

Accepted Manuscript
Accepted Manuscript (Uncorrected Proof)

Title: Investigating the Effectiveness of Balance Exercises Based on Virtual Reality on the Cognitive Performance of Older Adults with Parkinson and Mild cognitive impairment

Authors: Ali Mehraban¹, Azadeh Sadat Zendeabad^{1,*}, Fereidoun Nowshiravan Rahatabad¹

1. *Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran.*

***Corresponding Author:** Azadeh Sadat Zendeabad, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran. Email: zendeabadazad@yahoo.com

To appear in: **Salmand: Iranian Journal of Ageing**

Received date: 2023/11/25

Revised date: 2024/05/14

Accepted date: 2024/05/14

First Online Published: 2024/06/11

This is a “Just Accepted” manuscript, which has been examined by the peer-review process and has been accepted for publication. A “Just Accepted” manuscript is published online shortly after its acceptance, which is prior to technical editing and formatting and author proofing. Salmand: Iranian Journal of Ageing provides “Just Accepted” as an optional service which allows authors to make their results available to the research community as soon as possible after acceptance. After a manuscript has been technically edited and formatted, it will be removed from the “Just Accepted” Website and published as a published article. Please note that technical editing may introduce minor changes to the manuscript text and/or graphics which may affect the content, and all legal disclaimers that apply to the journal pertain.

Please cite this article as:

Mehraban A, Zendeabad AS, Nowshiravan Rahatabad F. [Investigating the Effectiveness of Balance Exercises Based on Virtual Reality on the Cognitive Performance of Older Adults with Parkinson and Mild cognitive impairment (Persian)]. Salmand: Iranian Journal of Ageing. Forthcoming 2024. Doi: <http://dx.doi.org/10.32598/sija.2024.3337.1>
Doi: <http://dx.doi.org/10.32598/sija.2024.3337.1>

نسخه پذیرفته شده پیش از انتشار

عنوان: بررسی اثربخشی تمرینات تعادلی مبتنی بر واقعیت مجازی بر عملکرد شناختی سالمندان مبتلا به پارکینسون و اختلال خفیف شناختی

نویسندگان: علی مهربان^۱، آزاده سادات زنده باد^{۱*}، فریدون نوشیروان راحت آباد^۲

۱. گروه سلامت سالمندی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲. گروه مهندسی پزشکی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

*نویسنده مسئول: آزاده سادات زنده باد، گروه سلامت سالمندی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
ایمیل: zendehbadazad@yahoo.com

نشریه: سالمند: مجله سالمندی ایران

تاریخ دریافت: 1402/9/4

تاریخ ویرایش: 1403/2/25

تاریخ پذیرش: 1403/2/25

این نسخه «پذیرفته‌شده پیش از انتشار» مقاله است که پس از طی فرایند داوری، برای چاپ، قابل پذیرش تشخیص داده شده است. این نسخه در مدت کوتاهی پس از اعلام پذیرش به صورت آنلاین و قبل از فرایند ویراستاری منتشر می‌شود. نشریه سالمند گزینه «پذیرفته‌شده پیش از انتشار» را به عنوان خدمتی به نویسندگان ارائه می‌دهد تا نتایج آن‌ها در سریع‌ترین زمان ممکن پس از پذیرش برای جامعه علمی در دسترس باشد. پس از آنکه مقاله‌ای فرایند آماده‌سازی و انتشار نهایی را طی می‌کند، از نسخه «پذیرفته‌شده پیش از انتشار» خارج و در یک شماره مشخص در وبسایت نشریه منتشر می‌شود. شایان ذکر است صفحه آرایی و ویراستاری فنی باعث ایجاد تغییرات صوری در متن مقاله می‌شود که ممکن است بر محتوای آن تأثیر بگذارد و این امر از حیطة مسؤلیت دفتر نشریه خارج است.

لطفا این گونه استناد شود:

Mehraban A, Zendeabad AS, Nowshiravan Rahatabad F. [Investigating the Effectiveness of Balance Exercises Based on Virtual Reality on the Cognitive Performance of Older Adults with Parkinson and Mild cognitive impairment (Persian)]. *Salmand: Iranian Journal of Ageing*. Forthcoming 2024. Doi: <http://dx.doi.org/10.32598/sija.2024.3337.1>
Doi: <http://dx.doi.org/10.32598/sija.2024.3337.1>

Abstract

Objectives: Parkinson's disease is associated with a broad spectrum of cognitive, psychological, and behavioral impairments. This research aimed to assess the effectiveness of balance exercises based on virtual reality on the cognitive performance of older adults with Parkinson's and mild cognitive impairment.

Materials and methods: This research employed a randomized clinical trial design, incorporating a pre-test-post-test framework. The statistical population under investigation comprised older adults seeking rehabilitation at a center in Tehran, specifically those diagnosed with Parkinson's disease and mild cognitive impairment. From this population, 30 patients were selected through random sampling and subsequently assigned to two groups—control and experimental—using a random assignment procedure. While both groups received conventional rehabilitation, the intervention group additionally underwent balance exercises utilizing a virtual reality system. The control group exclusively underwent standard rehabilitation procedures.

Data were gathered through the utilization of the Hoehn and Yahr scale and the Parkinson's Disease Cognitive Rating Scale. Subsequent data analysis involved the application of correlated t-tests and independent t-tests, executed using SPSS statistical software version 26, with a significance level set at 0.05.

Results: The findings demonstrated a statistically significant improvement in cognitive performance among the older adults with Parkinson's and mild cognitive impairment following balance exercises based on virtual reality ($p < 0.001$). The cognitive enhancement was multifaceted, encompassing improvements in executive functions, attention, working memory, and verbal fluency. The Parkinson's disease cognitive rating scale scores indicated significant improvements in sustained attention, working memory, and verbal memory.

Conclusion: Virtual reality technology proves effective in the rehabilitation of cognitive functions in older adults with Parkinson's and mild cognitive impairment.

Keywords: Parkinson Disease; Cognitive Dysfunction; Circuit-Based Exercise; Virtual Reality

چکیده

اهداف: بیماری پارکینسون با طیف وسیعی از آسیب‌های شناختی، روانی و رفتاری مرتبط است. هدف تحقیق حاضر تعیین اثربخشی تمرینات تعادلی مبتنی بر واقعیت مجازی بر عملکرد شناختی سالمندان مبتلا به پارکینسون و اختلال خفیف شناختی می باشد.

مواد و روش‌ها: این پژوهش از نوع نیمه تجربی می باشد و در آن از طرح پیش‌آزمون - پس‌آزمون استفاده شده است. جامعه آماری پژوهش حاضر را تمامی سالمندان مراجعه کننده به یک مرکز توانبخشی در شهر تهران که دارای تشخیص بیماری پارکینسون و اختلال خفیف شناختی بودند، تشکیل دادند. از بین اعضای جامعه تعداد ۳۰ بیمار به صورت در دسترس انتخاب و به صورت تصادفی به دو گروه مساوی کنترل و مداخله تقسیم شدند. گروه مداخله علاوه بر توانبخشی رایج، تمرینات تعادلی با استفاده از یک سیستم واقعیت مجازی را نیز دریافت کردند؛ درحالیکه گروه کنترل صرفاً توانبخشی رایج را دریافت کرد. جهت گردآوری داده‌ها از مقیاس Hoehn و Yahr و مقیاس رتبه‌بندی شناختی بیماری پارکینسون استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون تی همبسته و تی مستقل با نرم افزار آماری SPSS نسخه ۲۶ در سطح خطای ۰/۰۵ استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد تمرینات تعادلی مبتنی بر واقعیت مجازی باعث ارتقای عملکرد شناختی ($P < 0/001$) در سالمندان مبتلا به پارکینسون و اختلال خفیف شناختی می شود. بهبود عملکرد شناختی چند وجهی بود و شامل بهبود در عملکردهای اجرایی، توجه، حافظه کاری و روانی کلامی بود. نمرات مقیاس رتبه بندی شناختی بیماری پارکینسون نشان دهنده بهبود قابل توجهی در توجه پایدار، حافظه کاری و حافظه کلامی بود.

نتیجه‌گیری: فناوری واقعیت مجازی جهت توانبخشی و بازتوانی عملکرد شناختی سالمندان مبتلا به پارکینسون و اختلال خفیف شناختی موثر است.

واژه‌های کلیدی: پارکینسون؛ اختلال شناختی؛ تمرینات تعادلی؛ واقعیت مجازی

بیماری پارکینسون مهم‌ترین بیماری عصبی پیشرونده پس از آلزایمر می‌باشد. این بیماری حدود ۸ میلیون نفر در سراسر جهان را تحت تأثیر قرار داده است که بیشتر آنها افراد بالای ۵۰ سال هستند (۱). در بیماری پارکینسون سلول‌های تولیدکننده دوپامین در ناحیه مشخصی از مغز تحت عنوان جسم سیاه واقع در مغز میانی تحت تأثیر قرار می‌گیرند. جسم سیاه بخشی از عقده‌های قاعده‌ای است که اهمیت زیادی در تنظیم و کنترل فعالیت‌های حرکتی دارد و زمانی که نورون‌های این ناحیه تخریب می‌شوند، توانایی مغز برای تولید حرکت مختل می‌شود و این تخریب علائم و نشانه‌های خاص پارکینسون را ایجاد می‌کند (۲).

عموما عوارض و مشکلات بیماری پارکینسون، اختلالات حرکتی هستند اما این بیماری مشکلات دیگری از جمله مشکلات شناختی، حسی و رفتاری و افسردگی را نیز به دنبال دارد. برادیکینزیا یا کندی حرکت در تمام بیماران پارکینسون مشاهده می‌شود و مشکل‌سازترین عارضه این بیماری است که می‌تواند استقلال فرد را تهدید کند. اختلالات دیگر همچون لرزش هنگام استراحت و سفتی عضلات جزء اختلالات حرکتی محسوب می‌شوند. در مراحل بعدی بیماری، اختلالات در کنترل وضعیتی بسیار شایع هستند که منجر به مشکل حفظ تعادل و افتادن می‌شود و در ادامه باعث شکستگی استخوان، عدم اعتماد به نفس و کاهش تحرک خواهد شد (۲).

درمان بیماری پارکینسون به سه صورت جراحی، درمان‌های دارویی و درمان‌های توان بخشی است. جراحی پر هزینه است و خطر بالایی دارد در حالی که داروهای دوپامینرژیک عوارض جانبی زیادی دارد و برای حفظ عملکرد بدن، فعالیت‌های روزانه و تحرک، در مقابل پیشرفت بیماری کافی نیست (۳). در نتیجه توجه زیادی به سمت استراتژی‌های توان بخشی چند جانبه معطوف شده است (۴). زیر مجموعه‌ای از این مداخلات چند جانبه، ورزش درمانی است. ورزش درمانی به عنوان یک نسخه منحصر به فرد برای بازگرداندن سلامت و پیشگیری از بیماری بیشتر یا اختلال، شناخته شده که باید توسط یک

پزشک و یا متخصص توان بخشی با توجه به وضعیت پزشکی و مشاوره در مورد نوع ورزش، شدت، مدت و فرکانس آن طراحی شود. هر چند نتایج بعضی از مطالعات نشان دادند که دوره‌های طولانی‌تر تمرین منجر به بهبود ثبات و تعادل وضعیتی و عملکردهای شناختی در این بیماران می‌شود (۵)؛ با این وجود، ممکن است برای این جمعیت سخت باشد که به یک برنامه آموزشی طولانی مدت پایبند باشند.

یکی از راه‌های تقویت تعادل افراد استفاده از تکنولوژی‌های نوینی از قبیل واقعیت مجازی می‌باشد (۲). این بازی‌ها، چالش‌های تعادلی بسیاری را پیش روی فرد استفاده کننده از آن قرار می‌دهند. تمرینات با استفاده از سیستم واقعیت مجازی تأثیر مثبتی را بر توانایی‌های حرکتی و تعادلی افراد با وضعیت بدنی سالم دارد. در همین ارتباط با مروری بر پیشینه تحقیق، پژوهش‌هایی در رابطه با تأثیر تمرینات تعادلی مبتنی بر واقعیت مجازی بر بازتوانی اندام فوقانی و تحتانی سالمندان دارای مشکلات حرکتی صورت گرفته است و همگی به سودمندی این تمرینات در مرحله بازتوانی بر روی سالمندان و افراد سالم دست یافته‌اند (۶، ۷). همچنین در افرادی که از بازی‌های ویدئویی استفاده می‌کنند نتایجی مبنی بر بهبود در زمان پاسخگویی (۷)، عملکرد حرکتی و تعادل (۸) و توجه و تمرکز (۹) گزارش شده است.

تکنولوژی استفاده از واقعیت مجازی یک ابزار توانبخشی امیدوارکننده است، زیرا می‌تواند تحریک چندحسی را برای ایجاد یک محیط واقعی و بهبود انگیزه و تعلق بیماران به برنامه توانبخشی فراهم کند. براساس مطالعات سیستم‌های واقعیت مجازی با نتایج مثبت در عملکرد جسمی به ویژه در تعادل، کاهش افتادن، و راه رفتن و عملکرد شناختی به ویژه در عملکردهای اجرایی و بینایی-فضایی همراه بوده است. به عنوان مثال، در یک مرورنظام مند و متآنالیز نشان داده شد که واقعیت مجازی اثرات مثبتی بر روی عملکرد شناختی و حرکتی در افراد سالمند با اختلال خفیف شناختی دارد (۱۰). در مطالعه دیگری نیز گزارش شد که مداخله شناختی مبتنی بر واقعیت مجازی برای بهبود عملکرد شناختی، افسردگی و استرس درک شده در این جمعیت موثر است (۱۱). علاوه بر این، یک مرور روایتی نیز پتانسیل واقعیت

مجازی را برای بازیابی حافظه و توانبخشی در سالمندان نشان داد و به تاثیر مثبت آن در اختلالات حافظه کوتاه مدت و بلند مدت اشاره کرد (۱۲).

با این حال، مطالعات کمی در مورد اثربخشی واقعیت مجازی در اختلالات شناختی و رفتاری بیماران مبتلا به پارکینسون انجام شده است. و علاوه بر این در کشور ما به علت وجود کمبود و در نتیجه محدودیت در دسترسی به مراکز و متخصصین خبره در حیطه توانبخشی بیماران پارکینسون به ویژه توانبخشی شناختی این بیماران، اولویت بندی درست در ارائه خدمات و انتخاب بهینه ترین و جامع ترین نوع مداخلات اهمیتی دو چندان دارد، زیرا می تواند باعث سهولت در دسترسی و صرفه جویی در زمان و هزینه بیماران شود. بنابراین هدف از انجام این مطالعه بررسی این موضوع است که آیا اجرای پروتکل های تعادلی مبتنی بر واقعیت مجازی که نوع شایع تر استفاده از این تکنولوژی ها می باشد، می تواند موجب پیشرفت عملکردهای شناختی بیماران دارای پارکینسون و اختلال خفیف شناختی نیز شود یا خیر؟

روش مطالعه

این مطالعه یک مطالعه نیمه تجربی همراه با پیش آزمون و پس آزمون می باشد که در مرکز توانبخشی تبسم شهر تهران در سال ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ انجام گرفت. در این مطالعه علاوه بر اخذ کد اخلاق (IR.IAU.FRB.REC.1402.55) پس از انتخاب افراد جهت شرکت در پژوهش، جلسه ای جهت بیان اهداف مطالعه تشکیل شد و روال انجام پژوهش به طور کامل برای آنان توضیح داده شد و رضایت آگاهانه و کتبی از سالمندان اخذ شد.

مشارکت کنندگان و محیط مطالعه: شرکت کنندگان در این پژوهش را تمامی سالمندان دارای تشخیص بیماری پارکینسون و اختلال خفیف شناختی مراجعه کننده به مرکز توانبخشی تبسم در شهر تهران، تشکیل دادند.

محاسبه حجم نمونه: با بررسی تحقیقات مشابه و با استفاده از نرم افزار جی پاور با توان ۰/۸۰، اندازه اثر ۰/۵۴ و خطای ۰/۰۵ برای هر گروه ۱۵ نفر و در مجموع ۳۰ نفر در نظر گرفته شد (۱۳). نمونه-

گیری این تحقیق به صورت در دسترس بود. از بین اعضای جامعه تعداد ۳۰ بیمار به صورت در دسترس و بر اساس معیارهای ورود به پژوهش انتخاب شدند و در دو گروه کنترل و مداخله (هر گروه ۱۵ نفر) قرار گرفتند. معیارهای ورود به پژوهش شامل قرار داشتن در مرحله ۴ - ۱ بیماری پارکینسون بر اساس مقیاس Yahr و Hoeh و تشخیص اختلال خفیف شناختی برای این افراد توسط پزشک متخصص طب سالمندی، داشتن سن بالای ۶۰ سال، عدم جراحی باز در شش ماه تا یک سال اخیر و توانایی ایستادن (داشتن وسیله کمکی مانند عصا مانعی نداشت) بود. شکل ۱، دیاگرام کانسورت را نمایش داده است.

مداخله: پس از تخصیص تصادفی افراد به روش جایگشت به دو گروه کنترل و مداخله، از شرکت کنندگان پیش آزمون به عمل آمد. برنامه تمرینی گروه مداخله شامل هشت هفته مداخله، دو جلسه در هفته (مجموعاً ۱۶ جلسه) و ۴۵ دقیقه تمرین در هر جلسه بود که افزون بر توانبخشی رایج، آن را دریافت می کردند. جهت انجام تمرینات تعادلی از یک سیستم واقعیت مجازی که در مرکز تحقیقات فناوری های توانبخشی عصبی هوشمند دکتر جواد موفقیان (وابسته به دانشگاه صنعتی شریف) ساخته و توسعه یافته بود، استفاده شد که شامل مانیتور، پایه نگهدارنده، دوربین سنسوردار بود. در این سیستم، دوربین موقعیت و حرکات بیمار را تشخیص و آنها را در یک فضای واقعیت مجازی قرار می دهد. سطح سختی تمرینات در محیط واقعیت مجازی بر اساس میزان سرعت، کیفیت، زاویه و فاصله اشیا بسته به شرایط بیمار قبل از شروع تمرین توسط آزمونگر تنظیم می شود. لازم به ذکر است که نویسندگان مقاله هیچ ارتباطی با مرکز سازنده این دستگاه نداشتند. در این مدت گروه کنترل برنامه عادی توانبخشی رایج خود را دنبال کرد. در پایان از همه شرکت کنندگان پس آزمون به عمل آمد.

برنامه ۱۶ جلسه ای شامل انواع تمرینات تعادلی بود که شامل موارد زیر است:

تمرینات ثبات وضعیتی: شرکت کنندگان در فعالیت هایی با تمرکز بر حفظ ثبات و تعادل در هر

دو حالت ایستا و پویا در محیط مجازی شرکت می کردند.

چالش‌های بصری-فضایی: اشیاء مجازی با شکل‌ها، اندازه‌ها و آرایش‌های فضایی مختلف گنجانده شده بودند که شرکت‌کنندگان را ملزم می‌کرد تا پاسخ دهند و حرکات خود را بر این اساس تنظیم کنند تا آگاهی بصری-فضایی را افزایش دهند.

فعالیت‌های حرکتی پویا: این تمرینات برای شبیه‌سازی سناریوهای دنیای واقعی، به چالش کشیدن شرکت‌کنندگان به وسیله حرکات پویا و تغییر جهت، و ارتقای تطابق و هماهنگی طراحی شده بودند.

فعالیت‌های ویژه کار^۱: سناریوهای مجازی تقلید از فعالیت‌های روزانه معرفی شدند (شامل باز کردن در خودرو) و شرکت‌کنندگان را تشویق می‌کردند تا وظایف خاصی را انجام دهند که به ترکیبی از پردازش شناختی و مهارت‌های حرکتی نیاز داشت.

اجرای مداخله شامل یک پیشرفت سیستماتیک در پیچیدگی تمرینات در طول ۱۶ جلسه بود که از رویکردی تدریجی و متناسب با قابلیت‌های هر شرکت‌کننده اطمینان حاصل می‌کرد. گروه کنترل در این مدت بدون مداخله اضافی به برنامه توانبخشی رایج خود (۲ جلسه در هفته و هر جلسه ۳۰ دقیقه) پایبند بودند. این برنامه رایج شامل تمرینات فیزیوتراپی و کاردرمانی نظیر تمرین راه رفتن، فعالیت‌هایی با تمرکز بر تحرک و انعطاف‌پذیری، تمرینات تعادلی و هماهنگی حرکتی بود که معمولاً در توانبخشی بیماری پارکینسون تجویز می‌شوند. لازم به ذکر است که انجام مداخلات به صورت رایگان صورت گرفت. ابزارهای مورد استفاده:

پرسشنامه ثبت اطلاعات دموگرافیک: در این فرم کلیه اطلاعات آزمودنی‌ها از قبیل مشخصات دموگرافیک (سن، جنس، قد، وزن، سابقه بیماری، مرحله بیماری و تحصیلات) ثبت شد. سابقه بیماری شامل تعداد سال‌های ابتلا به پارکینسون بود و از لحاظ مرحله بیماری (شدت) کلیه شرکت‌کنندگان در هر دو گروه بین مراحل ۱ تا ۴ بیماری پارکینسون بودند.

¹ Task-Specific Activities

مقیاس Yahr و Hoehn: مقیاس Yahr و Hoehn یک شاخص قابل قبول برای طبقه‌بندی پارکینسون می‌باشد که در آن بیماری به پنج مرحله تقسیم می‌شود. مرحله ۱ نشانه‌ها یکطرفه و خفیف است. مرحله ۲ نشانه‌ها دوطرفه است و اختلال در وضعیت محوری بدن وجود ندارد. مرحله ۳ نشانه‌ها دوطرفه است، بیمار ناپایداری وضعیتی دارد، کار روزانه را انجام می‌دهد ولی به کمک مختصری نیاز دارد. مرحله ۴ درگیری دوطرفه است، بدن خمیده شده است و بیمار برای کارهای روزانه به کمک مختصری نیاز دارد. مرحله ۵ نشانه‌ها فراگیر و دوطرفه است، بیماری به طور کامل پیشرفته است و بیمار برای همه کارهای شخصی و روزمره خود به کمک و مراقبت نیاز دارد یا زمین‌گیر می‌باشد (۱۴). این مقیاس دارای پایایی بین آزمونگران ۰.۹۳ و پایایی آزمون بازآزمون ۰.۹۷ است و از روایی محتوایی مناسبی برخوردار است (۱۵).

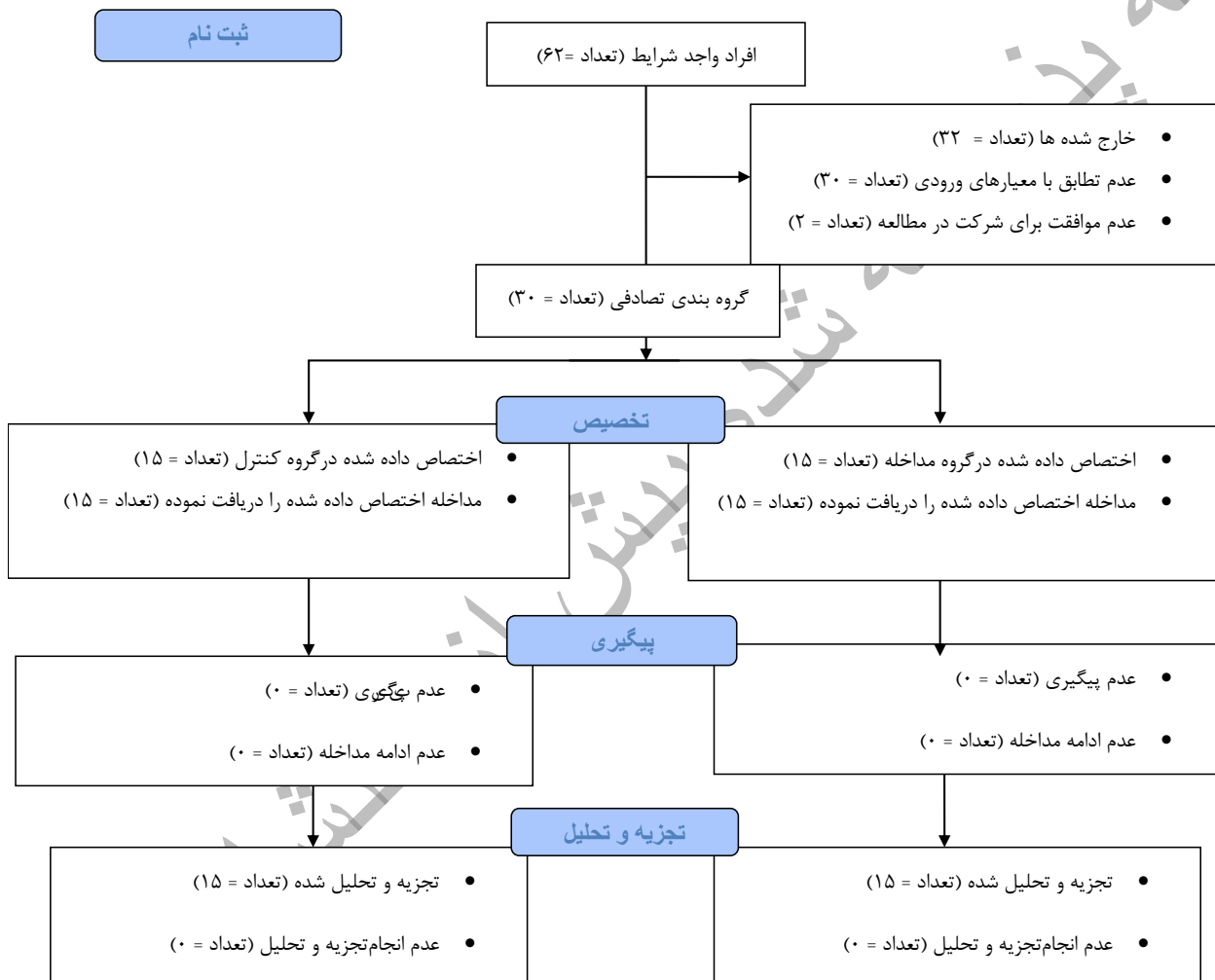
مقیاس رتبه‌بندی شناختی بیماری پارکینسون^۱ (PD-CRS): مقیاس رتبه‌بندی شناختی بیماری پارکینسون یک مقیاس شناختی ۹ تکلیفی ویژه بیماران پارکینسون است که به صراحت برای امتیازدهی مختصر و جداگانه تکالیف اجرایی پیشانی- زیر قشری (توجه پایدار، حافظه کاری، روانی کلامی متناوب و کنشی، ترسیم ساعت، حافظه کلامی فراخوان آزاد فوری و با تاخیر) طراحی شده است. مقیاس رتبه‌بندی شناختی بیماری پارکینسون به عنوان ابزاری قابل اعتماد و معتبر با حساسیت بالا (۹۴٪) و ویژگی (۹۴٪) برای تشخیص مشکلات شناختی بیماران پارکینسون (دقت تشخیصی بهینه، نمره کل ۶۴) اعتبارسنجی شد (۱۶). در این مطالعه از نسخه فارسی این مقیاس که در ایران روایی پایایی شده است، استفاده می‌شود (۱۷).

از روش‌های آماری توصیفی جهت داده‌های جمعیت شناختی و متغیرهای مداخله به صورت میانگین و انحراف معیار و فراوانی و درصد استفاده شد. ابتدا برای تعیین نرمال بودن توزیع داده‌ها و همگنی واریانس، به ترتیب از آزمون شاپیرو ویلک و آزمون لوین استفاده شد که نتایج حاکی از نرمال

¹ - Parkinson's Disease-Cognitive Rating Scale

بودن توزیع داده‌ها و همگنی واریانس‌ها بود. در قسمت استنباطی از آزمون χ^2 دو جهت مقایسه تحصیلات و جنسیت در دو گروه، تی همبسته جهت مقایسه تغییرات نمره‌ها قبل و بعد از مداخله در هر گروه و تی مستقل جهت مقایسه نمرات بین ۲ گروه از آزمون استفاده شد.

شکل (۱) دیاگرام کانسورت از تخصیص شرکت کنندگان به دو گروه مداخله و کنترل



یافته‌ها

جدول ۱: اطلاعات توصیفی متغیرهای جمعیت شناختی آزمودنی‌ها

P	chi-square	مقادیر	گروه	طبقات	
۰/۱۶۶	۰/۱۸۸	۴ (۲۶/۷)	کنترل	زن جنسیت (N%)	
		۳ (۲۰/۰)	آزمایش		
		۱۱ (۷۳/۳)	کنترل	مرد	
		۱۲ (۸۰/۰)	آزمایش		
۰/۷۲	۱/۳۳	۲ (۱۳/۳)	کنترل	دیپلم	
		۲ (۱۳/۳)	آزمایش		
		۵ (۳۳/۳)	کنترل	فوق دیپلم	
		۵ (۳۳/۳)	آزمایش		
		تحصیلات (N%)	۷ (۴۶/۷)	کنترل	کارشناسی
			۵ (۳۳/۳)	آزمایش	
			کارشناسی ارشد	۱ (۶/۷)	کنترل
				۳ (۲۰/۰)	آزمایش
P	T	مقادیر	گروه	متغیر	
۰/۲۰	۱/۲۹	۶۶/۷۳ ± ۱/۷۰	کنترل	سن (سال)	
		۶۵/۸۰ ± ۲/۲۱	آزمایش		
۰/۰۸	۱/۸۱	۱۷۳/۳۳ ± ۱/۹۸	کنترل	قد (سانتی متر)	
		۱۷۱/۵۱ ± ۳/۲۹	آزمایش		
۰/۶۸	-۰/۴۱	۶۸/۹۳ ± ۲/۴۳	کنترل	وزن (کیلوگرم)	
		۶۹/۳۳ ± ۲/۸۹	آزمایش		
۰/۰۷	-۱/۸۷	۵/۵۳ ± ۱/۶۸	کنترل	سابقه بیماری	
		۶/۶۶ ± ۱/۶۳	آزمایش		
۰/۳۳	-۰/۹۷	۲/۲۶ ± ۰/۹۶	کنترل	مرحله بیماری (شدت)	
		۲/۶۰ ± ۰/۹۱	آزمایش		

همانطور که در جدول شماره ۱ مشاهده می‌شود، بیشترین فراوانی جنسیت در هر دو گروه کنترل و مداخله مربوط به مردان به ترتیب با ۷۳/۳ و ۸۰ درصد و بیشترین فراوانی سطح تحصیلات در هر دو گروه مربوط به مقطع کارشناسی بود و تفاوت معنی‌داری میان دو گروه از نظر جنسیت، تحصیلات، سن، قد، وزن، سابقه و مرحله بیماری (شدت) وجود نداشته و گروه‌ها در موارد فوق همگن به حساب می‌آیند.

جدول ۲: مقایسه میانگین و انحراف معیار نمره عملکرد شناختی در ۲ گروه کنترل و مداخله

متغیر	گروه‌ها	انحراف معیار ± میانگین		P (درون گروهی)
		قبل از مداخله	بعد از مداخله	
PD-CRS	کنترل	۶۷/۴۶ ± ۲/۰۶	۶۷/۷۳ ± ۱/۱۵	۰/۳۳
	آزمایش	۶۸/۴۶ ± ۲/۳۸	۷۲/۲۶ ± ۲/۴۰	p < ۰/۰۰۱
P بین گروهی		۰/۲۳	p < ۰/۰۰۱	

همانطور که اطلاعات جدول شماره ۲ نشان می‌دهد، ۲ گروه از نظر عملکرد شناختی با یکدیگر مشابهت داشتند. اما انجام تمرینات تعادلی مبتنی بر واقعیت مجازی در گروه مداخله منجر به بهبود عملکرد شناختی شد (p < ۰/۰۰۱). در حالی که این تغییرات در گروه کنترل مشاهده نشد.

جدول ۳: آزمون تی همبسته برای بررسی تفاوت پیش‌آزمون و پس‌آزمون عملکرد شناختی در دو گروه

ابزار	گروه	مرحله	انحراف استاندارد		P
			میانگین	T	
PD-CRS	کنترل	پیش‌آزمون	۶۷/۴۶	۲/۰۶	۰/۳۳
		پس‌آزمون	۶۷/۷۳	۱/۱۵	
	تجربی	پیش‌آزمون	۶۸/۴۶	۲/۳۸	۰/۰۰۱
		پس‌آزمون	۷۲/۲۶	۲/۴۰	

همانگونه که در جدول ۳ مشاهده می‌گردد بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون عملکرد شناختی در گروه کنترل اختلاف معناداری وجود ندارد. ولی در گروه مداخله اختلاف معنادار است.

جدول ۴: آزمون تی مستقل برای مقایسه پس آزمون عملکرد شناختی در دو گروه در دو آزمون

ابزار	گروه	انحراف معیار \pm میانگین	T	p
PD-CRS	کنترل	۱/۱۵ \pm ۶۷/۷۳	-۵/۴۳	۰/۰۰۱
	تجربی	۲/۴۰ \pm ۷۲/۲۶		

همانطور که در جدول ۴ آمده است بین آزمون نمره عملکرد شناختی در دو گروه تفاوت معناداری وجود دارد.

بحث

پژوهش حاضر با هدف تعیین اثربخشی تمرینات تعادلی مبتنی بر واقعیت مجازی بر عملکرد شناختی سالمندان مبتلا به پارکینسون و اختلال خفیف شناختی انجام شد. با توجه به نتایج پژوهش، هشت هفته تمرینات تعادلی مبتنی بر واقعیت مجازی باعث بهبود عملکرد شناختی در سالمندان مبتلا به پارکینسون و اختلال خفیف شناختی شد.

این نتایج با یافته‌های ماگیو و همکاران (۲۰۱۸) که نشان دادند تمرین واقعیت مجازی باعث بهبود عملکرد شناختی در بیماران پارکینسون می‌شود، همسو بود (۱۸). این نتایج همچنین با یافته‌های لیائو و همکاران (۲۰۲۰) که نشان دادند آموزش مبتنی بر واقعیت مجازی باعث بهبود عملکرد شناختی، در سالمندان با اختلال خفیف شناختی می‌شود، همسو بود (۱۹). این نتایج با یافته‌های اژدر و همکاران (۱۴۰۱) که نشان دادند تمرینات تعادلی باعث بهبود عملکردهای شناختی مثل حل مسئله، حافظه کاری و همچنین عملکرد کاری (عملکرد، رضایتمندی) سالمندان شد، همسو بود (۲۰).

علاوه بر این، این مطالعه بر پیشرفت زمانی اختلال عملکرد شناختی به ویژه در رابطه با عملکردهای اجرایی در پارکینسون تاکید دارد. بدتر شدن عملکردهای اجرایی در مراحل اولیه بیماری که به کاهش دوپامین در نواحی پشتی و جانبی مدار پیشانی استریتال نسبت داده می‌شود، بر رابطه پیچیده بین سطوح دوپامین و عملکرد شناختی تأکید می‌کند. پیشرفت‌های مشاهده شده در عملکردهای اجرایی

مانند حافظه کاری، برنامه‌ریزی و توجه، نشان می‌دهد که تمرین‌های واقعیت مجازی ممکن است تأثیر محافظتی بر این حوزه‌های شناختی در مراحل اولیه بیماری پارکینسون داشته باشند (۲۱).

پلوسین و همکاران (۲۰۲۲) همچنین از این یافته‌ها پشتیبانی کردند و نشان دادند که مدت طولانی‌تر تمرین تردمیل شناختی-حرکتی با واقعیت مجازی منجر به بهبودی بیشتر در عملکردهای شناختی می‌شود و بر مزایای مشارکت پایدار در مداخلات واقعیت مجازی تأکید کردند (۲۲).

نتایج مطالعه‌ای با استفاده از تصویرسازی تشدید مغناطیسی کارکردی نشان داد که انتقال دهنده‌های عصبی دوپامین در استریاتوم در طول انجام تکالیف کارکرد اجرایی به طور معناداری افزایش می‌یابد؛ بنابراین، ممکن است این افزایش سطح دوپامین در استریاتوم به دنبال تمرین تکالیف کارکردهای اجرایی در طول تمرینات شناختی، بر روی مدارهای فرونتواستریال اثرگذار بوده باشد؛ لذا، شاهد ارتقای عملکردهای مربوط به بخش فرونتال مغز (کارکردهای اجرایی) در گروه مداخله خواهیم بود (۲۳). به نظر می‌رسد یکی دیگر از دلایل بهبود کارکردهای اجرایی در گروه مداخله در مقایسه با گروه کنترل، فعال شدن مکانیسم‌های شکل‌پذیری مغزی و کند شدن سرعت پیشرفت اختلالات شناختی در پی شرکت در تمرینات واقعیت مجازی می‌باشد. شکل‌پذیری عصبی، ظرفیت سیستم عصبی مرکزی را برای سازماندهی مجدد به دنبال ضایعه و ایجاد دوباره کارکردهای از دست رفته می‌باشد که معمولاً توسط نواحی عصبی سالم انجام می‌گیرد. که در حقیقت، ویژگی ذاتی سیستم عصبی مرکزی است و منعکس‌کننده ظرفیت این سیستم برای پاسخگویی پویا به محیط از طریق اصلاح مدارهای عصبی می‌باشد. این فرآیند با فرآیندهای رشدی و عملکردی مغز در طول عمر مرتبط است. در زمینه رشدی، شکل‌پذیری عصبی یک ویژگی مفید می‌باشد که تغییرات تطبیقی را برای پاسخ به محرک‌های محیطی مانند آموزش‌های معمول یا خاص تسهیل می‌کند (۲۴).

نتیجه‌گیری نهایی

یافته‌های پژوهش نشان داد تمرینات تعادلی مبتنی بر واقعیت مجازی باعث بهبود عملکرد شناختی در سالمندان مبتلا به پارکینسون و اختلال خفیف شناختی می‌شود. نتایج مطالعه حاضر بر اهمیت انجام مداخلات مبتنی بر ورزش در سالمندان مبتلا به پارکینسون تأکید دارد. با توجه به اثربخشی استفاده از ورزش‌های بر پایه‌ی تکنولوژی در بهبود تناسب جسمی و بهبود عملکرد روزانه و همچنین با در نظر گرفتن برخی از ویژگی‌های مثبت ورزش‌های مبتنی بر تکنولوژی، از جمله امکان استفاده راحت از آنها در مراکز توانبخشی، هزینه کمتر آنها نسبت به برخی از روش‌های درمانی و پذیرش بهتر مداخلات توسط افراد با توجه به جذاب بودن، می‌توان استفاده از این ورزش‌ها را در منزل و مراکز توانبخشی مدنظر قرار داد. با وجود این همچنان مطالعات بیشتری جهت بررسی انواع ورزش‌های مجازی و تأثیر آنها بر جنبه‌های مختلف وضعیت جسمی و روانی بیماران پارکینسون و همچنین مقایسه آنها با ورزش‌های سنتی مورد نیاز است. همچنین این مطالعه در مرکز توانبخشی انجام شد و پژوهشگران و شرکت کنندگان در خصوص گروه‌ها کورسازی نشده بودند، بنابراین در تعمیم‌پذیری این نتایج باید احتیاط کرد.

ملاحظات اخلاقی

این مطالعه برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد علی مهربان و دارای تاییدیه از کمیته اخلاق دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران می‌باشد. کد اخلاق: (IR.IAU.FRB.REC.1402.55)

تعارض منافع

نویسندگان این مقاله اعلام می‌دارند که در فرایند تحقیق، نگارش و ارسال این مقاله، هیچ گونه تعارض منافع مالی، شخصی، حرفه‌ای یا اخلاقی وجود نداشته است. همچنین نویسندگان تایید می‌کنند که هیچ گونه سهمیه بندی، حمایت مالی یا ارتباطی با سازمان‌ها، شرکت‌ها یا اشخاصی که ممکن است منافی در نتایج این پژوهش داشته باشند، ندارند. تمامی داده‌ها و نتایج ارائه شده در این مقاله براساس مشاهدات و تحلیل‌های علمی و بی‌طرفانه نویسندگان استوار است.

تشکر و قدردانی

از زحمات اساتید گرامی و بزرگوار دکتر زنده باد و دکتر نوشیروان راحت آباد و همچنین تمامی

شرکت کنندگان در این پژوهش که پژوهشگر را یاری رساندند، صمیمانه سپاسگذاریم. از جناب آقای دکتر

کاظمی مسئول فنی کلینیک تبسم و تمامی پرسنل دلسوز و همکار این مجموعه تشکر و قدردانی می شود.

پنجه پذیر فته شده پیش از انتشار

1. Dorsey Ea, Constantinescu R, Thompson J, Biglan K, Holloway R, Kieburtz K, et al. Projected number of people with Parkinson disease in the most populous nations, 2005 through 2030. *Neurology*. 2007;68(5):384-6.
2. Wu J, Zhang H, Chen Z, Fu R, Yang H, Zeng H, et al. Benefits of virtual reality balance training for patients with Parkinson disease: systematic review, meta-analysis, and meta-regression of a randomized controlled trial. *JMIR Serious Games*. 2022;10(1):e30882.
3. Church FC. Treatment options for motor and non-motor symptoms of Parkinson's disease. *Biomolecules*. 2021;11(4):612.
4. Post B, Van Der Eijk M, Munneke M, Bloem BR. *Multidisciplinary care for Parkinson's disease: not if, but how!* : Oxford University Press; 2011. p. 575-8.
5. Kord I, Seyedahmadi M, Ghofrani M. The Effect of Water-based Exercise on Balance and Quality of Life Compared to Land-Based Exercise and Usual Care in Parkinson's Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Marine Medicine*. 2021;3(3):119-27.
6. Adamovich SV, Fluett GG, Tunik E, Merians AS. Sensorimotor training in virtual reality: a review. *NeuroRehabilitation*. 2009;25(1):29-44.
7. Baram Y, Miller A. Virtual reality cues for improvement of gait in patients with multiple sclerosis. *Neurology*. 2006;66(2):178-81.
8. Liu W, Zeng N, McDonough DJ, Gao Z. Effect of active video games on healthy children's fundamental motor skills and physical fitness: a systematic review. *International journal of environmental research and public health*. 2020;17(21):8264.
9. Aucahuasi W, Díaz M, Sernaque F, Flores E, Aiquipa G, Rojas G, et al., editors. Analysis of the comparison of the levels of concentration and meditation in the realization of academic activities and activities related to videogames, based on brain computer interface. *Proceedings of the 5th International Conference on Communication and Information Processing*; 2019.
10. Zhu S, Sui Y, Shen Y, Zhu Y, Ali N, Guo C, et al. Effects of virtual reality intervention on cognition and motor function in older adults with mild cognitive impairment or dementia: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Aging Neuroscience*. 2021;13:586999.
11. Zhu K, Zhang Q, He B, Huang M, Lin R, Li H. Immersive virtual reality-based cognitive intervention for the improvement of cognitive function, depression, and perceived stress in older adults with mild cognitive impairment and mild dementia: pilot pre-post study. *JMIR Serious Games*. 2022;10(1):e32117.
12. Catania V, Rundo F, Panerai S, Ferri R. Virtual Reality for the Rehabilitation of Acquired Cognitive Disorders: A Narrative Review. *Bioengineering*. 2023;11(1):35.
13. Torpil B, Şahin S, Pekçetin S, Uyanık M. The effectiveness of a virtual reality-based intervention on cognitive functions in older adults with mild cognitive impairment: A single-blind, randomized controlled trial. *Games for Health Journal*. 2021;10(2):109-14.
14. Bhidayasiri R, Tarsy D, Bhidayasiri R, Tarsy D. *Parkinson's disease: Hoehn and Yahr scale. Movement disorders: a video atlas: a video atlas*. 2012:4-5.
15. Martinez-Martin P, Skorvanek M, Rojo-Abuin JM, Gregova Z, Stebbins GT, Goetz CG, et al. Validation study of the hoehn and yahr scale included in the MDS-UPDRS. *Movement Disorders*. 2018;33(4):651-2.
16. Pagonabarraga J, Kulisevsky J, Llebaria G, García-Sánchez C, Pascual-Sedano B, Gironell A. Parkinson's disease-cognitive rating scale: a new cognitive scale specific for

Parkinson's disease. *Movement disorders: official journal of the Movement Disorder Society*. 2008;23(7):998-1005.

17. Mahmoudi Asl A, Mehdizadeh M, Kulisevsky J, Sabet A, Taghavi Azar Sharabiani P, Mehdizadeh H, et al. Reliability, validity, and diagnostic accuracy of Parkinson's Disease-Cognitive Rating Scale in Iranian patients with idiopathic Parkinson's disease. *Disability and Rehabilitation*. 2022;44(10):2091-8.

18. Maggio MG, De Cola MC, Latella D, Maresca G, Finocchiaro C, La Rosa G, et al. What about the role of virtual reality in Parkinson disease's cognitive rehabilitation? Preliminary findings from a randomized clinical trial. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology*. 2018;31(6):312-8.

19. Liao Y-Y, Tseng H-Y, Lin Y-J, Wang C-J, Hsu W-C. Using virtual reality-based training to improve cognitive function, instrumental activities of daily living and neural efficiency in older adults with mild cognitive impairment. *European journal of physical and rehabilitation medicine*. 2019;56(1):47-57.

20. Azhdar M, Mirzakhani N, Irani A, Baghban A, Daryabor A, Sangi S, et al. The Effect of Balance Training on Cognitive and Occupational Performance of the Elderly. *Caspian Journal of Pediatrics*. 2022;24(1).

21. Vandebossche J, Deroost N, Soetens E, Coomans D, Spildooren J, Vercruyse S, et al. Freezing of gait in Parkinson's disease: disturbances in automaticity and control. *Frontiers in human neuroscience*. 2013;6:356.

22. Pelosin E, Ponte C, Putzolu M, Lagravinese G, Hausdorff JM, Nieuwboer A, et al. Motor-Cognitive Treadmill Training With Virtual Reality in Parkinson's Disease: The Effect of Training Duration. *Frontiers in aging neuroscience*. 2022;13:753381.

23. Nombela C, Bustillo PJ, Castell PF, Sanchez L, Medina V, Herrero MT. Cognitive rehabilitation in Parkinson's disease: evidence from neuroimaging. *Frontiers in neurology*. 2011;2:82.

24. Chapman SB, Aslan S, Spence JS, Hart Jr JJ, Bartz EK, Didehbani N, et al. Neural mechanisms of brain plasticity with complex cognitive training in healthy seniors. *Cerebral cortex*. 2015;25(2):396-405.