داشته‌اند [۱۳-۱۶]. همچنین در سالمندانی که از بازی‌های ویدئویی استفاده می‌کنند نتایجی مبنی بر بهبود در زمان پاسخ‌گویی [۱۷، ۱۸]، عملکرد شناختی [۱۹]، هماهنگی دیداری حرکتی [۲۰] و توجه و تمرکز [۲۱] گزارش شده است. بااین‌حال باوجود تمامی مزیت‌هایی که برای این شیوه تمرینی بیان می‌شود، تحقیقات در خصوص استفاده از تمرینات تعادلی مبتنی بر واقعیت مجازی بر پیشگیری از سقوط و تعادل سالمندان، محدود و نتایج متناقض است [۲۲-۲۵]. ازاین‌رو ضروری به نظر می‌رسد که اثرگذاری این شیوه تمرین بر تعادل ایستا و پویا و خطر سقوط که تحت تأثیر بالا رفتن سن است، مورد بررسی قرار گیرد؛ لذا هدف از پژوهش حاضر تأثیر تمرینات مبتنی بر واقعیت مجازی بر تعادل و خطر سقوط زنان سالمند می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش از نوع نیمه‌تجربی و کاربردی است که در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون انجام شد. جامعه آماری این تحقیق شامل کلیه زنان سالمند ساکن مناطق ۱، ۵، ۱۸ و ۸

1. Nintendo Wii Game



تصویر ۱. دستگاه تعادلی بایودکس

شهر تهران در بازه سنی ۶۰-۸۰ سال بودند که از بین آن‌ها تعداد ۳۰ نفر با استفاده از نرم‌افزار جی‌پاور[2]، توان آزمون ۸۰ درصد تعیین شده است و به شیوه نمونه‌گیری دردسترس و با در نظر گرفتن معیارهای ورود و خروج از تحقیق انتخاب شدند. سپس به‌صورت تصادفی یک سو کور در ۲ گروه مساوی (گروه آزمایش و کنترل هرکدام ۱۵ نفر) تقسیم‌بندی شدند. معیارهای ورود به تحقیق شامل سن بین ۶۰ تا ۸۰ سال، توانایی ایستادن مستقل عدم وجود مشکل در شنوایی و بینایی براساس معاینه پزشک متخصص [۶، ۲۶] بودند. سابقه آسیب و یا ناهنجاری اسکلتی‌عضلانی قابل‌توجه، محدودیت حرکتی در مفاصل اندام تحتانی، ضعف قابل‌توجه عضلات اندام تحتانی، مصرف دخانیات و مشروبات الکلی، مشکلات تعادلی و دستگاه دهلیزی، سابقه بیماری‌های خاص نظیر پارکینسون، سرطان، دیابت و بیماری‌های قلبی‌عروقی، جزء معیارهای عدم ورود به تحقیق بودند [۳، ۷، ۸]. همچنین عدم شرکت در ۲ جلسه متوالی یا ۳ جلسه غیرمتوالی در تمرینات و همچنین ابتلا به ویروس کووید-۱۹ جزء معیارهای خروج از تحقیق بودند. همچنین در تمامی مراحل آزمون و تمرین، فاصله‌گذاری اجتماعی رعایت شد و ضدعفونی کردن دست‌ها با استفاده از محلول ضدعفونی‌کننده انجام شد.

توضیحات لازم در مورد مراحل انجام پژوهش داده شد و فرم رضایت‌نامه شرکت داوطلبانه و آگاهانه در پژوهش توسط نمونه‌های پژوهش امضا شد. به منظور اندازه‌گیری‌های پیش‌آزمون، از نمونه‌های پژوهش خواسته شد تا طبق زمان‌بندی مشخص در محل آزمایشگاه حرکات اصلاحی دانشگاه شهید بهشتی حضور یابند. پس از حضور آزمودنی‌ها، ابتدا فرم اطلاعات اولیه تکمیل و سپس اندازه‌گیری‌های پیکرسنجی هر فرد انجام شد. پس از آن اندازه‌گیری‌های مربوط به تعادل ایستا و پویا و خطر سقوط افراد صورت گرفت. به منظور ارزیابی خطر سقوط، از شاخص راه رفتن پویا استفاده شد.

2. G*POWER

به‌منظور اندازه‌گیری تعادل ایستا و پویا از آزمون تعادلی بایودکس[3] استفاده شد. این سیستم از یک صفحه دایره‌ای متحرک برای استقرار آزمودنی (صفحه تعادل سنج)، یک مانیتور و یک سیستم پردازشگر الکترونیکی تشکیل شده است (تصویر شماره ۱). در این پژوهش تعادل پویا افراد در سطح بی‌ثباتی ۳ (بی‌ثباتی زیاد) و تعادل ایستا در سطح استاتیک[4] و تنها در شاخص کلی سنجیده شد. هرچه میزان داده‌های تعادلی کمتر باشد، تعادل افراد در سطح بالاتری قرار خواهد داشت و برعکس [۲۷].

آزمون شاخص را ه رفتن پویا ابزاری است برای سنجش قابلیت‌های تعادل دینامیک و خطر افتادن که شاموی کوک[5] آن را ساخته است [۲۸] که دارای روایی ۰/۸۵ و پایایی ۰/۷۱ بود [۲۹]. این آزمون شامل ۸ گویه متداول راه رفتن بود که شامل پیاده‌روی با سرعت‌های متفاوت بر روی یک سطح، پیاده‌روی با چرخش‌های عمودی و افقی سر، حرکت در طول و اطراف موانع، راه رفتن به‌صورت صعودی و نزولی از پله‌ها و چرخش‌های سریع در هنگام راه رفتن می‌باشد. هریک از آیتم‌های آن دارای ۴ سطح نمره از مقیاس ترتیبی می‌باشد، طبیعی=۳، اختلال جزئی=۲، اختلال متوسط=۱ و اختلال شدید=صفر. بیشترین نمره ممکن ۲۴ امتیاز است و «شاخص راه رفتن پویا» می‌تواند در ۱۰ دقیقه و تجهیزات کم اجرا شود. آزمودنی‌ها باید آیتم‌ها را در فضایی به طول ۶ متر و ۴ سانتی‌متر و عرض ۳۸ سانتی‌متر بنا بر دستورالعمل شاخص راه رفتن پویا اجرا کنند. هر سالمندی از آزمون شاخص راه رفتن پویا نمره بیشتر از ۲۲ بگیرد، از خطر زمین خوردن ایمن است و اگر سالمندی نمره کمتر از ۱۹ بگیرد به معنای پیش‌بینی خطر زمین خوردن در سالمندان است [۲۹].

پس از اتمام اندازه‌گیری‌های مربوط به پیش‌آزمون، گروه آزمایش به‌مدت ۶ هفته تمرینات واقعیت مجازی با دستگاه بازی نینتندوی را تحت نظارت محقق انجام دادند و در این مدت آزمودنی‌های گروه کنترل به فعالیت‌های عادی روزانه خود پرداختند، اما از انجام فعالیت‌هایی که ممکن بود در نتایج تحقیق تداخل ایجاد کند، منع شدند. پیش از شروع دوره تمرینات، ۱ جلسه آموزشی جهت آشنایی نمونه‌های گروه آزمایش با شیوه اجرای تمرینات واقعیت مجازی برگزار شد.

شیوه اجرای تمرینات مبتنی بر واقعیت مجازی به این صورت بود که نمونه‌های گروه آزمایش، ابتدا به‌مدت ۱۰ دقیقه به گرم کردن و انجام حرکات کششی عمومی بدن پرداختند و سپس ۳۰ دقیقه تمرینات منتخب تعادلی مبتنی بر واقعیت مجازی را انجام دادند. شدت تمرینات براساس اصول FITT[6] در هفته ۴ تا ۶ نسبت به هفته ۱ تا ۳ افزایش یافت، به‌طوری‌که در هفته ۱ تا ۳

3. Biodex balance system
4. static
5. Shumway-Cook
6. Frequency Intensity Type Time (FITT)

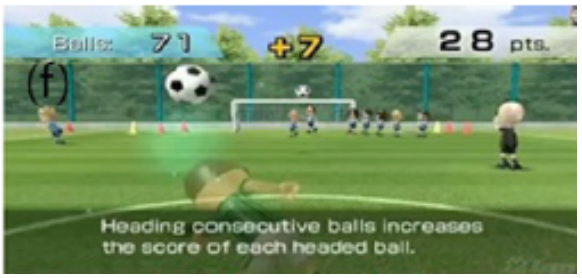
تصویر ۲. تمرین اسکی اسلالوم

طب توانبخشی

تمرینات آسان و مدت زمان کل تمرین کم بود و در هفته ۴ تا ۶ هم تعداد تمرینات افزایش یافت و هم نوع تمرینات مشکل‌تر شد. در تمرینات این بازی، از یک صفحه قدرتی ساده استفاده شده بود که در آن فرد با منتقل کردن وزن خود بر روی آن، حرکت کاراکتر موجود در بازی را کنترل می‌کرد، به‌نحوی‌که با انتقال وزن به سمت راست، کاراکتر در بازی به سمت راست حرکت می‌کرد [۳۰]. از بازی‌هایی نظیر هولاهوپ[7] (چرخاندن یک حلقه به دور کمر)، بازی فوتبال، حرکت روی یک طناب (بندبازی)، اسکی کردن و بعضی از حرکات تعادلی یوگا در این بازی ویدئویی استفاده شد (جدول شماره ۱).

این گونه بازی‌ها و حرکات، توانمندی‌های تعادلی فرد را به شیوه‌های گوناگون به چالش می‌کشند. فرد باید به دقت حرکات کاراکتر را مشاهده کند (استفاده مؤثر از سیستم دیداری) و به تفسیر تصاویر مشاهده‌شده و تصمیم‌گیری درخصوص نوع حرکت مناسب در پاسخ به این تصاویر جهت کسب بیشترین موفقیت در برقراری و حفظ تعادل بپردازد. به چالش کشیدن فرد جهت حفظ مرکز ثقل و مرکز تعادل خود در یک نقطه و استفاده از بازخورد دیداری جهت هدایت و کنترل کاراکتر در بازی، تقارن تعادلی فرد را مورد آزمایش و تمرین قرار می‌دهد [۳۱]. مدت هر ست تمرینی تقریباً ۴۵ الی ۶۰ ثانیه بود و استراحت بین هر ست نیز بین ۶۰ تا ۹۰ ثانیه متغیر بود که مدت زمان کل تمرین بین ۳۰ تا ۳۵ دقیقه بود. درپایان پژوهش، متغیرهای وابسته مجدداً اندازه‌گیری و نمرات ثبت شدند. کد اخلاق تحقیق حاضر در فروردین ماه سال ۱۴۰۰ از کمیته اخلاق دانشگاه آزاد

7. Hula hooping



تصویر ۴. دریبل توپ با سر

طب توانبخشی

تصویر ۳. حباب تعادلی

طب توانبخشی

علوم تحقیقات دریافت شد. برای بررسی اختلافات درون‌گروهی از آزمون تی زوجی[8] و برای بررسی تفاوت‌های بین‌گروهی از آزمون تحلیل کوواریانس[9] استفاده شد. برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از نسخه ۲۱ نرم‌افزار SPSS و در سطح معناداری ۰/۹۵ استفاده شد.

نمونه‌ای از بازی‌های واقعیت مجازی

-در تمرین اسکی اسلالوم فرد همانند اسکی‌باز، موقعیت بازی، با تغییر جهت بدن سعی در عبور از موانع را دارد (تصویر شماره ۲).

-در تمرین حباب تعادلی فرد باتوجه‌به بازی باید با جابه‌جایی تحمل وزن روی پاهای خود، توپ را در حفره مدنظر بندازد (تصویر شماره ۳).

-در حرکت دریبل با سر، موقعیت بازی، به‌وسیله سر باید بتواند بازیکنان حریف را دریبل بزند و توپ را وارد دروازه کند (تصویر شماره ۴).

یافته‌ها

ویژگی‌های جمعیت‌شناختی مربوط به سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی آزمودنی‌های تحقیق به تفکیک گروه مربوطه در جدول شماره ۲ گزارش‌شده است. چنان‌که مشاهده می‌شود تفاوت معناداری بین سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی آزمودنی‌های دو گروه وجود ندارد (P>۰/۰۵) و گروه‌ها در این متغیرها همگن هستند

جهت بررسی نرمال بودن متغیرهای تحقیق از آزمون آماری شاپیروویلک[10] و لون[11] استفاده شد که نشان داد داده‌ها از توزیع نرمال برخوردارند (به‌ترتیب جداول شماره ۳ و ۴). برای بررسی اختلافات درون‌گروهی از آزمون تی زوجی و برای بررسی اختلافات بین گروهی در پس‌آزمون از آزمون کوواریانس استفاده شد که نتایج به‌ترتیب در جداول شماره ۵ و ۶ آمده است.

برای بررسی تفاوت‌های درون گروهی متغیرهای وابسته

8. Paired-Samples T Test
9. Analyze of Covariance (ANCOVA)
10. Shapiro-Wilk
11. Levene's test

جدول ۱. پروتکل تمرینات واقعیت مجازی

هفته	حرکت	ست×تکرار
۱ تا ۳	حباب تعادلی	۳ تکرار تا اتمام مدت زمان بازی
	میز شیبدار	۳ تکرار تا اتمام مدت زمان بازی
	درییل با سر	۳ تکرار تا اتمام مدت زمان بازی
	هولا هوپ	۳ تکرار تا اتمام مدت زمان بازی
۴ تا ۶	سر خوردن پنگوینی	۳ تکرار تا اتمام مدت زمان بازی
	حرکت روی یک طناب (بندبازی)	۳ تکرار تا اتمام مدت زمان بازی
	اسکی اسلالوم	۳ تکرار تا اتمام مدت زمان بازی
	بازی فوتبال	۳ تکرار تا اتمام مدت زمان بازی
	دور کردن پا در حالت ایستاده (تک‌پا)	۱۵×۳
	چرخش ران به سمت داخل و خارج (تک‌پا)	۱۵×۳
	اسکوات	۱۵×۳

طب‌توانبخشی

جدول ۲. مشخصات جمعیت‌شناختی آزمودنی‌های تحقیق (n=۱۵)

گروه	میانگین±انحراف‌معیار		P
	تمرینات واقعیت مجازی	گروه کنترل	
سن (سال)	۶۴/۵۰±۱/۷۲	۶۳/۳۹±۳/۱۲	۰/۶۸
قد (سانتی‌متر)	۱۶۲/۲۰±۰/۱۳	۱۶۴/۳۸±۳/۸۰	۰/۲۸
وزن (کیلوگرم)	۶۵/۷۰±۳/۴۷	۶۴/۸۳±۳/۳۹	۰/۸۴
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۸/۶۴±۲/۲۴	۲۷/۵۳±۲/۳۶۸	۰/۵۹

طب‌توانبخشی

تحقیق در دو گروه آزمایش و کنترل بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون از آزمون تی زوجی استفاده شد که نتایج آزمون تی زوجی نشان داد در آزمون‌های تعادل ایستا، پویا و خطر سقوط تنها در گروه تجربی بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون اختلاف معناداری وجود دارد (جدول شماره ۵).

نتایج جدول شماره ۶ در آزمون تحلیل کوواریانس برای بررسی اختلافات بین گروهی نشان داد در تمامی متغیرهای تعادل ایستا، تعادل پویا و خطر افتادن در پس‌آزمون بین دو گروه آزمایش و کنترل، اختلاف معناداری وجود دارد (P=۰/۰۰۱). بدین معنا که ۶ هفته انجام تمرینات واقعیت مجازی منجر به بهبود معنادار تعادل ایستا و پویا و کاهش خطر سقوط سالمندان شده است.

جدول ۳. نتایج آزمون شاپیرو ویلک برای بررسی نرمال بودن متغیرهای تحقیق

متغیر	P	
	پیش آزمون	پس آزمون
تعادل ایستا	۰/۰۹	۰/۳۸
تعادل پویا	۰/۴۶	۰/۷۷
خطر افتادن	۰/۵۱	۰/۶۲

طب‌توانبخشی

جدول ۴. نتایج آزمون لون جهت بررسی همگنی واریانس در متغیرهای تحقیق

متغیر	آزمون	آماره ی لون	df1	df2	معناداری
تعادل ایستا	پیش آزمون	۰/۹۳۱	۱	۲۸	۰/۱۷۲
	پس آزمون	۰/۹۲۲	۱	۲۸	۰/۶۲۴
تعادل پویا	پیش آزمون	۰/۹۴۴	۱	۲۸	۰/۰۵۶
	پس آزمون	۰/۹۴۲	۱	۲۸	۰/۱۱۵
راه رفتن پویا	پیش آزمون	۰/۹۴۲	۱	۲۸	۰/۱۳۴
	پس آزمون	۰/۹۶۰	۱	۲۸	۰/۴۵۱

طب توانبخشی

جدول ۵. نتایج آزمون تی زوجی برای بررسی تفاوت های درون گروهی در پیش آزمون و پس آزمون در گروه آزمایش و کنترل

متغیر	گروه	مرحله آزمون	اختلاف میانگین	t	P
تعادل ایستا	آزمایش	پیش‌آزمون-پس‌آزمون	۰/۸۰±۰/۵۶	۵/۳۶	۰/۰۰۱
	کنترل	پیش‌آزمون-پس‌آزمون	۰/۴۷±۰/۰۳	۰/۴۲	۰/۵۷
تعادل پویا	آزمایش	پیش‌آزمون-پس‌آزمون	۰/۶۱±۰/۴۹	۳/۴۱	۰/۰۰۱
	کنترل	پیش‌آزمون-پس‌آزمون	۰/۱۶±۰/۰۲	۰/۸۹	۰/۶۹
خطر افتادن	آزمایش	پیش‌آزمون-پس‌آزمون	۴/۴۸±۰/۰۲	۶/۵۴	۰/۰۱
	کنترل	پیش‌آزمون-پس‌آزمون	۰/۳۲±۰/۱۰	۰/۳۳	۰/۳۴

طب توانبخشی

بحث

هدف از تحقیق حاضر، بررسی تأثیر تمرینات مبتنی بر واقعیت مجازی بر تعادل و خطر افتادن در زنان سالمند بود. نتایج نشان داد انجام ۶ هفته تمرینات واقعیت مبتنی بر واقعیت مجازی باعث بهبود تعادل ایستا و پویا و کاهش خطر افتادن زنان سالمند می‌شود.

نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیق کامینسکا و همکاران [۲۳]، پو و همکاران [۲۴]، آفریدی و همکاران [۳۲] و مرادی و همکاران [۳۳] همسو و با مطالعه دوناس و همکاران [۲۲] ناهمسو است.

از دلایل ناهمسویی تحقیقات می‌توان به متفاوت بودن جامعه آماری و سایر عوامل همانند سالم یا غیرسالم آزمودنی‌ها اشاره کرد که طبعاً نتایج متفاوتی هم درپی داشته است.

همزمان با افزایش سن، قدرت عضلانی، کیفیت اطلاعات حس عمقی و سرعت عکس‌العمل افراد تحت تأثیر قرار می‌گیرند و مختل می‌شوند. تمرینات تعادلی مبتنی بر واقعیت مجازی این قابلیت را دارد تا به‌طور همزمان فاکتورهای پیش‌گفت را توسعه دهد و بهبود بخشد [۳۴]. ازآنجایی‌که تمرینات تعادلی مبتنی

جدول ۶. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس برای بررسی اختلافات بین گروهی متغیرهای تحقیق در دو گروه

متغیر	گروه	میانگین پس آزمون	F	df	ضریب ایتا	P*
تعادل ایستا	آزمایش	۲/۰۴±۰/۳۳۶	۲۴/۵۰	۱	۰/۶۰	۰/۰۰۱
	کنترل	۲/۴۷±۰/۲۵۸				
تعادل پویا	ازمایش	۵/۵۴ ± ۰/۳۲	۱۹/۳۵	۱	۰/۷۲	۰/۰۰۱
	کنترل	۶/۳۵ ± ۱/۷۱				
خطر افتادن	آزمایش	۲۲/۰۶±۳/۶۵۹	۱۷/۶۱	۱	۰/۶۶	۰/۰۰۱
	کنترل	۱۷/۵۳±۲/۴۲۵				

*معناداری P<۰/۰۵

طب توانبخشی

بر واقعیت مجازی ماهیتی قدرتی دارد، می‌تواند از طریق ایجاد تسهیل در وارد عمل شدن واحدهای عضلانی بزرگ و تند انقباض، افزایش هماهنگی عضلات و تحریک سیستم‌های عصبی-عضلانی، موجب افزایش قدرت و نهایتاً بهبود تعادل شود [۳۵].

طبق مطالعاتی که بیولی و همکاران بر روی بازتوانی تعادل سالمندان با استفاده از ایکس باکس کینکت انجام دادند. نتایج نشان داد ایکس‌باکس کینکت بر روی بازتوانی و بهبود تعادل تأثیر معناداری داشت. در این پژوهش که تعادل به‌وسیله مقیاس تعادل برگ، زمان برخاستن و رفتن و ترس از سقوط اندازه‌گیری شد، ۴ آزمودنی در طی ۱۰ هفته، هر هفته ۲ جلسه ۳۰ دقیقه‌ای تمرینات واقعیت مجازی مانند بسته ورزشی کینکت، بسته ماجراجویی کینکت و بازی چشم را انجام دادند، نتیجه نهایی تحقیق این بود که تمرینات واقعیت مجازی با استفاده از ایکس‌باکس کینکت بر تعادل و ترس از افتادن تأثیر مثبت می‌گذارد [۳۶].

چوی و همکاران در یک مطالعه مروری به بررسی فناوری اگزرگیم و مداخلات تعاملی برای پیشگیری از سقوط سالمندان پرداختند. پس از جست‌وجو در پایگاه‌های داده مدنظر مانند پابمد[12] و اسکوپوس[13] مقالات انتخاب شدند. پس از این مرحله، ۱۹۱ چکیده مرتبط و واجد شرایط با مطالعه حاضر برای خواندن متن کامل انتخاب و مورد ارزیابی قرار گرفت که ۲۵ مقاله در بررسی و تحلیل نهایی گنجانده شد. تمام ۲۵ مطالعه شامل حداقل یک گروه از افراد مسن (۶۰ ساله یا بالاتر) و حداقل یک مداخله مبتنی بر بازی ویدیویی بودند. نتایج نشان داد گزرگیم یک مداخله مؤثر و امیدوارکننده برای پیشگیری از سقوط سالمندان است [۳۷].

از دلایل عمده بهبود تعادل ایستا و پویا می‌توان به مواردی همچون افزایش سازگاری‌های عصبی ناشی از تمرین، افزایش سطح آمادگی جسمانی و بهبود قدرت و دامنه حرکتی، بهبود وضعیت هوازی، زمان واکنش و وضعیت روانی، بهبود کنترل عصبی عضلانی شامل کاهش تغییرپذیری در به‌کارگیری واحدهای حرکتی و بهبود هم‌زمانی واحدهای حرکتی اشاره کرد [۳۷]. ازآنجائی‌که در این آزمون شخص با کمک هر ۳ سیستم بینایی، دهلیزی و حسی پیکری تعادل خود را حفظ می‌کند، می‌توان نتیجه گرفت که انجام تمرینات تکنولوژی واقعیت مجازی باعث بهبود و تسهیل ورودی‌های هریک از این حواس، ۲ یا ۳ حس به‌طور هم‌زمان جهت حفظ تعادل می‌شود [۳۸]. تحقیقات قبلی نشان داده‌اند تمریناتی که ماهیتی ترکیبی دارند، نسبت به تمریناتی که تنها بر روی یک متغیر تأکید دارند، تأثیراتی به مراتب بیشتر بر روی تعادل می‌گذارند [۲۷]. ماهیت چند عاملی بودن تعادل به خوبی می‌تواند این گفته را تأیید کند. منطقی به نظر می‌رسد که پروتکل تمرینات تحقیق حاضر مانند اسکی اسلالوم که ماهیت تعادلی و عکس‌العمل دارد و اسکات که یک حرکت قدرتی است با تحت تأثیر قرار دادن چند عامل مهم و تأثیرگذار بر تعادل یعنی قدرت، حس عمقی، سرعت عکس‌العمل و هماهنگی حرکتی به‌طور هم‌زمان، بتواند موجب بهبود تعادل شود [۳۹].

از محدودیت‌های تحقیق حاضر باتوجه‌به شیوع بیماری کرونا می‌توان به مشکلات مربوط به فاصله‌گذاری اجتماعی و مشکلات رفت‌وآمد آزمودنی‌ها به محل انجام تمرین و آزمون و همچنین عدم توانایی محقق در کنترل موارد مربوط به میزان خواب و استراحت و استرس آزمودنی‌ها اشاره کرد.

نتیجه‌گیری

باتوجه‌به نتایج به‌دست‌آمده از تحقیق حاضر، انجام ۶ هفته تمرینات مبتنی بر واقعیت مجازی توانسته است باعث بهبود تعادل ایستا و پویا و کاهش خطر سقوط در زنان سالمند شود. بنابراین پیشنهاد می‌شود این گروه سنی با بهره‌مندی از این شیوه تمرینی تأثیرگذار، از اختلال در تعادل و پیامدهای ناگوار بعد از آن که امری اجتناب‌ناپذیر به دنبال افزایش سن می‌باشد، جلوگیری کنند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در اجرای پژوهش ملاحظات اخلاقی مطابق با دستورالعمل کمیته اخلاق دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم‌تحقیقات در نظر گرفته شده و کد اخلاق به شماره IR.IAU.SRB.REC.1400.109 دریافت شده است.

حامی مالی

تحقیق حاضر برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد آرزو حیدری با راهنمایی عبدالرسول دانشجو، گروه آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات است.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده‌سازی این مقاله مشارکت یکسان داشتند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

از تمامی افرادی که در انجام این پژوهش همکاری کردند، تشکر و قدردانی می‌شود.

12. PubMed
13. Scopus

References

[1] Gregg EW, Pereira MA, Caspersen CJ. Physical activity, falls, and fractures among older adults: A review of the epidemiologic evidence. Journal of the American Geriatrics Society. 2000; 48(8):883-93. [DOI:10.1111/j.1532-5415.2000.tb06884.x] [PMID]

[2] Hosseini SS, Rostamkhany H, Naghiloo Z, Lotfi N. [The effects of balance, mental and concurrent training on balance in healthy older males (Persian)]. Journal of Research in Rehabilitation Sciences. 2010; 6(2):159-67. [DOI:10.22122/JRRS.V6I2.133]

[3] Hadi H, Soltani M. [The effect of velocity-balance training on balance in middle-aged police staff (Persian)]. Journal of Police Medicine. 2016; 5(3):223-30. [DOI:10.30505/5.3.223]

[4] Adams LJ. The impact of balance training on balance, confidence, and functionality in assisted living adults [Msc. Thesis]. Edmond: University of Central Oklahoma; 2011. [Link]

[5] Binda SM, Culham EG, Brouwer B. Balance, muscle strength, and fear of falling in older adults. Experimental Aging Research. 2003; 29(2):205-19. [DOI:10.1080/03610730303711] [PMID]

[6] Babakhani F, Oladghobadi K, Fatahi F. [Effect of hip abductor muscle fatigue on static and dynamic balance in elderly women (Persian)]. Iranian Journal of Ageing. 2016; 11(2):322-9. [DOI:10.21859/sija-1102322]

[7] Kashefi M, Hemayat Talab R, Pour Azar M, Dehestani Ardakani M. [The effect of two kinds of aerobic exercise on the static and dynamic balance of old men (Persian)]. Iranian Journal of Ageing. 2014; 9(2):134-41. [Link]

[8] Farsi A, Abdoli B, Baraz P. [Effect of balance, strength, and combined training on the balance of the elderly women (Persian)]. Iranian Journal of Ageing. 2015; 10(3):54-61. [Link]

[9] Lelard T, Doutrellot PL, David P, Ahmaidi S. Effects of a 12-week Tai Chi Chuan program versus a balance training program on postural control and walking ability in older people. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2010; 91(1):9-14. [DOI:10.1016/j.apmr.2009.09.014] [PMID]

[10] National Research Council (US) Steering Committee for the Workshop on Technology for Adaptive Aging, Pew RW, Van Hemel SB. Technology for adaptive aging. Washington: National Academies Press; 2004. [DOI:10.17226/10857] [PMID]

[11] Helal S, Schmalz M, Mokhtari M, Abdulrazak B. The engineering handbook of smart technology for aging, disability and independence. Hoboken: John Wiley & Sons; 2008. [DOI:10.1002/9780470379424.ch]

[12] World Health Organization (WHO). International classification of functioning, disability and health [Internet]. 2001 [Updated 2023 May 24]. Available from: [Link]

[13] Merians AS, Jack D, Boian R, Tremaine M, Burdea GC, Adamovich SV, et al. Virtual reality-augmented rehabilitation for patients following stroke. Physical Therapy. 2002; 82(9):898-915. [DOI:10.1093/ptj/82.9.898] [PMID]

[14] Merians AS, Tunik E, Adamovich SV. Virtual reality to maximize function for hand and arm rehabilitation: Exploration of neural mechanisms. Studies in Health Technology and Informatics. 2009; 145:109-25. [PMID] [PMCID]

[15] Adamovich SV, Merians AS, Boian R, Lewis JA, Tremaine M, Burdea GS, et al. A virtual reality-based exercise system for hand rehabilitation post-stroke. Presence. 2005; 14(2):161-74. [DOI:10.1162/1054746053966996]

[16] Baram Y, Miller A. Virtual reality cues for improvement of gait in patients with multiple sclerosis. Neurology. 2006; 66(2):178-81. [DOI:10.1212/01.wnl.0000194255.82542.6b] [PMID]

[17] Goldstein J, Cajko L, Oosterbroek M, Michielsen M, Van Houten O, Salverda F. Video games and the elderly. Social Behavior and Personality. 1997; 25(4):345-52. [DOI:10.2224/sbp.1997.25.4.345.]

[18] Clark JE, Lanphear AK, Riddick CC. The effects of videogame playing on the response selection processing of elderly adults. Journal of Gerontology. 1987; 42(1):82-5. [DOI:10.1093/geronj/42.1.82] [PMID]

[19] Farris M, Bates R, Resnick H, Stabler N. Evaluation of computer games' impact upon cognitively impaired frail elderly. Computers in Human Services. 1995; 11(1-2):219-28. [DOI:10.1300/J407V11N01_20]

[20] Drew B, Waters J. Video games: Utilization of a novel strategy to improve perceptual motor skills and cognitive functioning in the non-institutionalized elderly. Cognitive Rehabilitation. 1986; 4(2):26–31. [Link]

[21] Weisman S. Computer games for the frail elderly. The Gerontologist. 1983; 23(4):361-3. [DOI:10.1093/geront/23.4.361] [PMID]

[22] Donath L, Rössler R, Faude O. 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. 2016; 46(9):1293-309. [DOI:10.1007/s40279-016-0485-1] [PMID]

[23] Kamińska MS, Miller A, Rotter I, Szylińska A, Grochans E. The effectiveness of virtual reality training in reducing the risk of falls among elderly people. Clinical Interventions in Aging. 2018; 13:2329-38. [DOI:10.2147/CIA.S183502] [PMID] [PMCID]

[24] Phu S, Vogrin S, Al Saedi A, Duque G. Balance training using virtual reality improves balance and physical performance in older adults at high risk of falls. Clinical Interventions in Aging. 2019; 14:1567-77. [DOI:10.2147/CIA.S220890] [PMID] [PMCID]

[25] Yousefi Babadi S, Daneshmandi H. [Effect of a virtual reality training program (exergaming) on the motor coordination of the elderly (Persian)]. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2019; 8(2):169-76. [DOI:10.22037/JRM.2018.111268.1877]

[26] Beyranvand R, Sahebozamani M, Daneshjoo A. [The role of ankle and knee joints proprioceptive acuity in improving the elderly balance after 8-week aquatic exercise (Persian)]. Salmand. 2018; 13(3):372-83. [DOI:10.32598/sija.13.3.372]

[27] Cachupe WJC, Shifflett B, Kahanov L, Wughalter EH. Reliability of biodex balance system measures. Measurement in Physical Education and Exercise Science. 2001; 5(2):97-108. [DOI:10.1207/S15327841MPEE0502_3]

[28] Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control: Theory and practical applications. Theory and practical applications. Philadelphia: Williams & Wilkins; 1995. [Link]

[29] Abdiani M, Golpayegani M, Khajavi D. [Validity and reliability of the dynamic gaiting index in older women (Persian)]. Salmand. 2018; 9(2):124-33. [Link]

[30] Neri SG, Cardoso JR, Cruz L, Lima RM, de Oliveira RJ, Iversen MD, et al. Do virtual reality games improve mobility skills and balance measurements in community-dwelling older adults? Systematic review and meta-analysis. Clinical Rehabilitation. 2017; 31(10):1292-304. [DOI:10.1177/0269215517694677] [PMID]

[31] Kim KJ, Heo M. Comparison of virtual reality exercise versus conventional exercise on balance in patients with functional ankle instability: A randomized controlled trial. Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation. 2019; 32(6):905-11. [DOI:10.3233/BMR-181376] [PMID]

[32] Afridi A, Rathore FA, Nazir SNB. Wii fit for balance training in elderly: A systematic review. Journal of the College of Physicians and Surgeons--Pakistan. 2021; 30(5):559-66. [DOI:10.29271/jcpsp.2021.05.559] [PMID]

[33] Moradi H, Aslani M, Fazel Khakhoran J. [Effect of virtual reality-based balance exercise on static, dynamic and functional balance in elderly (Persian)]. Journal of Geriatric Nursing. 2018; 4(2):93-102. [Link]

[34] Reed-Jones RJ, Dorgo S, Hitchings MK, Bader JO. WiiFit™ Plus balance test scores for the assessment of balance and mobility in older adults. Gait & Posture. 2012; 36(3):430-3. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2012.03.027] [PMID] [PMCID]

[35] Kim KJ, Heo M. Effects of virtual reality programs on balance in functional ankle instability. Journal of Physical Therapy Science. 2015; 27(10):3097-101. [DOI:10.1589/jpts.27.3097] [PMID] [PMCID]

[36] Beaulieu-Boire L, Belzile-Lachapelle S, Blanchette A, Desmarais PO, Lamontagne-Montminy L, Tremblay C, et al. Balance rehabilitation using Xbox Kinect among an elderly population: A pilot study. Journal of Novel Physiotherapies. 2015; 5(2):261. [DOI:10.4172/2165-7025.1000261]

[37] Mirmoezzi M, Amini M, Khaledan A, Khorshidi D. [Effect of 8-week of selected aerobic exercise on static and dynamic balance in healthy elderly inactive men (Persian)]. Salmand. 2016; 11(1):202-9. [DOI:10.21859/sija-1101202]

[38] Nashner LM. Adaptation of human movement to altered environments. Trends in Neurosciences. 1982; 5:358-61. [DOI:10.1016/0166-2236(82)90204-1]

[39] Goble DJ, Cone BL, Fling BW. Using the Wii Fit as a tool for balance assessment and neurorehabilitation: The first half decade of "Wii-search". Journal of Neuroengineering and Rehabilitation. 2014; 11:12. [DOI:10.1186/1743-0003-11-12] [PMID] [PMCID]