



Original Article

Comparing the Effects of Exergame Training and Traditional Exercises on Balance, Walking Speed, and Fall Risk Reduction in Older Adults

Zohre Soltanian Dehkordi^{1*}, PhD Candidate; Hassan Daneshmandi², PhD; Mahdiah Akoochakian¹, PhD

¹Department of Sport Science, Kish International Campus, University of Tehran, Kish, Iran

²Department of Sport Injury and Corrective Movement, Faculty of Physical Education, University of Guilan, Rasht, Iran

Article Information

Article History:

Received: May 07, 2024

Accepted: July 20, 2024

*Corresponding Author:

Zohre Soltanian Dehkordi, PhD Candidate;
Department of Sport Injury and
Corrective Movement, Faculty of
Physical Education, University of
Guilan, Rasht, Iran
Email: Behnazsoltanian90@gmail.com

Abstract

Introduction: The global elderly population is increasing, and age-related declines in physical performance are a significant concern, often leading to balance disorders and an elevated risk of falls. To prevent and reduce the loss of cognitive and motor skills in older adults, newer methods such as virtual reality-based exergames have been proposed alongside traditional exercises, leveraging advances in accessible technology. This study aimed to compare the effects of virtual reality exergame training and traditional balance exercises on balance and coordination in older adults.

Methods: Forty men and women aged 60 to 75 years participated in this study and were divided into two groups: exergame training and traditional exercises. The study was conducted in 2022. The 25-foot walk test was used to assess walking speed, the Sharpened-Romberg test for static balance, the Timed Up and Go (TUG) test for dynamic balance, and a self-efficacy questionnaire to evaluate the fear of falling. Data analyses were performed using SPSS software (version 21).

Results: The results indicated that both groups showed significant improvement in single-leg stance with eyes open and closed, the Fullerton Advanced Balance (FAB) scale score, TUG test time, functional reaching test, and tandem walk coordination test (all $P < 0.05$). Post-intervention changes were similar between the two groups ($P > 0.05$), indicating that neither training method was superior to the other. A significant improvement in Purdue Pegboard test scores was observed only with virtual reality exercise ($P < 0.05$), with no significant effect from traditional exercises. No significant differences were observed between pre-test and post-test results in the control group for any of the measures ($P > 0.05$).

Conclusion: Given the balance improvements resulting from both virtual reality and traditional exercises, virtual reality exergames were found to be a safe, enjoyable, low-risk, and accessible exercise method for older adults. Therefore, virtual reality exercises could be considered as a complementary or alternative exercise approach for use in residential settings, mitigating potential risks associated with travel and mobility while reducing fall risk.

Keywords: Exergaming, Exercise, Aged, Fear, Balance, Accidental Falls

Please cite this article as:

Soltanian Dehkordi Z, Daneshmandi H, Akoochakian M. Comparing the Effects of Exergame Training and Traditional Exercises on Balance, Walking Speed, and Fall Risk Reduction in Older Adults. Sadra Med. Sci. J. 2025; 13(3): 570-582. doi: 10.30476/smsj.2025.102151.1530.



مجله علوم پزشکی صدرا

<https://smsj.sums.ac.ir/>


مقاله پژوهشی

مقایسه اثر یک برنامه تمرینی واقعیت مجازی و تمرینات سنتی بر تعادل، سرعت راه رفتن و کاهش خطر سقوط سالمندان

زهره سلطانیان دهکردی^{۱*}، حسن دانشمندی^۲، مهدیه آکوچکیان^۳

^۱گروه آسیب شناسی و حرکات اصلاحی، پردیس بین المللی کیش، دانشگاه تهران، جزیره کیش، ایران
^۲گروه حرکات اصلاحی و آسیب شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۳۰

نویسنده مسئول:

زهره سلطانیان دهکردی،

گروه آسیب شناسی و حرکات اصلاحی، پردیس بین المللی

کیش، دانشگاه تهران، جزیره کیش، ایران

پست الکترونیکی: Behnazsoltanian90@gmail.com

چکیده

مقدمه: جمعیت سالمندان در جهان در حال افزایش است و افت عملکرد جسمانی ناشی از افزایش سن موضوع مهمی است که به‌ویژه موجب اختلال تعادل و افزایش خطر افتادن می‌شود. برای پیشگیری و کاهش افت مهارت‌های شناختی و حرکتی سالمندان علاوه بر روش‌های تمرینات سنتی رایج، روش‌های جدیدتری با توجه به رشد تکنولوژی‌های نوین و قابل دسترس مانند بازی‌های حرکتی مجازی پیشنهاد شده است؛ بنابراین، این مطالعه با هدف مقایسه اثر دو برنامه تمرینات واقعیت مجازی و تمرینات سنتی تعادلی بر تعادل و هماهنگی افراد سالمند انجام شد.

مواد و روش‌ها: ۴۰ نفر زن و مرد در ۲ گروه تمرینات بازی- ورزش و تمرینات سنتی در دامنه سنی ۶۰ تا ۷۵ سال در مطالعه شرکت داشتند. آزمون در سال ۱۴۰۱ صورت گرفت. از آزمون ۲۵ فوت راه رفتن جهت بررسی سرعت راه رفتن، آزمون شارپ‌اندرومبرگ بررسی تعادل ایستا، آزمون برخاستن و حرکت کردن جهت بررسی تعادل پویا و پرسشنامه خودکارآمدی به‌منظور بررسی وضعیت ترس از سقوط استفاده شد. تحلیل‌ها در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ انجام شد.

یافته‌ها: بر اساس نتایج در هر دو گروه، ایستادن روی یک پا با چشمان باز و بسته، نمره تعادل فولرتون، زمان برخاستن و رفتن، آزمون رسیدن عملکردی و آزمون هماهنگی راه رفتن تاندن به‌طور معنی‌داری بهبود یافت ($P < 0.05$) و بعد از مداخلات، تغییرات در هر دو گروه مشابه بود ($P > 0.05$). همچنین هیچ‌کدام از دو روش تمرین، بر یکدیگر برتری نداشت. نتایج تحقیق نشان داد که تنها تمرینات واقعیت مجازی بر نمرات آزمون هماهنگی پورودپگ‌بورد سالمندان تأثیر معناداری داشته ($P < 0.05$) و تمرینات سنتی بر نتایج این آزمون تأثیر معناداری نداشته است. همچنین در گروه کنترل تفاوت معناداری در پیش‌آزمون و پس‌آزمون هیچ‌یک از آزمون‌ها مشاهده نشد ($P > 0.05$).

نتیجه‌گیری: با توجه به بهبود تعادل ناشی از اجرای تمرینات واقعیت مجازی و تمرینات سنتی، به نظر می‌رسد که تمرینات واقعیت مجازی می‌تواند به‌عنوان یک روش تمرینی امن و لذت‌بخش، کم‌خطر و قابل دسترس برای جمعیت‌های سالمند توصیه شود. بنابراین تمرینات واقعیت مجازی با توجه به مشکلات احتمالی ناشی از تردد و جابجایی و افزایش ریسک سقوط می‌تواند در محل سکونت سالمندان به‌عنوان یک شیوه تمرینی مکمل و جایگزین مورد توجه قرار گیرد.

کلمات کلیدی: بازی‌های حرکتی، ورزش، سالمندان، ترس، تعادل، سقوط‌های تصادفی

لطفاً این مقاله را به این صورت استناد کنید:

سلطانیان دهکردی ز، دانشمندی ح، آکوچکیان م. مقایسه اثر یک برنامه تمرینی واقعیت مجازی و تمرینات سنتی بر تعادل، سرعت راه رفتن و کاهش خطر سقوط سالمندان. مجله علوم پزشکی صدرا. دوره ۱۳، شماره ۳، تابستان ۱۴۰۴، ۵۸۲-۵۷۰.

سالمندان را به شیوه‌های مختلف بهبود می‌بخشند (۲۰، ۲۱). ورزش‌های قدرتی با بهبود قدرت، توانایی، مکانیک و راه رفتن سریع تقویت می‌شود و به بهبود تعادل و در نتیجه کاهش زمین خوردن کمک می‌کند (۲۲). تحقیقات مختلف شیوه‌های گوناگون تمرینات ورزشی از جمله تمرینات قدرتی، هوازی، استقامتی، تعادلی، حس عمقی و انعطاف‌پذیری را بر تعادل افراد میانسال و سالمند مورد بررسی قرار داده‌اند؛ اما در مورد اینکه کدامیک از این شیوه‌های تمرینات ورزشی، تأثیر بیشتری بر بهبود و توسعه تعادل ایستا/پویا^۴ و عملکرد افراد سالمند دارد، اتفاق نظر وجود ندارد. همچنین تعادل یک قابلیت چندعاملی است که متأثر از قدرت، حس عمقی و سرعت عکس‌العمل فرد و مهم‌ترین قابلیت انسان برای جلوگیری از سقوط^۵ و افتادن است (۲۳).

واقعیت مجازی^۶ یک تکنولوژی محبوب و پرتعداد است که به افراد این اجازه را می‌دهد که با حرکات بدنی خود فعالیت‌های فیزیکی روی صفحه نمایش را شبیه‌سازی کنند. بازی-ورزش^۷ نه تنها یک گزینه برای سرگرمی است، بلکه به‌عنوان یک ابزار برای بهبود سلامتی مورد مطالعه قرار می‌گیرد (۲۴). بدین ترتیب می‌تواند اذعان داشت که واقعیت مجازی یک توانبخشی عملی است، چراکه تمرین در یک محیط مجازی، می‌تواند زندگی واقعی را شبیه‌سازی کند و مزیت‌های متعددی از جمله امکان انجام فعالیت‌های معنادار با تکرارهای زیاد و تنظیماتی جذاب را ارائه دهد (۲۵، ۲۶). چوی^۸ و همکاران (۲۰۱۷)، در یک مطالعه مروری، فناوری بازی-ورزش^۹ و مداخلات تعاملی آن برای پیشگیری از سقوط سالمندان را بررسی کردند. نتایج نشان داد بازی-ورزش یک مداخله مؤثر و امیدوارکننده برای پیشگیری از سقوط سالمندان است. باین‌حال هنوز مشخص نشده است که تمرینات بازی-ورزش برتر از تمرینات تعادلی معمولی است یا خیر؟ (۲۷).

آموزش واقعیت مجازی مبتنی بر کینکت^{۱۰} یک تکنولوژی جدید است که در سیستم توانبخشی برای افراد مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد (۲۸، ۲۹). مهارت‌هایی که از طریق بازی‌های واقعیت مجازی به دست می‌آید، مهارت‌هایی است که بازیکنان می‌توانند در دنیای واقعی اجرا کنند. بازی-ورزش‌ها حرکات

فرایند پیری مرحله گذار زندگی است که بیماری محسوب نمی‌شود و با پیشگیری می‌توان از ایجاد برخی مشکلات آن جلوگیری کرد (۱). در این دوره از بین رفتن سلول‌ها بیشتر از تکثیر آن‌ها است و تحلیل عضلات، ضعف، اختلالات عملکردی و کاهش قدرت به‌وضوح قابل شناسایی است (۲). بر اساس آمارهای جمعیتی در سال ۱۳۹۵ سهم سالمندان ۹/۲۷ درصد از جمعیت ایران بوده است و پیش‌بینی می‌شود که تا سال ۱۴۰۰ به ۱۰/۷ درصد و ۱۴۰۴ به ۱۲ درصد و سال ۱۴۲۹ به ۲۴ درصد (۳، ۴) و در سال ۲۰۵۰ به یک سوم جمعیت کشور برسد (۵، ۶). سالمندی فرآیندی است که با از دست دادن تدریجی، پیش‌رونده و خودبه‌خود اکثر عملکردهای جسمانی بدن همراه است (۷). البته در برخی متون علمی سالمندی را سن ۶۰ سال و بالاتر قلمداد می‌کنند (۸، ۹). از میان اختلالات عملکردی مختلف می‌توان به تغییرات در سیستم‌های درگیر در کنترل تعادل اشاره کرد که می‌تواند سالمندان را در معرض آسیب‌های شدید مانند شکستگی استخوان و ناتوانی‌های طولانی‌مدت قرار دهد (۱۰). ادموندسون^۱ و همکاران (۱۹۹۲) (۱۱) و دهرتی^۲ (۲۰۱۴) (۱۲) کاهش سرعت حرکت، ضعف و اختلالات عملکردی و کاهش تعادل و قدرت با سرعت فزاینده یک درصد در هر سال (از دهه چهارم زندگی) را از تبعات افزایش سن و ورود به دوره سالمندی معرفی کرده‌اند. همچنین نیکمن^۳ (۲۰۰۴) اذعان داشت به دنبال کاهش این تعادل مشکلات مختلف جسمانی، زمین خوردن و به طبع آن شکستگی‌ها و ترس از ادامه حرکت نمایان می‌شود که موجب بروز مشکلات روحی و عدم استقلال می‌گردد (۱۳، ۱۴). برخی مطالعات نشان داده‌اند که کاهش قدرت و انعطاف، یک عامل متداول مربوط به اختلال تعادل در سالمندانی است که سابقه افتادن دارند (۱۵، ۱۶). کاهش تعادل در افراد سالمند با افزایش می‌زان زمین خوردن این افراد همراه است (۱۷)، هر ساله یک سوم سالمندان ۶۵ سال به بالا زمین خوردن را تجربه می‌کنند (۱۸) که با خطر سقوط، جراحی، بستری در بیمارستان، کاهش استقلال و افزایش مرگ و میر سالمندان همراه است (۱۹).

تمرین‌های بدنی، خطر افتادن و ضعف راه رفتن در

4. Static / dynamic balance

5. Fall

6. Virtual Reality

7. Exergames

8. Choi

9 Exergame

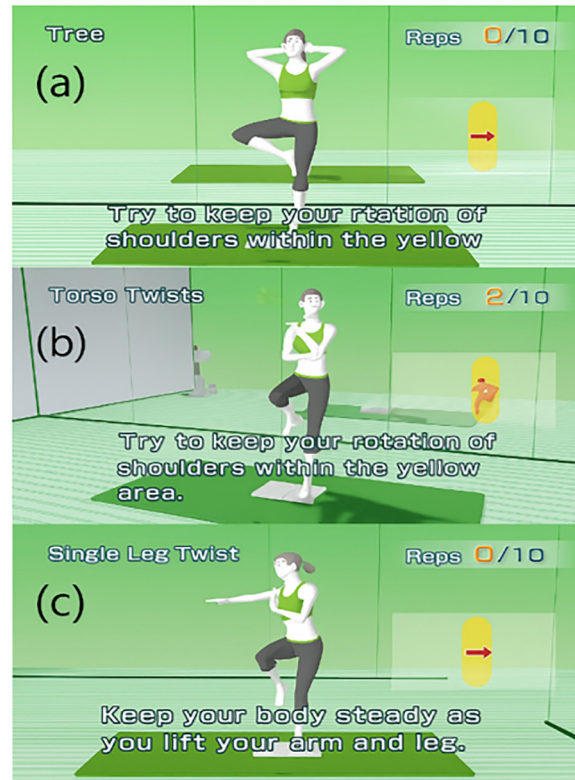
10. Kincat

1. Edmondson

2. Dhriti

3. Knichman

این بخش از
عکس شماره یا
کد نداره؟ لطفاً
چک شود



شکل ۱. سمت راست: تمرینات قدرتی: a: لانچ - b: باز کردن پا تک پا - c: دور کردن پا. سمت چپ: تمرینات تعادلی: A. تمرین فوتبال - B. اسکی اسلalom - C. میز شیبدار - D. اسنوبورد

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر از نوع مطالعات نیمه تجربی و از نظر زمان اجرا مقطعی است.

جامعه آماری

جامعه پژوهش شامل ۱۳۰ نفر از سالمندان دامنه سنی ۶۰-۷۵ سال ساکن شهر اصفهان بود.

حجم نمونه و روش نمونه‌گیری

۴۰ نفر زن و مرد بر اساس جدول مورگان انتخاب شدند و در ۲ گروه تمرینات بازی- ورزش (۲۰ نفر) و گروه تمرینات سنتی (۲۰ نفر) به‌صورت داوطلبانه وارد مطالعه گردیدند و به‌صورت تصادفی هدفدار و مساوی (هرگروه شامل ۱۰ زن و ۱۰ مرد) در هر گروه تقسیم‌بندی شدند. قابل ذکر است که آزمودنی‌های گروه‌های تجربی و کنترل از نظر ویژگی‌های جمعیتی شناختی مشابه بودند و سلامت آن‌ها از نظر جسمانی و روانی به تأیید متخصصان رسیده بود. همچنین قبل از شروع برنامه تمرینی گروه تجربی، اقداماتی از جمله بررسی مجدد پرونده پزشکی توسط پزشک متخصص و تأیید نهایی برای ورود به پژوهش، انجام گرفت (شکل ۱).

بدن انسان را به‌عنوان ورودی برای اجرای بازی تفسیر می‌کند و حرکت را در فضای سه‌بعدی روی صفحه نمایش انجام می‌دهد. از آنجاکه آزمودنی از آواتار روی صفحه نمایش فاصله دارد، باید از مهارت‌های بصری- فضایی، هماهنگی دست و چشم یا هماهنگی چشم و پا و زمان واکنش سریع برای اداره کردن و اجرای موفق بازی استفاده کند (۳۰).

با توجه به هزینه کم دستگاه سنسور و قابل حمل بودن دستگاه‌های بازی‌های واقعیت مجازی یا همان بازی- ورزش‌ها، می‌توان آن‌ها را در خانه‌ها یا مراکز تسهیلاتی که از افراد مسن پشتیبانی می‌کنند، مستقر کرد. علاوه بر این، توسعه چنین بازی‌هایی با استفاده از یک دنیای سه‌بعدی و نه دوبعدی باعث می‌شود که بازی واقع‌بینانه‌تر باشد و در نتیجه برای افراد مسن جذابیت بیشتری داشته باشد (۳۱، ۳۲). لانز و همکاران^{۱۱} (۲۰۱۳) در مطالعه خود به مقایسه اثر یک برنامه تمرین سنتی با اثر برنامه واقعیت مجازی در فاکتورهای ترس از سقوط، تعادل و سرعت راه رفتن در سالمندان پرداختند. نتایج نشان داد که تمرینات بازی- ورزش یک فضای اجتماعی شادی‌آور بین شرکت‌کنندگان ایجاد می‌کند، تا جایی که جلسات بازی برای سالمندان بسیار سرگرم‌کننده‌تر از برنامه ورزشی سبک است (۳۳).

جدول ۱. تمرینات برنامه تمرینی بازی- ورزش

هفته	حرکت	ست * تکرار
هفته ۱ تا ۳	حباب تعادلی	۳*۳۰
	میز شیب‌دار	۳*۳۰
	دریبل با سر	۳*۳۰
	هولا هوب	۳*۳۰
هفته ۴ تا ۶	سر خوردن پنگوینی	۳*۳۰
	حرکت روی یک طناب (بندبازی)	۳*۳۰
	اسکی اسلalom	۳*۳۰
	بازی فوتبال	۳*۳۰
	دور کردن پا در حالت ایستاده (تک پا)	۱۵*۳
	چرخش ران به سمت داخل و خارج (تک پا)	۱۵*۳
	اسکوات	۱۵*۳

معیارهای ورود و خروج

ملاک‌های ورود شامل دامنه سنی ۶۰-۷۵ سال، عدم وجود سابقه شکستگی اندام تحتانی، داشتن نمره شناختی^{۱۲} بیشتر از ۲۴، و معیارهای خروج شامل داشتن بیماری‌های قلبی و عروقی بودند.

ابزار پژوهش

برنامه تمرینی واقعیت مجازی^{۱۳}: به منظور انجام تمرینات ورزشی با استفاده از واقعیت مجازی، از یک کینکت و یک صفحه نمایش ساخت شرکت مایکروسافت استفاده شد. آزمودنی‌ها به مدت ۶ هفته و هفته‌ای ۳ جلسه ۴۰ دقیقه‌ای تمرینات واقعیت مجازی را در مرکز سالمندان انجام دادند. پیش از شروع دوره تمرینات، یک جلسه آموزشی جهت آشنایی نمونه‌های گروه تجربی با شیوه اجرای تمرینات واقعیت مجازی با دستگاه Plus Nintendo Wii Fit ساخت کشور ژاپن برگزار شد. شیوه اجرای تمرینات مبتنی بر واقعیت مجازی به این صورت بود که نمونه‌ها ابتدا به مدت ۱۰ دقیقه به گرم کردن و انجام حرکات کششی عمومی بدن پرداختند و بعد ۴۰ دقیقه تمرینات را در قالب بازی- ورزش انجام دادند. شدت تمرینات با توجه به نیازهای آزمودنی‌ها توسط محقق کنترل شد. بازی‌های منتخب عمدتاً شامل تمریناتی بودند که با هدف بهبود قدرت، تعادل

و اصلاح کنترل پاسچر^{۱۴} اجرا گردید. در این بازی از یک صفحه قدرتی ساده استفاده شد که در آن فرد با منتقل کردن وزن خود روی آن، حرکت کاراکتر موجود در بازی را کنترل می‌کند، به نحوی که با انتقال وزن به سمت راست، کاراکتر در بازی به سمت راست حرکت می‌کند. از بازی‌هایی نظیر چرخاندن یک حلقه به دور کمر^{۱۵}، بازی فوتبال، حرکت روی یک طناب (بندبازی)، اسکی کردن و بسیاری از حرکات‌های یوگا در این بازی ویدئویی استفاده شد. این گونه بازی‌ها و حرکات، توانمندی‌های تعادلی فرد را به شیوه‌های گوناگون به چالش می‌کشید. فرد باید به دقت حرکات کاراکتر را مشاهده می‌نمود (استفاده مؤثر از سیستم دیداری و به تفسیر تصاویر مشاهده‌شده و تصمیم‌گیری در خصوص نوع حرکت مناسب در پاسخ به این تصاویر جهت کسب بیشترین موفقیت در برقراری و حفظ تعادل می‌پرداخت. 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 می‌داد (۳۳).

برنامه تمرینی و همچنین سیر پیشرفت تمرینات بازی- ورزش از هفته اول تا ششم در (جدول ۱) به تفکیک ارائه گردیده است. همچنین به منظور نشان دادن شدت تمرین از مقیاس میزان درک فشار (سیستم امتیاز گذاری بورگ^{۱۶}) استفاده شد (۳۴).

14. Pasteur

15. Hoola-hooping

16. Burg Scale System

12. Cognitive number

13. Exergaming Training Program

جدول ۲. سیر پیشروی برنامه تمرینی سنتی

هفته	تمرین	تعداد ست و تکرار
هفته اول و دوم	ایستادن بر روی دو پا (با چشمان بسته و باز) تمرین جلو ران با کش مقاومتی اسکوات بدون وزنه	(ثانیه) ۳*۲۰ هر تمرین ۳*۸ ۲*۸
هفته سوم و چهارم	هایپر اکستنشن گردن (با چشمان باز و بسته) تمرین راه رفتن به پهلو تمرین پشت ران با کش مقاومتی	۳*۱۰ (ثانیه) ۳*۲۰ ۳*۸
هفته پنجم و ششم	تمرین راه رفتن به پشت با مقاومت کش تمرینی نوسان پای آزاد اسکات با ۳ درصد وزن بدن تمرین جلو ران با کش مقاومتی	(ثانیه) ۳*۲۰ (ثانیه) ۳*۲۰ ۳*۸ ۳*۱۰

برای اندازه‌گیری تعادل پویا از آزمون برخاستن و حرکت کردن زمان‌دار استفاده شد (۳۷). در این آزمون، زمان صرف شده برای اینکه فرد از روی یک صندلی دسته‌دار معمولی با نشیمنگاه ۴۵ سانتیمتر (درحالی‌که به پشت صندلی تکیه داده است و کف پاهای او بر روی زمین و پشت خط مشخص‌کننده قرار دارد) برخیزد و با حداکثر سرعت مطمئنه خود مسافت ۳ متری را طی کرده و برگردد و دوباره روی صندلی بنشیند و تکیه دهد، توسط کرنومتر ثبت گردید. حین آزمون به آزمون‌شونده اجازه داده می‌شود از وسیله کمکی (عصا) جهت راه رفتن استفاده کند، اما نباید کمک جسمانی به آزمون‌شونده ارائه گردد و تنها آزمونگر برای جلوگیری از زمین خوردن آزمودنی نزدیک وی راه می‌رود (۱۵۹). ریزاتو^{۲۲} و همکاران (۲۰۲۳)، پایایی زمانی این آزمون را ۰/۹۷ گزارش کرده‌اند (۳۸).

• **پرسشنامه خودکارآمدی ترس از سقوط سالمندان^{۲۳}:** برای سنجش ترس از سقوط از پرسشنامه خودکارآمدی ترس از سقوط سالمندان استفاده شد. این ابزار شامل ۱۶ گویه است که هر گویه به‌صورت لیکرتری میزان ترس و نگرانی سالمندان را در ۴ سطح به ترتیب ۱ به معنی عدم وجود ترس، ۲ یعنی ترس مختصر، ۳ برابر با ترس متوسط و ۴ به معنی ترس زیاد اندازه‌گیری می‌کند. مجموع نمرات پرسشنامه ۶۴ است. کسب نمره ۱۶-۱ به معنی عدم وجود ترس، ۳۲-۱۷ به معنی ترس کم، ۳۲-۴۸ مساوی با ترس متوسط و ۶۴-۴۸ به معنی ترس زیاد است. در مطالعه یاردلی و همکارانش با عنوان توسعه و بررسی اعتبار اولیه ابزار خودکارآمدی ترس از سقوط، میزان پایایی آن با استفاده از آلفای کرونباخ ۹۶ درصد به دست آمد. همچنین پایایی این پرسشنامه نیز ۹۵ درصد اعلام شده است (۳۹).

• **برنامه تمرینی سنتی:** برنامه تمرینی سنتی طراحی شده در این پژوهش شامل تمرینات قدرتی، تعادلی و انعطاف‌پذیری بود که بر اساس اصول علم تمرین توسط محقق طراحی و اجرا شد. آزمودنی‌ها به مدت ۶ هفته و هفته‌ای ۳ جلسه ۴۰ دقیقه‌ای تمرینات سنتی را در مرکز سالمندان انجام دادند. همچنین روایی صوری برنامه تمرینی از طریق پرسش از صاحب‌نظران مورد بررسی قرار گرفت. (جدول ۲) سیر پیشرفت تمرینات و تنوع آن را نشان می‌دهد.

• **آزمون ۲۵ فوت راه رفتن^{۱۷}:** برای سنجش سرعت راه رفتن از آزمون ۲۵ فوت راه رفتن استفاده شد. هانگ^{۱۸} و همکاران (۲۰۱۲)، پایایی زمانی این آزمون را ۰/۹۴ ثبت نمودند (۳۵). در این زمینه منتریو^{۱۹} و همکاران (۲۰۲۲)، نشان دادند این آزمون همبستگی بالایی با نمره EDSS بیماران مبتلا به ام اس دارد و هر چه نمره EDSS بالاتر رود، زمان اجرای آزمون ۲۵ فوت راه رفتن نیز افزایش می‌یابد (۳۶).

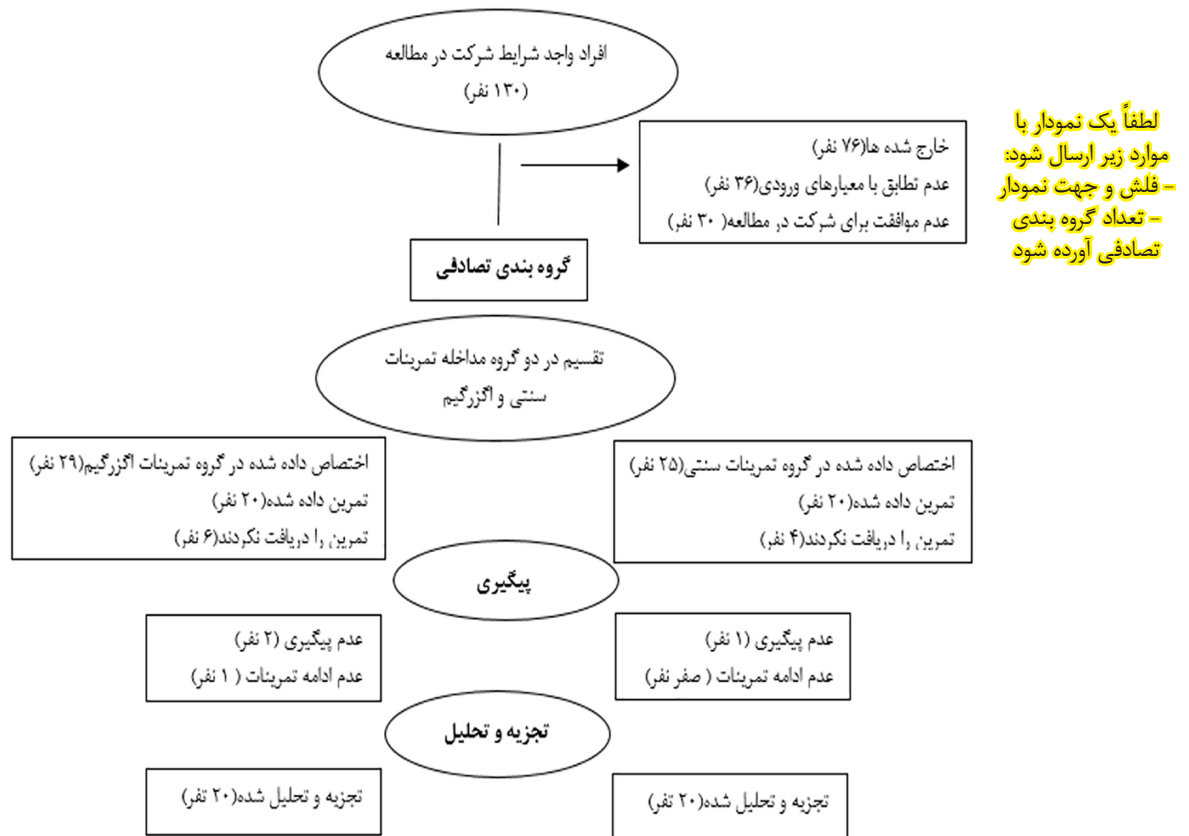
• **آزمون شارپند رومبرگ^{۲۰}:** برای اندازه‌گیری تعادل ایستا از این آزمون استفاده شد. این آزمون شامل یک وضعیت ثابت است که در آن آزمودنی بدون کفش روی سطح صاف می‌ایستد، پای برتر را جلو پای غیر برتر می‌گذارد، به این صورت که پاشنه پای جلو به پنجه پای عقب برخورد کند. دست‌ها به حالت ضربدر روی سینه و کف دست روی شانه طرف مخالف قرار می‌گیرد. این حالت با چشمان بسته اجرا می‌شود. در صورت وقوع هریک از خطاها هنگام حفظ تعادل برای آزمودنی یک امتیاز منفی محسوب می‌شود، از دست دادن تعادل، باز کردن چشم‌ها و تکان خوردن دست‌ها از جمله این خطاها هستند.

• **آزمون برخاستن و حرکت کردن زمان‌دار^{۲۱}:**

17. 25 Foot Walking Test
18. Hung
19. Monteiro
20. Shumpert Romberg Test
21. Time and Go Test

22. Rizzato

23. Falls Efficacy Scale – International (FES-I)



شکل ۲. نمودار کانسورت پژوهش

ایستا تعادل پویا، سرعت راه رفتن و خطر سقوط در سالمندان در حالت پیش‌آزمون و پس‌آزمون از آزمون آماری یومان ویتینی^{۲۵} و تی مستقل بهره گرفته شد. لازم به ذکر است تمامی تجزیه و تحلیل‌های فوق‌الذکر با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ انجام شده است.

ملاحظات اخلاقی

- در ابتدای تحقیق افراد در مورد استفاده ناشناس از داده‌ها برای اهداف علمی مطلع شدند و از آن‌ها خواسته شد که رضایت خود را تأیید کنند و فقط افرادی که رضایت داشتند به مطالعه وارد شدند. همچنین مواردی مانند حضور داوطلبانه در پژوهش و در اختیار داشتن خروج از تحقیق در پرسشنامه لحاظ گردیده بود.

- این مطالعه از پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی، کد اخلاق در پژوهش به شماره SSRI.REC-2304-2175 دریافت نموده است.

یافته‌ها

(شکل ۲) مراحل اجرای پژوهش حاضر و تعداد افراد را از اولین مرحله تا مرحله پایانی همراه با اطلاعات هر مرحله را نشان می‌دهد.

روش اجرای پژوهش

به‌منظور انجام آزمون غربالگری (معاینات و آزمون‌های اولیه) جهت انتخاب افراد شرکت‌کننده در مطالعه، سالمندان به روش‌هایی همچون دعوت حضوری فردی از سالمند و نامه‌نگاری با بهزیستی شهر اصفهان، فراخوانی شدند و آزمودنی‌ها ثبت‌نام گردیدند. سپس مراحل ورود به تحقیق مانند ثبت‌نام نهایی، تکمیل رضایت‌نامه آگاهانه، معاینات پزشکی و تکمیل پرسشنامه آزمون معاینه مختصر روانی انجام شد و پژوهش با گروه‌بندی و ابزاری که شرح داده شد، اجرا گردید.

تجزیه و تحلیل آماری

در این تحقیق جهت توصیف ویژگی‌های عمومی آزمودنی‌ها از روش‌های موجود در آمار توصیفی نظیر میانگین، حداقل، حداکثر، فراوانی، درصد و انحراف استاندارد، استفاده گردید. همچنین جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها و آزمون فرضیه‌های پژوهش در سطح آمار استنباطی از تکنیک آماری شاپیرو ویلک^{۲۴} برای تعیین وضعیت طبیعی بودن داده‌ها استفاده شد و درنهایت برای تعیین معناداری اختلاف بین اثرات یک برنامه تمرین سنتی با تمرینات بازی- ورزش بر تعادل

25. Mann-Whitney U Test

24. Shapiro-Wilk Test

جدول ۳. اطلاعات فردی آزمودنی‌ها (انحراف استاندارد± میانگین)

متغیر	گروه بازی- ورزش (n=۲۰)	گروه تمرین سنتی (n=۲۰)	سطح معناداری
	انحراف استاندارد±میانگین	انحراف استاندارد±میانگین	
سن (سال)	۶۶/۱۵±۴/۹۱	۶۷/۰۵±۴/۵۹	۰/۵۵۳
قد (متر)	۱/۶۱±۰/۰۸	۱/۶۷±۰/۰۸	۰/۰۶۸
وزن (کیلوگرم)	۶۷/۷۲±۱۱/۹۵	۷۰/۴۰±۶/۴۶	۰/۳۸۶
BMI (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۵/۷۷±۳/۹۵	۲۵/۲۴±۱/۶۲	۰/۵۸۷

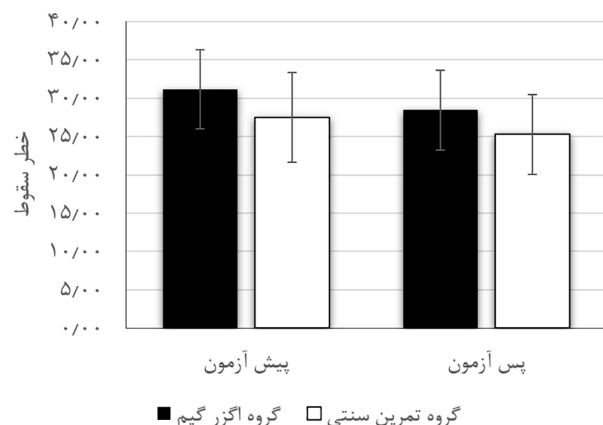
جدول ۴. نتایج آزمون یومن ویتنی برای مقایسه بین گروهی میانگین رتبه متغیر تعادل ایستا و پویا در دو گروه

زمان	گروه	میانگین رتبه	یومن ویتنی	معنی داری	اندازه اثر
تعادل پویا	پس آزمون	اگرز گیم	۱۵/۶۰	۰/۰۰۸*	۰/۴۱۹
	پس آزمون	تمرین سنتی	۲۵/۴۰		
	پس آزمون	اگرز گیم	۲۵/۸۳	۹۳/۵۰۰	۰/۴۵۵
	پس آزمون	تمرین سنتی	۱۵/۱۸	۰/۰۰۴*	

* P≤۰/۰۵

مشاهده نگردید. درصد تغییرات کاهش ۱۲/۰۲ درصدی در پیش‌آزمون متغیر خطر سقوط در گروه تمرین سنتی نسبت به گروه بازی- ورزش را نشان می‌دهد (جدول ۴). (شکل ۳) تغییرات در میزان خطر بروز سقوط را قبل و بعد از تمرینات بازی- ورزش و تمرینات سنتی را نشان می‌دهد و همچنین تفاوت اثر این دو مدل تمرین را تبیین می‌کند.

همچنین نتایج آزمون تی مستقل مقایسه بین گروهی میانگین متغیر سرعت راه رفتن را در دو گروه نشان می‌دهد. در مقایسه بین گروهی در پیش‌آزمون تفاوت معناداری بین مقدار میانگین متغیر سرعت راه رفتن در بین دو گروه مشاهده نشد، اما در پس‌آزمون تفاوت معناداری بین مقدار میانگین متغیر سرعت راه رفتن در بین دو گروه مشاهده شد، درصد تغییرات



شکل ۳. متغیر خطر سقوط در دو گروه در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

نتایج آزمون تی مستقل نشان داد که اطلاعات فردی آزمودنی‌ها به صورت همگن در دو گروه توزیع شده‌اند. (جدول ۳) اطلاعات دموگرافیک نمونه‌های تحقیق را به تفکیک نشان می‌دهد.

نتایج آزمون یومن ویتنی مقایسه بین گروهی میانگین رتبه متغیر تعادل ایستا را در دو گروه نشان می‌دهد. در مقایسه بین گروهی در پس‌آزمون بین مقدار میانگین رتبه متغیر تعادل ایستا در بین دو گروه تفاوتی معنادار مشاهده شد، درصد تغییر، افزایش ۲۲/۵۱ درصدی در پس‌آزمون متغیر تعادل ایستا در گروه تمرین سنتی نسبت به گروه بازی- ورزش را نشان می‌دهد (جدول ۴). همچنین نتایج آزمون یومن ویتنی در مقایسه بین گروهی میانگین رتبه متغیر تعادل پویا را در دو گروه نشان می‌دهد. در مقایسه بین گروهی در پس‌آزمون تفاوت معناداری بین مقدار میانگین رتبه متغیر تعادل پویا در بین دو گروه مشاهده شد، درصد تغییر، کاهش ۲۹/۲۷ درصدی در پس‌آزمون متغیر تعادل پویا در گروه تمرین سنتی نسبت به گروه بازی- ورزش را نشان می‌دهد (جدول ۵).

نتایج آزمون تی مستقل مقایسه بین گروهی میانگین متغیر خطر سقوط را در دو گروه نشان می‌دهد. در مقایسه بین گروهی در پیش‌آزمون تفاوت معناداری بین مقدار میانگین متغیر خطر سقوط در بین دو گروه مشاهده شد، اما در پس‌آزمون تفاوت معناداری بین مقدار میانگین متغیر خطر سقوط در بین دو گروه

جدول ۵. نتایج آزمون تی مستقل برای مقایسه بین گروهی میانگین متغیر خطر سقوط در دو گروه

متغیر	آماره لون	سطح معنی داری	اختلاف میانگین	آماره t	معنی داری	اندازه اثر
پیش آزمون	۰/۲۴۱	۰/۶۲۶	۳/۷۵	۲/۱۵۴	۰/۰۳۸*	۰/۱۰۹
پس آزمون	۰/۰۵۰	۰/۸۲۴	۳/۱۵	۱/۹۱۰	۰/۰۶۴	۰/۰۸۸

* $P \leq 0.05$

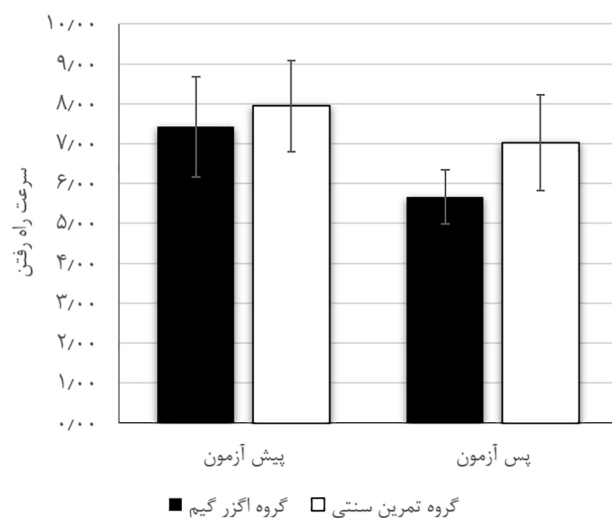
جدول ۶. نتایج آزمون تی مستقل برای مقایسه بین گروهی میانگین متغیر سرعت راه رفتن در دو گروه

متغیر	آماره لون	سطح معنی داری	اختلاف میانگین	آماره t	معنی داری	اندازه اثر
پیش آزمون	۰/۱۴۶	۰/۷۰۴	-۰/۵۱	-۱/۳۶۶	۰/۱۸۰	۰/۰۴۷
پس آزمون	۷/۳۰۶	۰/۰۱۰	-۱/۳۵	-۴/۴۰۳	۰/۰۰۱*	۰/۳۳۸

یک فعالیت و هم میزان مهارت فرد بالا باشند، فرد نه تنها لذت را تجربه خواهد کرد، بلکه قابلیت‌های او نیز تقویت خواهد شد. بر اساس این نظریه، یکی دیگر از دلایل اثربخشی تمرینات بازی-ورزش و سنتی، می‌تواند تنوع بازی‌ها همراه با سطوح مختلف بازی مطابق با توانایی افراد یا تعامل با سایر بازیکنان در حین جلسات تمرینی باشد. محیط غنی شامل جایگزینی طیف وسیعی از تکالیف انگیزشی همچون تعامل با همکاران و دشواری و تنوع تکالیف است. در این نوع از بافت تمرینی فرد نیاز دارد تا تکالیفی انتخاب نماید که در هنگام گام برداشتن به دقت، استراتژی و درگیری شناختی و جسمانی متفاوتی نیاز دارند. جذابیت ذاتی این فعالیت‌ها و انگیزش از بازخورد درونی، تعامل بین سیستم حسی پردازش اطلاعات و سیستم عصبی عضلانی در حین کنترل و انتقال وزن بدن، عوامل احتمالی دیگری هستند که می‌توانند در پیشرفت این مهارت‌ها و بهبود تعادل نقش داشته باشند. در بازی-ورزش گام برداری انفرادی و گروهی، بازیکنان به چندین هدف به ترتیب و بی‌وقفه با پا ضربه می‌زدند بدون اینکه گامی را جا بیندازند. به نظر می‌رسد، بازی گروهی بازیکنان را برمی‌انگیزاند تا گام‌های سریع‌تری بردارند تا امتیازات بالاتری کسب نمایند، از این رو سرعت گام‌ها افزایش می‌یابد و آنان تعداد گام‌های بیشتری را در جهات مختلف بر می‌دارند و در نتیجه حرکات پایین‌تنه بیشتر انجام می‌شود که به نظر می‌رسد به بهبود تعادل و قدرت عضلات پایین‌تنه در آنان منجر می‌شود (۴۰).

در گزارش‌های مختلف اشاره شده است که تمرینات بازی-ورزش اغلب شامل چالش‌های بینایی است (۴۱)، این امر به‌عنوان یک عامل مهم برای کاهش

افزایش ۲۴/۰۳ درصدی در پس‌آزمون متغیر سرعت راه رفتن در گروه تمرین سنتی نسبت به گروه بازی-ورزش را نشان می‌دهد (جدول ۶). (شکل ۴) میزان تغییرات در سرعت راه رفتن پیش‌آزمون و پس‌آزمون و همچنین میزان تفاوت بین دو گروه بازی-ورزش و تمرینات سنتی را نشان می‌دهد.



شکل ۴. متغیر سرعت راه رفتن در دو گروه در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

بحث

یافته‌های این تحقیق از اثربخشی دو برنامه تمرینی تمرینات سنتی و بازی-ورزش بر تعادل ایستا و پویای سالمندان حکایت داشت و این اثرگذاری در تمرینات سنتی نسبت به تمرینات بازی-ورزش مشهودتر بود.

بر اساس نظریه غرقگی وقتی مهارت‌های یک فرد با میزان چالشی که یک فعالیت با خود به همراه دارد، سازگار باشند، آن تجربه برای فرد مثبت خواهد شد. از سوی دیگر و در مرحله بالاتر، وقتی هم چالش

درگیر شدن سیستم‌های حس عمقی و وستیبولار^{۲۶} در نگه‌داری کنترل پاسچر در نظر گرفته می‌شود (۴۲). ولی در این مطالعه مشاهده گردید که تمرینات سنتی تعادلی از تمرینات بازی-ورزش کارآمدی بالاتری داشتند و این نتایج از اثرات مثبت احتمالی این نوع تمرین روی سیستم‌های حس عمقی و وستیبولار حمایت می‌کند. کلافلین^{۲۷} و همکاران (۲۰۱۱)، به بررسی اثر تمرینات سنتی بر تعادل و قدرت اندام تحتانی سالمندان پرداختند. تمرینات شامل بازی‌های ورزشی مانند دویدن، شمشیربازی، پرش با اسکی، رقص گام و نتیس بود. با مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون این نتیجه به دست آمد که گروه تمرینات واقعیت مجازی بهبود معنی‌داری نه تنها در تعادل ایستا و پویا بلکه در قدرت اندام تحتانی داشت (۴۳) که با نتایج مطالعه حاضر همسو است. از سوی دیگر، تمرینات تعادلی مبتنی بر واقعیت مجازی محدودیت‌هایی مانند زمان و فضا دارد، درحالی‌که تمرینات سنتی تعادلی را می‌توان به صورت گروهی اجرا کرد، همچنین ممکن است در برخی شرایط شرکت‌کنندگان نیاز به شرکت در یک برنامه فیزیوتراپی یکسان یا تماس چهره به چهره با درمانگر داشته باشند.

از سوی دیگر نتایج نشان داد که تمرینات سنتی نیز منجر به بهبود تعادل در حالت ایستا و پویا شده‌اند و در بهبود تعادل ایستا و پویا نسبت به تمرینات بازی-ورزش برتری داشته‌اند. دلیل احتمالی این اثربخشی مداخلات گام برداری بر بهبود تعادل و کمک به دوره انتقال وزن در حین گام برداری است. افراد سالمند در مقایسه با افراد جوان، وقتی از مرحله دو اتکایی به یک پا انتقال وزن می‌دهند، تعادلشان بیشتر دچار اختلال می‌شود. این دوره انتقال یا تغییر وزن بدن به عنوان لحظه‌ای که بیشترین میزان سقوط در میان سالمندان رخ می‌دهد، شناخته شده است (۴۴).

بر اساس نتایج، در پس‌آزمون تفاوت معناداری بین مقدار میانگین رتبه متغیر بر خطر سقوط در بین دو گروه سنتی و اگرگیم مشاهده نشد. درصد تغییرات تنها کاهش ۱۲/۰۲ درصدی در پس‌آزمون متغیر بر خطر سقوط در گروه تمرین سنتی نسبت به گروه بازی-ورزش نشان داد که این تغییر معنی‌دار نبود. هم‌راستا با این مطالعه، پژوهشی در سال گیلانی و همکاران ۲۰۲۳ به بررسی مقایسه اثر تمرینات بازی-ورزش و سنتی بر ترس از سقوط زنان یائسه پرداخت.

نتایج نشان داد که هر دو برنامه تمرینی خطر ترس از سقوط این آزمودنی‌ها را به صورت چشمگیری کاهش داده است (۴۵). کیم^{۲۸} و همکاران (۲۰۲۲) نیز با مقایسه اثر تمرینات بازی-ورزش و تصویرسازی ذهنی بر خطر سقوط سالمندان نتایج مشابهی بالا را به دست آوردند (۴۶). از جمله آسیب‌های دوره سالمندی کاهش یکپارچگی حسی و حرکتی است که به دنبال آن افراد سالمند در هماهنگی‌های لازم برای انجام بسیاری از فعالیت‌های روزمره زندگی دچار نقص می‌شوند. آموزش واقعیت مجازی مبتنی بر کینکت یک تکنولوژی جدید است که به طور فزاینده‌ای در سیستم توانبخشی برای افراد مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد (۴۷، ۴۸). از آنجاکه بسیاری از بازی-ورزش‌ها مانند بازی‌های ورزشی ایکس باکس کینکت^{۲۹} یا نینتندو^{۳۰} وی نیاز به هماهنگی سریع دست و چشم، پا و چشم دارند، تمرینات واقعیت مجازی می‌تواند مهارت‌های تعادلی را بهبود بخشیده و خطر ترس از سقوط را کاهش دهد (۴۹). به همین دلیل در مطالعه حاضر سعی شد تمرینات سنتی و بازی-ورزش‌ها استفاده گردد تا ابعاد هماهنگی و تعادل بیشتر در نظر گرفته شود.

همچنین یافته‌ها حاکی از اثربخشی دو برنامه تمرینی تمرینات سنتی و بازی-ورزش بر سرعت راه رفتن سالمندان بود که این اثرگذاری در تمرینات سنتی نسبت به تمرینات بازی-ورزش مشهودتر نشان داده شد. در همین راستا، وانگ^{۳۱} و همکاران (۲۰۲۳)، در مطالعه‌ای به مقایسه تمرینات تعادلی و بازی-ورزش بر بهبود سرعت راه رفتن سالمندان مبتلا به پارکینسون پرداختند. نتایج نشان داد که هر دو پروتکل تمرینی منجر به بهبود سرعت راه رفتن سالمندان می‌شود (۵۰). ممکن است دلیل اثرگذاری پروتکل ترکیبی تحقیق حاضر، بهبود در تعادل و قدرت عضلانی سالمندان بوده باشد که باعث افزایش سرعت راه رفتن در این افراد شد. به هر حال با توجه به بررسی مطالعات گذشته، یافته‌های متفاوتی در رابطه با اثر ترکیب تمرینات ورزشی مختلف بر سرعت راه رفتن، گام برداری و تعادل در افراد سالمند وجود دارد؛ اما با طراحی تمرین و برنامه تمرینی مناسب برای افراد سالمند، با در نظر گرفتن تعادل و قدرت عضلانی و بهبود انعطاف‌پذیری می‌توان باعث اثرگذاری بیشتر در کیفیت و سرعت راه رفتن در این افراد گردید.

28. Kim

29. Xbox Kinect

30. Nintendo

31. Pelsin

26. Vestibular

27. Clafflin

محدودیت‌های پژوهش

از جمله محدودیت‌های تمرینات واقعیت مجازی با استفاده از کینکت این است که بازی را باید به صورت جداگانه یا جفتی انجام داد، از سوی دیگر، تمرینات تعادلی مبتنی بر واقعیت مجازی محدودیت‌هایی مانند زمان و فضا دارد. درحالی‌که تمرینات سنتی تعادلی را می‌توان به صورت گروهی اجرا کرد، هم‌چنین ممکن است در برخی شرایط شرکت‌کنندگان نیاز به شرکت در یک برنامه فیزیوتراپی یکسان یا تماس چهره به چهره با درمانگر داشته باشند.

پیشنهادهای پژوهش

- پیشنهاد می‌شود که در پژوهش‌های آینده:
 - اثرات مداخلات در دوره‌های طولانی‌تر پیگیری شوند.
 - مطالعات روی گروه‌های متنوع سالمندان انجام گیرد.
 - از ابزارهای عینی‌تر و دقیق برای سنجش تعادل و راه رفتن استفاده شود.
 - روش‌های مختلف واقعیت مجازی با هم مقایسه شوند.
 - اثر ترکیبی تمرینات سنتی و واقعیت مجازی بررسی گردد.
 - جنبه‌های روان‌شناختی و اجتماعی مانند اعتماد به نفس و کیفیت زندگی نیز مورد توجه قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

نتایج به دست آمده از این تحقیق حاکی از آن است که تمرینات منتخب بازی- ورزش و واقعیت مجازی موجب بهبود تعادل، بهبود سرعت راه رفتن و کاهش ترس از سقوط سالمندان می‌شود و تمرینات سنتی اثر مشهودتری بر بهبود متغیرهای تعادل ایستا و پویا و سرعت راه رفتن سالمندان دارد. با توجه به عدم بهبودی متغیرهای فوق‌الذکر در گروه کنترل می‌توان بهبودی در تمام شاخص‌ها را به اثرگذاری این تمرینات نسبت داد. از آنجاکه عوامل مؤثر بر سقوط و تعادل در سالمندان چندبعدی هستند و طیف گسترده‌ای از عوامل تسهیل‌کننده و تشدیدکننده در بروز افتادن در سالمندان نقش دارند، بهبود این عوامل می‌تواند اثر مثبتی بر فعالیت‌های روزمره سالمندان داشته باشد. از این رو تمرکز تحقیق حاضر روی مؤلفه‌های اثرگذار در کنترل تعادل و سرعت راه رفتن قرار داشت.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تضاد منافی وجود ندارد.

منابع

1. Bull FC, Al-Ansari SS, Biddle S, Borodulin K, Buman MP, Cardon G, et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. Br J Sports Med. 2020;54(24):1451-62.
2. Mars N, Koskela JT, Ripatti P, Kiiskinen TTJ, Havulinna AS, Lindbohm JV, et al. Polygenic and clinical risk scores and their impact on age at onset and prediction of cardiometabolic diseases and common cancers. Nat Med. 2020;26(4):549-57.
3. Mehri N, Messkoub M, Kunkel S. Trends, determinants and the implications of population aging in Iran. Ageing International. 2020;45(4):327-43.
4. Fakoor RH, Daneshmandi H, Norasteh A, Atrkar RZ. Epidemiology of Musculoskeletal Diseases in Elite Veteran Iranian Athletes. Iranian Journal of Culture and Health Promotion. 2023;7(2):353-61. Persian.
5. Rashid HF, Daneshmandi H, Norasteh A, Roushan ZA. Epidemiology of musculoskeletal injuries and injury mechanism in Iranian elite veteran athletes. Medicina dello Sport. 2023;76(1):79-93.
6. Liu P, Shi Y, Wu X, Wang H, Huang H, Guo X, et al. Review of the artificially-accelerated aging technology and ecological risk of microplastics. Sci Total Environ. 2021;768:144969.
7. Mars N, Koskela JT, Ripatti P, Kiiskinen TTJ, Havulinna AS, Lindbohm JV, et al. Polygenic and clinical risk scores and their impact on age at onset and prediction of cardiometabolic diseases and common cancers. Nat Med. 2020;26(4):549-57.
8. Gu D, Andreev K, Dupre ME. Major Trends in Population Growth Around the World. China CDC Wkly. 2021;3(28):604-13.
9. Fahy GM, Brooke RT, Watson JP, Good Z, Vasanawala SS, Maecker H, et al. Reversal of epigenetic aging and immunosenescent trends in humans. Aging Cell. 2019;18(6):e13028.
10. Correa-de-Araujo R, Addison O, Miljkovic I, Goodpaster BH, Bergman BC, Clark RV, et al. Myosteatosis in the Context of Skeletal

- Muscle Function Deficit: An Interdisciplinary Workshop at the National Institute on Aging. *Front Physiol.* 2020;11:963.
11. Bowes S, Edmondson R, Linfield C, Langton F. Screening immature bulbs of daffodil (*Narcissus L.*) crosses for resistance to basal rot disease caused by *Fusarium oxysporum f. sp. narcissi*. *Euphytica.* 1992;63(3):199-206.
12. Dhriti V, Chowdary P, Rahul J, Vishank G, Bole S. Free radical scavenging and anti-diabetic activity of *Kigelia pinnata*. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences.* 2014;3(2):1249-62.
13. Knickman JR, Snell EK. The 2030 problem: caring for aging baby boomers. *Health Serv Res.* 2002;37(4):849-84.
14. Westerterp KR. Daily physical activity and ageing. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2000;3(6):485-8.
15. Yaggie JA, Campbell BM. Effects of balance training on selected skills. *J Strength Cond Res.* 2006;20(2):422-8.
16. Halvarsson A, Dohrn IM, Stahle A. Taking balance training for older adults one step further: the rationale for and a description of a proven balance training programme. *Clin Rehabil.* 2015;29(5):417-25.
17. Cuevas-Trisan R. Balance Problems and Fall Risks in the Elderly. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2017;28(4):727-37.
18. Tonbuloglu B, Aslan D, Aydın H. Teachers' awareness of multicultural education and diversity in school settings. *Eurasian Journal of Educational Research.* 2016;16(64).
19. Irez GB, Ozdemir RA, Evin R, Irez SG, Korkusuz F. Integrating Pilates exercise into an exercise program for 65+ year-old women to reduce falls. *Journal of sports science & medicine.* 2011;10(1):105.
20. Kojima S, Furuna T, Ikeda N, Nakamura M, Sawada Y. Falls among community-dwelling elderly people of Hokkaido, Japan. *Geriatr Gerontol Int.* 2008;8(4):272-7.
21. Ambrose AF, Cruz L, Paul G. Falls and Fractures: A systematic approach to screening and prevention. *Maturitas.* 2015;82(1):85-93.
22. Colberg SR, Sigal RJ, Yardley JE, Riddell MC, Dunstan DW, Dempsey PC, et al. Physical Activity/Exercise and Diabetes: A Position Statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care.* 2016;39(11):2065-79.
23. Ng SS, Shepherd RB. Weakness in patients with stroke: implications for strength training in neurorehabilitation. *Physical therapy reviews.* 2000;5(4):227-38.
24. Gomez-Cabello A, Ara I, Gonzalez-Aguero A, Casajus JA, Vicente-Rodriguez G. Effects of training on bone mass in older adults: a systematic review. *Sports Med.* 2012;42(4):301-25.
25. Berry SD, Miller RR. Falls: epidemiology, pathophysiology, and relationship to fracture. *Curr Osteoporos Rep.* 2008;6(4):149-54.
26. Quintas-Hijos A, Penarrubia-Lozano C, Bustamante JC. Analysis of the applicability and utility of a gamified didactics with exergames at primary schools: Qualitative findings from a natural experiment. *PLoS One.* 2020;15(4):e0231269.
27. Thornton W, Bonato F. *The Human Body and Weightlessness.* New York: Springer; 2017. p. 31-55.
28. Hamari J, Lehdonvirta V. Game design as marketing: How game mechanics create demand for virtual goods. *International Journal of Business Science & Applied Management (IJBSAM).* 2010;5(1):14-29.
29. Choi SD, Guo L, Kang D, Xiong S. Exergame technology and interactive interventions for elderly fall prevention: A systematic literature review. *Appl Ergon.* 2017;65:570-81.
30. Paci E, Group EW. Summary of the evidence of breast cancer service screening outcomes in Europe and first estimate of the benefit and harm balance sheet. *J Med Screen.* 2012;19 Suppl 1:5-13.
31. Vaughan N, Gabrys B, Dubey VN. An overview of self-adaptive technologies within virtual reality training. *Computer Science Review.* 2016;22:65-87.
32. Surtees A, Apperly I, Samson D. The use of embodied self-rotation for visual and spatial perspective-taking. *Front Hum Neurosci.* 2013;7:698.
33. Lange BS, Requejo P, Flynn SM, Rizzo AA, Valero-Cuevas FJ, Baker L, et al. The potential of virtual reality and gaming to assist successful aging with disability. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2010;21(2):339-56.
34. McLaren SJ, Macpherson TW, Coutts AJ, Hurst C, Spears IR, Weston M. The Relationships Between Internal and External Measures of Training Load and Intensity in Team Sports: A Meta-Analysis. *Sports Med.* 2018;48(3):641-58.

35. Huang C, Zhang F, Xu Z, Wei J. The Diverse Gait Dataset: Gait Segmentation Using Inertial Sensors for Pedestrian Localization with Different Genders, Heights and Walking Speeds. *Sensors (Basel)*. 2022;22(4).
36. Monteiro RL, Ferreira J, Silva EQ, Cruvinel-Junior RH, Verissimo JL, Bus SA, et al. Foot-ankle therapeutic exercise program can improve gait speed in people with diabetic neuropathy: a randomized controlled trial. *Sci Rep*. 2022;12(1):7561.
37. Zhu B, Zhong Q, Chen Y, Liao S, Li Z, Shi K, et al. A Novel Reconstruction Method for Temperature Distribution Measurement Based on Ultrasonic Tomography. *IEEE Trans Ultrason Ferroelectr Freq Control*. 2022;69(7):2352-70.
38. Rizzato A, Bozzato M, Zullo G, Paoli A, Marcolin G. Center of Pressure Behavior in Response to Unexpected Base of Support Shifting: A New Objective Tool for Dynamic Balance Assessment. *Sensors (Basel)*. 2023;23(13).
39. Greenberg SA. Analysis of measurement tools of fear of falling for high-risk, community-dwelling older adults. *Clin Nurs Res*. 2012;21(1):113-30.
40. Yesilyaprak SS, Yildirim MS, Tomruk M, Ertekin O, Algun ZC. Comparison of the effects of virtual reality-based balance exercises and conventional exercises on balance and fall risk in older adults living in nursing homes in Turkey. *Physiother Theory Pract*. 2016;32(3):191-201.
41. Westerterp KR. Daily physical activity and ageing. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2000;3(6):485-8.
42. Knickman JR, Snell EK. The 2030 problem: caring for aging baby boomers. *Health Serv Res*. 2002;37(4):849-84.
43. Clafflin DR, Larkin LM, Cederna PS, Horowitz JF, Alexander NB, Cole NM, et al. Effects of high- and low-velocity resistance training on the contractile properties of skeletal muscle fibers from young and older humans. *J Appl Physiol* (1985). 2011;111(4):1021-30.
44. Ambrose AF, Cruz L, Paul G. Falls and Fractures: A systematic approach to screening and prevention. *Maturitas*. 2015;82(1):85-93.
45. Critchley DJ, Pierson Z, Battersby G. Effect of pilates mat exercises and conventional exercise programmes on transversus abdominis and obliquus internus abdominis activity: pilot randomised trial. *Man Ther*. 2011;16(2):183-9.
46. Kim SH, Cho SH. Benefits of Virtual Reality Program and Motor Imagery Training on Balance and Fall Efficacy in Isolated Older Adults: A Randomized Controlled Trial. *Medicina (Kaunas)*. 2022;58(11).
47. Djamaluddin M, Umar SH. Rational emotional behavior: How to reduce irrational beliefs in victims post-natural disasters. *KONSELI: Jurnal Bimbingan dan Konseling (E-Journal)*. 2021;8(1):01-8.
48. Romanet R, Gougeon RD, Nikolantonaki M. White Wine Antioxidant Metabolome: Definition and Dynamic Behavior during Aging on Lees in Oak Barrels. *Antioxidants (Basel)*. 2023;12(2).
49. Yao C-T, Tseng C-H. Effectiveness of chair yoga for improving the functional fitness and well-being of female community-dwelling older adults with low physical activities. *Topics in Geriatric Rehabilitation*. 2019;35(4):248-54.
50. Wang D, Cui WJ, Hou ZH, Gao Y. Effectiveness of different exercises in improving postural balance among Parkinson's disease patients: a systematic review and network meta-analysis. *Front Aging Neurosci*. 2023;15:1215495.