Mot. Behav, 2024, 16(55): 35-54, Doi: 10.22089/mbj.2021.11043.1983

Motor Behavior

Journal hompage: https://mbj.ssrc.ac.ir

Original Article

The Effect of Aerobic Exercise, Virtual Reality and Dual Tasks Exercise on Motor Function and Depression in Depressed MS Patients

Maryam Salehi[1], Javad Rasti[2], Masoud Etemadifar[3], Hasan Mohamadzade[4]

1.
2.
3.
4.

Received: 25/07/2021, Revised: 20/09/2021, Accepted: 06/10/2021

* Corresponding Author: Hasan Mohamadzade, E-mail: ha.moha64@gmail.com, Tel: 09144430830

How to Cite: Salehi, M; Rasti, J; Etemadifar, M; & Mohamadzade, H. (2024). The Effect of Aerobic Exercise, Virtual Reality and Dual Tasks Exercise on Motor Function and Depression in Depressed MS Patients. *Motor Behavior*, 16(55), 35-54.

Extended Abstract

Background and Purpose

Multiple sclerosis (MS) is an inflammatory and neurological disease affecting the central nervous system (1), and numerous reports indicate a high prevalence of severe depression among MS patients (3). MS patients exhibit postural instability and cognitive disorders in the early stages of the disease (5), and depression exacerbates the severity of these issues (8). Regular exercise is a potential solution to accelerate the recovery process and help patients achieve optimal physical and mental performance (7), with aerobic training being recommended over resistance training (9). MS patients exhibit postural instability and cognitive disorders in the early stages of the disease (5), and depression exacerbates the severity of these issues (8). Regular exercise is a potential solution to accelerate the recovery process and help patients achieve optimal physical and mental performance (7), with aerobic training being recommended over resistance training (9).

Materials and Methods

The participants of the present study were 48 women with MS, with an average age of 42.13 ± 8.21, who were members of the Isfahan MS Association. They scored 20 or higher on the Beck Depression Inventory, and their physical disability levels ranged between 2 and 4.The participants were randomly assigned to three experimental groups: the aerobic exercise group (bicycle exercise only), the virtual reality group (viewing 360-degree videos only), and the dual-task group (bicycle exercise combined with synchronized 360-degree video viewing during pedaling), along with a control group. In the pre-

Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

test, balance, walking, and depression assessments were conducted. Then, the experimental groups engaged in eight weeks of training, with two sessions per week and each session lasting one hour, while the control group continued their usual daily routines.

In this research, a stationary bicycle was used for aerobic exercises, along with specialized software and a set of 360-degree videos. The three-dimensional environment was displayed through a headset, with a mobile phone placed inside to run the software and present the immersive experience. The bicycle used in this study was Bluetooth-connected to the phone inside the headset, which played the 360-degree videos. This setup allowed the pedaling speed to be transmitted to adjust the video playback speed accordingly, and the software could adjust pedal resistance based on the virtual environment. The exercises were conducted over eight weeks, with two sessions per week, each lasting one hour. Stationary bike exercises were progressively increased from 10 to 30 minutes per session (in three intervals with 1 to 3 minutes of inactive rest between intervals) and were performed at 40% to 70% of maximum heart rate (23).

The Shapiro-Wilk test was used to assess data normality, and Levene's test was applied to examine homogeneity of variances. Analysis of variance (ANOVA) was conducted to verify the homogeneity of regression slopes, while a paired t-test assessed within-group effects. An analysis of covariance (ANCOVA) was used to compare post-test scores for walking and balance.

Findings

The results of the paired t-test to investigate the within-group effects indicated significant improvements in walking, balance, and depression from pre-test to post-test in the aerobic exercise, virtual reality, and dual-task groups.

The results of the analysis of covariance (ANCOVA) showed that after controlling for the pre-test effect, there was a significant difference between the post-test scores for walking, balance, and depression across the research groups ($P \geq 0.05$). To compare the pairs of groups and determine the superiority between them, Bonferroni's post hoc test revealed significant differences ($p \leq 0.05$) between the dual-task group and the aerobic, virtual reality, and control groups in walking, balance, and depression variables. The dual-task group showed better outcomes in walking, balance, and depression compared to the other groups. Additionally, there was a significant difference between the aerobic exercise group and the virtual reality group compared to the control group in walking and balance ($p \leq 0.05$). A significant difference was also observed in balance between the aerobic exercise and virtual reality groups ($p \leq 0.05$), with the aerobic exercise group demonstrating better balance than the virtual reality group.

Conclusion

Exercise sessions lasting longer than three weeks are necessary to promote adaptation to stress responses and neuroprotection (36). Sports training can significantly reduce depression symptoms in individuals with MS, providing a meaningful and reliable effect. The mechanism through which aerobic exercise influences cognitive function may involve changes in neural plasticity, synaptic flexibility, and angiogenesis.

Besides, due to the sense of immersion, virtual reality can improve neuropsychological function by stimulating and improving brain flexibility. This, in turn, can have a positive effect on the motor components of individuals with MS.

Research has shown that combining virtual reality with sports equipment (such as bicycles and treadmills) may enhance the psychological benefits of exercise and increase the likelihood of long-term exercise adherence (51). Given the enjoyable nature of dual tasks that combine sports games

with virtual reality and their positive effects on depression (52, 51), these tasks can be considered a potential and effective approach to reducing depression.

Keywords: MS Patients, Depression, Balance and Walking, Aerobic Exercise, Virtual Reality.

رفتار حرکتی، بهار ۱۴۰۳، دوره ۱۶، شماره ۵۵، صص. ۵۴-۳۵. Doi: 10.22089/mbj.2021.11043.1983

رفتار حرکتی

Journal homepage: https://mbj.ssrc.ac.ir

نوع مقاله: پژوهشی

تاثیر تمرینات هوازی، واقعیت مجازی و تکالیف دوگانه بر عملکرد حرکتی و افسردگی بیماران ام. اس. افسرده

مریم صالحی[۱]، حسن محمدزاده[۲]، جواد راستی[۳]، مسعود اعتمادی فر[۴]

۱. دانشجو دکتری، تربیت بدنی/ رفتار حرکتی، دانشگاه ارومیه

۲. استاد، تربیت بدنی رفتار حرکتی استاد تمام دانشگاه ارومیه

۳.

۴.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۰۳، تاریخ اصلاح: ۱۴۰۰/۰۶/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۷/۱۴

* Corresponding Author: Hasan Mohamadzade, E-mail: ha.moha64@gmail.com, Tel: 09144430830

How to Cite: Salehi, M; Rasti, J; Etemadifar, M; & Mohamadzade, H. (2024). The Effect of Aerobic Exercise, Virtual Reality and Dual Tasks Exercise on Motor Function and Depression in Depressed MS Patients. *Motor Behavior*, 16(55), 35-54.

چکیده

پژوهش حاضر با بررسی تاثیر تمرینات هوازی، واقعیت مجازی و تکالیف دوگانه بر عملکرد حرکتی و افسردگی بیماران ام. اس. افسرده انجام شد. ۴۸ زن مبتلا به ام. اس. با میانگین سنی ۸/۲۱ ±۴۲/۱۳ در این تحقیق شرکت کرده و به‌صورت تصادفی به سه گروه آزمایش و یک گروه کنترل تقسیم شدند. گروه تمرین هوازی به مدت هشت هفته و هر هفته دو جلسه به تمرینات هوازی پرداختند. گروه واقعیت مجازی در محیط مجازی و گروه تکالیف دوگانه به‌صورت همزمان با استفاده از تمرین هوازی و واقعیت مجازی تحت مداخله قرار گرفتند. گروه کنترل نیز فعالیت‌های روزمره خود را ادامه داد. از پرسشنامه افسردگی بک، تست تعادل رسیدن عملکردی و ده متر راه رفتن در پیش‌آزمون و پس‌آزمون استفاده شد. نتایج آزمون t زوجی نشان داد راه رفتن، تعادل و افسردگی در گروه‌های تمرین از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون بهبود معنی‌داری یافت ($P\leq ۰/۰۵$). برای مقایسه راه رفتن و تعادل در گروه‌های تحقیق از آزمون کوواریانس استفاده شد و نتایج نشان داد که بین نمرات پس‌آزمون راه رفتن، تعادل و افسردگی در گروه‌های تحقیق تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P\leq ۰/۰۵$). نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نیز نشان داد که در متغیر راه رفتن، تعادل و افسردگی بین گروه تکالیف دوگانه با گروه هوازی و کنترل تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P\leq ۰/۰۵$). در نهایت نتایج تأیید می‌کند که تکالیف دوگانه بیشتر از تمرینات هوازی و واقعیت مجازی منجر به بهبود تعادل، راه رفتن و افسردگی زنان ام. اس. افسرده می‌شود و این نوع تمرینات می‌تواند مداخله مناسبی برای بهبود عملکرد حرکتی و افسردگی این افراد باشد.

Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

واژگان کلیدی: بیماران ام. اس.، افسردگی، تعادل و راه رفتن، تمرین هوازی، واقعیت مجازی

مقدمه

مولتیپل اسکلروزیس[1] (MS) یک بیماری التهابی و عصبی ناشی از سیستم ایمنی عصبی مرکزی است. التهاب، دمیلینه شدن و انحطاط آکسون از ویژگی‌های کلیدی آسیب شناختی این بیماری است (۱). تظاهرات بالینی در این بیماری با توجه به تنوع و وسعت محل آناتومیکی و زمان و میزان شروع ضایعات متفاوت است و شامل اختلال در سیستم حرکتی (اسپاسم، فلج و ضعف عضلانی)، حسی (کرختی)، بینایی (دوبینی، تاری، اختلال در حرکات هماهنگ چشم)، اختلالات شناختی و خستگی می‌باشد (۲). از طرف دیگر، بسیاری از بیماران مبتلا به ام. اس. از افسردگی رنج می‌برند و گزارش‌های زیادی از شیوع بالای افسردگی شدید در بیماران مبتلا به ام. اس. گزارش شده است (۳). علائم افسردگی و علائم مرتبط با ام. اس. مانند خستگی، بی‌خوابی و اختلال عملکرد شناختی با یکدیگر همپوشانی دارند که این بحثی مهم در مورد اعتبار تشخیص و مفهوم سازگاری این دو بیماری است (۳). محققان اظهار داشته‌اند که ناهنجاری‌های ایمنی در ارتباط با محور هیپوتالاموس- هیپوفیز- آدرنال، می‌تواند مکانیسم اساسی افسردگی در بیماران ام. اس. باشد (۴). گاهی افسردگی در بیماران مبتلا به ام. اس. نادیده گرفته می‌شود، اما بررسی افسردگی در این بیماران بسیار مهم است.

بیماران مبتلا به ام.اس. بی ثباتی وضعیتی و همچنین اختلالات شناختی را در اولین مرحله بیماری حتی در افرادی که حداقل آسیب‌ها را در معاینه بالینی دارند، نشان می‌دهند (۵). از دست دادن تعادل و توانایی راه رفتن دو مورد از اختلالات اولیه جسمانی است که در بیشتر بیماری‌های مختلف اسکلروز دیده می‌شود (۶). از طرفی، بیماران ام. اس. افسرده به دلیل دمیلینه شدن و از بین رفتن آکسون‌ها، در عملکرد حرکتی مانند تعادل و راه رفتن دچار مشکلات بیشتری می‌شوند (۷). چرا که افسردگی شدت مشکلات حرکتی و شناختی را در بیماران ام. اس. افسرده تشدید می‌کند (۸). در طول این بیماری، اکثر بیماران مبتلا به ام. اس. دچار کاهش عملکرد جسمانی می‌شوند. به دلیل ترس از بدتر شدن علائم، فعالیت‌های بدنی را کاهش داده و این می‌تواند منجر به تشدید علائم بیماری شود. اکنون پزشکان بر این باورند که تمرین منظم ورزشی یک راه‌حل بالقوه برای تسریع روند بهبودی و دستیابی به سطح بهینه از فعالیت‌های ورزشی بیمار، عملکردها و بسیاری از علائم جسمی و روانی بیمار است و جای هیچ گونه نگرانی در مورد شروع یا تشدید علائم یا عود بیماری نیست (۷). اما شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد عدم تعادل در بیماران مبتلا به ام. اس. را می‌توان با تمرینات مناسب به حداقل رساند (۱۰، ۹). انواع فعالیت بدنی برای بیماران مبتلا به بیماری ام. اس. پیشنهاد شده است. اما استفاده از تمرین هوازی در بیماران مبتلا به ام. اس. بیشتر از تمرینات مقاومتی توصیه می‌شود. به طور خلاصه، آموزش هوازی با شدت کم تا متوسط برکیفیت زندگی در بیماران مبتلا به ام. اس. موثر و در بسیاری از افراد مبتلا به ام. اس. ایمن و قابل تحمل است. نشان داده شده است که تمرینات هوازی برای بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروز در مدت زمان کوتاهی (حداقل ۴ هفته) در تناسب اندام و آمادگی قلبی و تنفسی و بهبود ظرفیت عملکردی و حرکتی دستاوردهای مطلوبی دارند (۹). فعالیت بدنی علاوه بر اینکه اختلالات عملکردی را بهبود می‌بخشد، منجر به بهبود اختلال در راه رفتن و تعادل و همچنین کاهش افسردگی، خستگی و شدت بیماری مبتلایان به ام.اس. می‌شود (۶). پژوهش اندرو[2] و همکاران (۲۰۲۱) نیز نشان داد که تمرینات هوازی سرعت و استقامت در راه رفتن و تعادل بیماران ام. اس. را بهبود می‌بخشد (۱۰). در کنار فعالیت بدنی که یکی از مداخلات مکمل در کنار دارو درمانی برای بیماران

1. Multiple sclerosis
2. Andreu

ام.اس. است، واقعیت مجازی[1] یکی از مداخلات نوین در جهت کمک به بهبود عملکرد بیماران است. واقعیت مجازی درکنار کاربردهای سرگرم‌کننده، به عنوان یک فناوری توانبخشی برای بیماران نورولوژیک مورد توجه قرار گرفته است. مانند سایر انواع عملکردهای توانبخشی، مداخلات مبتنی بر واقعیت مجازی سعی در ارتقاء نوروپلاستیسیتی و یادگیری حرکتی دارند (۱۱). واقعیت مجازی شبیه‌سازی محیط واقعی است که توسط یک نرم‌افزار رایانه‌ای و با کمک فناوری‌های تصویربرداری پانورامیک تولید می‌شوند و سپس توسط فرد و از طریق رابط انسان و ماشین تجربه می‌شود (۱۲). این فضا بیمار را قادر می‌سازد تا محیط را به صورت واقعی، سه‌بعدی و با حس حضور درک کند و بدین ترتیب باعث افزایش غوطه‌وری و حس تجسم بیمار می‌شود (۱۳).

با توجه به پیشرفت علم و استفاده از روش‌های نوین در جهت بهبود و تسهیل عملکرد بیماران، امروزه روش تمرینی مبتنی بر فعالیت‌های شناختی حرکتی[2] که موسوم به تکالیف دوگانه[3] است به دلیل آثار چشمگیر آن بسیار مورد توجه قرار گرفته است (۱۴). محققان پیشنهاد می‌کنند که قرار گرفتن افراد در معرض موقعیت‌های مختلف آموزش مانند تکالیف دوگانه، به آن‌ها اجازه می‌دهد استراتژی‌های مناسب کنترل حرکت را توسعه دهند (۱۵). این تمرینات به دلیل تاثیر نوروپلاستیسیتی که دارند ارتباطات نورونی ایجاد کرده و باعث می‌شوند مغز در پاسخ به تحریکات خاص فعالیت خود را تعدیل کند. نوروپلاستیسیتی به دو شکل ایجاد می‌شود؛ بازیابی مسیرهای نورونی آسیب‌دیده و اتکا بیشتر به قسمت‌های سالم (۱۶). توانبخشی مبتنی بر تکالیف دوگانه در راه رفتن و شناخت افراد مبتلا به ام. اس. نیز نشان می‌دهد که با مداخلات هدفمند در این نوع تکالیف، عملکرد مبتلایان می‌تواند بهبود یابد (۱۷). شواهد محدودی در مورد تأثیر تکالیف دوگانه در این بیماران در مطالعات پیشین وجود دارد. با توجه به اینکه تکالیف دوگانه زیادی که شامل منابع حرکتی و شناختی است (مانند تفکر در حالت ایستاده و صحبت کردن هنگام راه رفتن) بخش مهمی از اکثر فعالیت‌های روزانه را تشکیل می‌دهند، توجه به این مقوله در توانبخشی بیماران ام. اس. که اغلب در انجام همزمان این فعالیت‌ها دچار مشکل هستند، بسیار مهم می‌نماید (۱۸). با توجه به مشکلات شناختی آشکار (مانند اختلال در سرعت پردازش اطلاعات) در بیماران مبتلا به ام.اس.، برخی شواهد از بهبود عملکرد تعادل در نتیجه تمرینات مبتنی بر تکالیف دوگانه مناسب حمایت می‌کنند (۱۹).

برخی شواهد اثرات مثبت فعالیت هوازی (۱۰، ۹) و واقعیت مجازی (۲۱، ۲۰) را بر روی بیماران مبتلا به ام. اس. افسرده نشان داده‌اند. با این حال، مطالعات محدودی در مورد تکالیف دوگانه بر عملکرد بیماران ام. اس. افسرده موجود است و از آن مهم‌تر طراحی نوع تکالیف دوگانه بر اساس پیچیدگی تمرین و به چالش کشیدن بیماران بسیار مهم است. همانطور که در برخی پژوهش‌ها نشان داده شده است، طراحی پروتکل تکالیف دوگانه در میزان اثربخشی بر عملکرد بیماران مهم است. نتایج پژوهش مونجزی[4] و همکاران (۲۲) نشان داد که بین دو گروه بیماران ام.اس. که فعالیت‌های تعادلی را انجام دادند، در مقایسه با بیمارانی که تکلیف دوگانه تمرینات تعادلی و وظایف شناختی را انجام داده بودند، از نظر میزان بهبود تعادل و راه رفتن تفاوتی وجود نداشت (۲۲)، اما پروتکل تمرینی تکالیف دوگانه پروسپرین[5] و همکاران (۱۹) نشان داد که تکالیف دوگانه حرکتی و شناختی باعث بهبود تعادل بیماران ام. اس. در مقایسه با تکالیف تک منظوره شده است (۱۹).

1. Virtual Reality
2. Cognitive Motor
3. Dual Task
4. Monjezi
5. Prosperini

با توجه به نتایج مطالعات پیشین و اثرگذاری تمرینات هوازی و واقعیت مجازی به‌عنوان روشی نوین در جهت بهبود عملکرد بیماران ام. اس.، خلا پژوهشی که در حال حاضر مشاهده می‌شود، بررسی نقش تمرینات هوازی به همراه واقعیت مجازی بر روی بیماران ام. اس. و پاسخ به این پرسش است که آیا این تکلیف تمرینی دو گانه در مقایسه با واقعیت مجازی یا تمرینات هوازی موثرتر می‌باشد یا خیر؟ از طرف دیگر، پژوهش‌ها در این زمینه بسیار کم و نتایج مطالعات پیشین متناقض می‌باشد؛ به ویژه اینکه در مورد واقعیت مجازی با تصاویر حقیقی اکنون پژوهشی در این حوزه انجام نشده است. نتایج این پژوهش می‌تواند فصل نوینی در مداخلات با هدف بهبود اختلالات حرکتی-شناختی بیماران ام.اس باشد.

روش پژوهش

تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی، کاربردی با طرح پیش آزمون- پس‌آزمون با سه گروه تجربی و یک گروه کنترل است. در این پژوهش، اثر سه متغیر مستقل تمرینات جسمانی دوچرخه سواری، تمرینات واقعیت مجازی و تکالیف دوگانه بر متغیرهای وابسته یعنی تعادل، راه رفتن و افسردگی بیماران ام. اس. افسرده بررسی شده است. شرکت‌کنندگان پژوهش حاضر ۴۸ زن ام. اس. با میانگین سنی ۸/۲۱ ±۴۲/۱۳ از مراجعه‌کنندگان به انجمن ام. اس. شهر اصفهان بودند. به منظور رعایت اصول اخلاقی در پژوهش، قبل از شروع مداخله و آزمون‌ها، نحوه کار برای شرکت‌کنندگان توضیح داده شد و رضایت آگاهانه از آن‌ها دریافت شد.

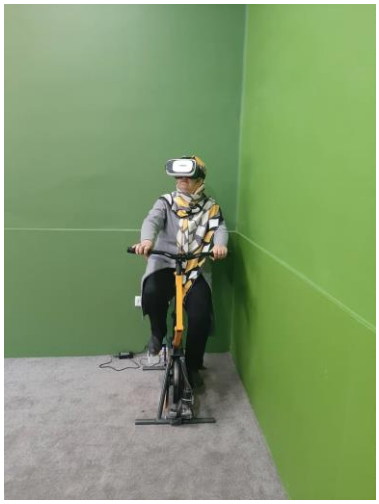
پیش‌آزمون شامل آزمون تعادل، راه رفتن و افسردگی به‌منظور ارزیابی اولیه انجام شد. سپس دوره تمرینی به مدت هشت هفته توسط گروه‌های تجربی انجام شد و گروه کنترل نیز به روتین روزانه خود ادامه دادند. بعد از اتمام دوره تمرینی، پس‌آزمون از هر چهار گروه مجدداً به عمل آمد. معیار ورود شامل تایید بیماری ام. اس. توسط متخصص مغز و اعصاب، مقیاس ناتوانی جسمانی بین ۲ تا ۴، تست افسردگی و کسب نمره ۲۰ به بالا در مقیاس افسردگی بک، عدم شرکت در فعالیت‌های ورزشی منظم در ۶ ماه گذشته، عدم ابتلا به سایر اختلالات حاد و یا مزمن جسمی مانند بیماری‌های ناتوان‌کننده قلبی، تنفسی، کبدی، اسکلتی عضلانی، کلیوی، صرع، دیابت، آرتروز، بیماری‌های متابولیکی، دیگر مشکلات عصبی و روانی، نداشتن اختلال تکلم و یا شنوایی، اختلال عصبی غیر از ام. اس. و حداقل دو سال سابقه ابتلا به بیماری ام. اس. بود. معیارهای خروج شامل عود بیماری، ضربه شدید به سر، عدم توانایی اجرای فعالیت‌های ورزشی منظم، غیبت بیش از سه جلسه در جلسات تمرینی، ناسازگاری با تمرینات (مانند بدتر شدن علائم بیماری) در نظر گرفته شد.

در این پژوهش برای تمرینات هوازی از یک دوچرخه‌ی ثابت که به همراه نرم‌افزارهای مربوطه و بسته‌ی فیلم‌های ۳۶۰ درجه در مرکز نوآوری صنایع سرگرمی دانشگاه اصفهان طراحی شده بود، استفاده شد. محیط سه‌بعدی دوچرخه‌سواری از طریق هدست و نرم‌افزار مخصوص روی یک گوشی تلفن همراه که داخل هدست قرار می‌گیرد، نمایش داده شد. فیلم‌های ۳۶۰ درجه در محیط‌های مختلف اصفهان (سی و سه پل، پل خواجو، بلوار آینه خانه، ناژوان، دانشگاه اصفهان و ...) با نصب دوربین ۳۶۰ درجه‌ی Gear 360 سامسونگ بر روی سینه‌ی یک دوچرخه‌سوار حرفه‌ای در قالب اول‌شخص فیلم‌برداری شده و بعد از پردازش‌های لازم در محیط واقعیت مجازی قابل استفاده شدند. فیلم‌های ضبط شده با این دوربین به کمک یک گوشی تلفن همراه هوشمند و یک هدست واقعیت مجازی که گوشی داخل آن قرار می‌گیرد، قابل استفاده هستند. در نرم‌افزار تولیدشده، شخصی که هدست را روی سرش می‌گذارد، خودش را در جایگاه دوچرخه‌سوار می‌بیند و مناظری که هنگام دوچرخه‌سواری واقعی ضبط شده را مشاهده می‌کند. این امر در افزایش رغبت آزمودنی به تجربه‌ی دوچرخه‌سواری واقعی با مشاهده‌ی تصاویر

بیرون مؤثر خواهد بود. دوچرخه استفاده شده در این پژوهش، از طریق بلوتوث با گوشی داخل هدست که فیلم‌های ۳۶۰ درجه از طریق آن پخش می‌شود، مرتبط است و امکان ارسال سرعت رکاب‌زنی جهت تنظیم سرعت پخش فیلم و دریافت میزان سفتی رکاب از نرم‌افزار را دارد. همچنین تمرینات در قالب سه ست قابل تنظیم بود که زمان هر ست توسط پژوهشگر برای هر جلسه تمرینی مشخص می‌شد.

تمرینات به مدت هشت هفته، هر هفته دو جلسه و هرجلسه ۱ ساعت انجام شد. قبل از شروع مداخله، تمرینات گرم کردن به مدت ۱۰ دقیقه و بعد از تمرین، سرد کردن به مدت 5 دقیقه انجام شد. تمرینات با دوچرخه ثابت به صورت پیش‌رونده در طی جلسات تمرینی از ۱۰ دقیقه تا ۳۰ دقیقه (سه بازه‌ی زمانی با استراحت غیر فعال ۱ تا ۳ دقیقه) و با ۴۰ تا ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب انجام شد (۲۳). تنظیم قدرت لازم برای رکاب زدن از طریق بازخورد نرم‌افزاری انجام شد و در هر جلسه تاریخ و زمان تمرین، تعداد دقیقه رکاب زده شده، میزان فعالیت درک شده در پایان جلسه تمرینی و هرگونه اظهارنظر یا دلایل عدم تکمیل جلسه تمرین توسط پژوهشگر ثبت شد. به دلیل رعایت پروتکل‌های بهداشتی مربوط به کووید ۱۹، تمرینات به‌صورت انفرادی اجرا شد و جهت زمان‌بندی تمرینات از کانتربالانس استفاده شد و هر سه گروه تمرینی در مورد زمان تمرین همگن‌سازی شدند.

سه گروه تجربی شامل گروه تمرینات هوازی (فقط تمرین با دوچرخه)، گروه واقعیت مجازی (فقط مشاهده‌ی فیلم‌های ۳۶۰ درجه) و گروه تکالیف دوگانه (تمرین با دوچرخه همزمان با مشاهده‌ی فیلم‌های ۳۶۰ درجه‌ی همگام با رکاب‌زنی) بودند. در گروه تکالیف دوگانه، بیماران روی دوچرخه نشسته و هدست واقعیت مجازی را تنظیم کرده و روی سر خود قرار می‌دهند. همزمان با شروع رکاب زدن، پخش فیلم آغاز می‌شود و همگام با رکاب زدن جلو می‌رود. اگر بیمار رکاب زدن را متوقف یا آهسته کند، پخش فیلم نیز متناسب با آن تغییر می‌کند. تا اتمام یک دور تمرین (ست)، هدست روی سر فرد قرار دارد و بعد از اتمام ست، بیمار پیامی با مضمون «ست شما تمام شد، به آرامی هدست را از روی سر خود بردارید» را روی فیلم دریافت می‌کند. تمرینات در این گروه نیز به صورت پیش‌رونده در طی جلسات تمرینی از ۱۰ دقیقه تا ۳۰ دقیقه (سه بازه‌ی زمانی با استراحت غیر فعال ۱ تا ۳ دقیقه) انجام شد. (تصویر شماره ۱).



تصویر شماره ۱- تمرین تکالیف دوگانه.

گروه واقعیت مجازی تمرینات را با حس غوطه‌وری با دیدن ویدئوی ۳۶۰ درجه دوچرخه‌سواری تصویرسازی می‌کنند. حس حرکتی ناشی از دیدن این ویدئوها بیمار را در حالت غوطه‌وری برده و تحریک سیستم عصبی مرکزی باعث یادگیری حرکتی و شناختی می‌شود. زمان این مداخله مانند دیگر مداخلات بود. در ادامه ابزار جمع‌آوری اطلاعات آورده شده است (تصویر شماره ۲).

تصویر شماره ۲- تمرین واقعیت مجازی

ویرایش دوم پرسشنامه افسردگی بک[1]: شکل بازنگری‌شده پرسشنامه‌ی افسردگی بک است که در سال ۱۹۷۴ برای سنجش شدت افسردگی تدوین شده است. این پرسشنامه از ۲۱ سوال چهارگزینه‌ای تشکیل شده است که نمره‌ی هر سوال بین صفر تا ۳ و نمره کل پرسشنامه بین صفر تا ۶۳ می‌باشد. این پرسشنامه به فارسی ترجمه و اعتبار و پایایی آن بررسی شده است که ثبات درونی آن برای دانشجویان ایرانی ۸۷/. و پایایی بازآزمایی آن ۷۳/. به دست آمده است (۲۴)، ویرایش دوم پرسشنامه‌ی افسردگی بک بر اساس چاپ چهارم راهنمای تشخیصی و آماری اختلالات روانی (DSM-IV[2]) تنظیم شده است و بر اساس نتایج به دست آمده از پژوهش‌های مختلف که به تحلیل عوامل و بررسی پایایی و روایی این ابزار پرداخته‌اند، می‌توان از آن در محیط‌های پژوهشی و بالینی برای تشخیص افراد سالم از افراد افسرده استفاده کرد (۲۵). کسب نمره‌ی بالاتر از ۲۰ در این پرسشنامه، نشان‌دهنده‌ی افسردگی متوسط به بالا و کسب نمره‌ی زیر ۲۰، بیانگر عدم افسردگی یا افسردگی خفیف می‌باشد (۲۶). توکلی و همکاران (۲۷) نیز در پژوهشی که افسردگی بیماران ام. اس. را بررسی کردند، نقطه برش تفکیک بیماران افسرده از غیرافسرده را ۲۰ در نظر گرفتند که در تحقیق حاضر نیز از همین حد آستانه استفاده شد.

1 Beck Depression Inventory II
2 Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders-IV

آزمون زمان ۱۰ متر راه رفتن[1]: آزمودنی با ایستادن در پشت خط شروع و با شنیدن فرمان "رو" مسافت ۱۰ متر را با سرعت و با حفظ ایمنی تا رسیدن به خط پایان راه می‌رود و زمان ۱۰ متر راه رفتن ثبت می‌شود (۲۸).

تست تعادل رسیدن عملکردی[2] : یک مقیاس کلینیکی تعادل و عبارت است از بیشترین مسافت در برابر بدن فرد که می‌تواند در وضعیت ثابت با دست‌های کاملا کشیده به جلو بدون افتادن لمس کند. این آزمون توسط دانکن[3] و همکاران (۱۹۹۰) طراحی شد و یک مقیاس ناتوانی به همراه ارزیابی تعادل، انعطاف‌پذیری و خطر زمین خوردن است که پایایی آن ٪۹۴ گزارش شده است. نُرم‌های این آزمون عبارتند از: کمتر از ۶ اینچ مساوی با خطر بالای زمین خوردن/ ناتوانی، دسترسی بیشتر از ۶ اینچ و کمتر از ۱۰ اینچ مساوی با خطر متوسط زمین خوردن/ ناتوانی، دسترسی بیشتر از ۱۰ اینچ مساوی با خطر کم زمین خوردن/ ناتوانی (۲۹). فرد مورد آزمایش بدون کفش و جوراب در محل استقرار از پیش تعیین‌شده در مجاورت یک متر کاغذی که روی دیوار نصب شده بود، از سمت غالب خود می ایستد و ابتدا اندام بالایی خود را درحالی که دست در حالت نیمه‌مشت است، به اندازه ۹۰ درجه از مفصل شانه به حالت فلکسیون بالا می‌برد. در این مرحله، از محل متاکارپ سوم، نقطه‌ای روی صفحه، علامت زده شده و فاصله مزبور نسبت به برجستگی آکرمیون مطابق با نقطه مبدأ صفر اندازه‌گیری و در ستون جدول ارزیابی ثبت می‌شود. در مرحله دوم آزمون از فرد خواسته می‌شود بدون اینکه تعادل خود را از دست بدهد، با حفظ سطح اتکا و بدون جابجایی پاها، تنه و دست خود را تا حد امکان به سمت جلو حرکت دهد. بعد از رسیدن به حداکثر جابجایی ممکن، برای بار دوم محل قرار گرفتن متاکارپ سوم روی صفحه خط‌کشی‌شده علامت زده شده و مقدار آن در ستون جدول ارزیابی فرد یادداشت می‌شود و تفاوت مابین آن‌ها محاسبه و در ستون مربوط به پرسشنامه هر فرد به سانتیمتر ثبت می‌شود. این مقدار معرف تعادل فرد است. پایایی آزمون نیز ۹۴/. گزارش شده است (۳۰).

برای تحلیل داده‌ها از آمار توصیفی و استنباطی استفاده شد. برای آزمون نرمال بودن داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک و به‌منظور همگنی واریانس‌ها از آزمون لوین استفاده شد. آزمون تحلیل واریانس برای بررسی همگنی شیب رگرسیون و برای بررسی اثرات درون‌گروهی از آزمون t زوجی و برای مقایسه نمرات پس‌آزمون راه رفتن و تعادل از آزمون کوواریانس استفاده شد.

نتایج

در بررسی یافته‌های پژوهش، نتایج آزمون شاپیرو ویلک، F لوین برای بررسی همگنی واریانس‌ها و تحلیل واریانس برای بررسی همگنی شیب رگرسیون نشان داد که مقادیر sig به دست آمده برای متغیرهای تحقیق بیشتر از ۰/۰۵ می‌باشد و شرط نرمال بودن داده‌ها رعایت شده است. بنابراین پیش‌فرض‌های لازم برای اجرای آزمون‌های t زوجی و آزمون کوواریانس برقرار است. برای بررسی اثرات درون‌گروهی از آزمون t زوجی استفاده شد. نتایج این آزمون در جدول ۱ ارائه شده است.

1.The 10-Meter-Walk
2. Functional reach test
3. Danken

جدول ۱- نتایج آزمون t زوجی برای بررسی اثرات درون‌گروهی

Table 1 - Results of paired t-test to evaluate the effects within the group

گروه Group	متغیر Variables	اختلاف میانگین‌ها Difference means (پس‌آزمون- پیش‌آزمون) (PostTest - PreTest)	T	Df	Sig
هوازی+ واقعیت مجازی Aerobic+ VR	راه رفتن Walking	-7/40	-9/233	11	۰/001*
	تعادل Balance	13/75	17/635	11	۰۰/001*
	افسردگی Depression	-11/23	-10/82	11	۰۰/001*
هوازی Aerobic	راه رفتن Walking	-5/80	-6/524	11	۰/001*
	تعادل Balance	8/17	7/079	11	۰/001*
	افسردگی Depression	-11/67	-8/088	11	۰/001*
واقعیت مجازی VR	راه رفتن Walking	-3/51	-6/088	11	۰/001*
	تعادل Balance	3/94	9/817	11	۰/001*
	افسردگی Depression	-7/00	-11/60	11	۰/001*
کنترل Control	راه رفتن Walking	-۰/59	-1/934	11	۰/079
	تعادل Balance	۰/58	1/074	11	۰/306
	افسردگی Depression	-1/25	-1/32	11	./213

*** تفاوت معنی‌دار در سطح P≤۰/۰۵**

نتایج آزمون t زوجی (جدول ۱) برای بررسی اثرات درون‌گروهی نشان داد راه رفتن، تعادل و افسردگی در گروه‌های تمرین هوازی، واقعیت مجازی و تکالیف دوگانه از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون بهبود معنی‌داری یافت (p≤۰/۰۵). برای مقایسه راه رفتن، تعادل و افسردگی در گروه‌های تحقیق از آزمون کوواریانس استفاده شد. نتایج این آزمون در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲- نتایج آزمون کوواریانس برای مقایسه نمرات پس‌آزمون راه رفتن و تعادل

Table 2- Results of covariance test to compare post-test scores of walking and balance

متغیر variables	منبع Source	Total squares	Df	Total squares	F	Sig	Effect size
راه رفتن Walking	پیش‌آزمون Pretest	169/138	1	169/138	41/932	۰/001*	۰/49
	گروه Group	93/743	3	281/229	23/240	۰/001*	۰/62
	خط Line	4/034	43	173/446			
تعادل Balance	پیش‌آزمون Pretest	916/363	1	916/363	132/029	۰/001*	۰/75
	گروه Group	390/964	3	1172/891	56/330	۰/001*	۰/80
	خط Line	6/941	43	298/447			
افسردگی depression	پیش‌آزمون Pretest	85/096	1	85/096	13/748	۰/001*	۰/24
	گروه Group	189/399	3	568/197	29/998	۰/001*	۰/68
	خط Line	6/314	43	271/488			

* **تفاوت معنی‌دار در سطح P≤۰/۰۵**

نتایج آزمون تحلیل کواریانس (جدول ۲) نشان داد که بعد از حذف اثر پیش‌آزمون، بین نمرات پس‌آزمون راه رفتن، تعادل و افسردگی در گروه‌های تحقیق تفاوت معنی‌داری وجود دارد (P≤۰/۰۵). برای مقایسه جفت گروه‌ها و تعیین برتری بین آن‌ها از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده می‌کنیم که نتایج آن در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳- نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی برای مقایسه جفت گروه‌ها در پس‌آزمون راه رفتن و تعادل

Table 3- Results of Bonferroni post hoc test to compare pairs of groups in post-test of walking and balance

متغیر Variables	گروه ۱ Group 1	گروه ۲ Group 2	تفاوت میانگین‌ها (۲-۱) Difrence means	p-value
راه رفتن Walking	هوازی+ واقعیت مجازی Aerobic+ VR	هوازی Aerobic	2/566	۰/026*
		واقعیت مجازی VR	4/220	۰/001*
		کنترل Control	6/664	۰/001*
	هوازی Aerobic	واقعیت مجازی VR	1/654	۰/322

جدول ۳- نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی برای مقایسه جفت گروه‌ها در پس‌آزمون راه رفتن و تعادل

Table 3- Results of Bonferroni post hoc test to compare pairs of groups in post-test of walking and balance

متغیر Variables	گروه ۱ Group 1	گروه ۲ Group 2	تفاوت میانگین‌ها (۲-۱) Difrence means	p-value
تعادل Balance	هوازی Aerobic	کنترل Control	4/098	۰/001*
	واقعیت مجازی VR	کنترل Control	2/444	۰/031*
	هوازی+ واقعیت مجازی Aerobic+ VR	هوازی Aerobic	-5/482	۰/001*
		واقعیت مجازی VR	-9/795	۰/001*
		کنترل Control	-13/238	۰/001*
	هوازی Aerobic	واقعیت مجازی VR	-4/313	۰/001*
		کنترل Control	-7/756	۰/001*
	واقعیت مجازی VR	کنترل Control	-3/443	۰/001*
افسردگی Depression	هوازی+ واقعیت مجازی Aerobic+ VR	هوازی Aerobic	./708	۰/001*
		واقعیت مجازی VR	3/073	۰/001*
	هوازی Aerobic	کنترل Control	8/987	۰/001*
		واقعیت مجازی VR	2/365	۰/001*
	واقعیت مجازی VR	کنترل Control	8/279	۰/001*
		کنترل Control	5/914	۰/001*

* **تفاوت معنی‌دار در سطح P≤۰/۰۵**

نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی (جدول ۳) نشان می‌دهد که در متغیر راه رفتن، تعادل و افسردگی بین گروه تکالیف دوگانه با گروه‌های هوازی، واقعیت مجازی و کنترل تفاوت معنی‌داری وجود دارد (P≤۰/۰۵) و گروه تکالیف دوگانه نسبت به گروه‌های دیگر در راه رفتن، تعادل و افسردگی بهتر است. همچنین بین گروه هوازی و گروه واقعیت مجازی با گروه کنترل در راه رفتن و تعادل تفاوت معناداری وجود دارد (P≤۰/۰۵). بین تعادل گروه هوازی و واقعیت مجازی تفاوت معناداری مشاهد شد (P≤۰/۰۵) و گروه هوازی نسبت به گروه واقعیت مجازی تعادل بهتری داشت. اما بین راه رفتن دو گروه هوازی و واقعیت

مجازی تفاوت معناداری مشاهده نشد (P≥۰/۰۵). همچنین بین گروه هوازی و گروه واقعیت مجازی در افسردگی تفاوت معناداری وجود دارد (P≤۰/۰۵)، اما در گروه واقعیت مجازی و کنترل در افسردگی تفاوت معناداری مشاهده نشد. (P≤۰/۰۵).

بحث و نتیجه‌گیری

هدف پژوهش حاضر بررسی تاثیر تمرین هوازی، واقعیت مجازی و تکالیف دوگانه بر عملکرد حرکتی و افسردگی بیماران ام. اس. افسرده بود. همانطور که بیان شد، راه رفتن و تعادل یکی از مهم ترین مشکلات حرکتی بیماران ام. اس. می‌باشد (۶) و افسردگی می‌تواند مشکلات حرکتی و شناختی بیماران را تشدید کند (۸، ۷، ۳). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تمرینات هوازی و تکالیف دوگانه بر راه رفتن، تعادل و افسردگی بیماران ام. اس. افسرده تاثیر معناداری داشته و باعث بهبود عملکرد حرکتی و افسردگی این بیماران شده است. گروه تکالیف دوگانه تاثیر بیشتری داشته است. همچنین تمرینات واقعیت مجازی تاثیر معناداری بر تعادل و راه رفتن بیماران ام. اس. داشت، اما در مورد متغیر افسردگی در مقایسه با گروه کنترل تفاوت معناداری مشاهده نشد. این نتایج با یافته‌های اندرو و همکاران (۱۰)، گروزلی و همکاران (۶)، ازکل و همکاران (۲۰)، ملهمی و همکاران (۲۱) مبنی بر اثرگذاری تمرینات هوازی و واقعیت مجازی بر تعادل و راه رفتن بیماران ام. اس. همسو می‌باشد. استفاده از تمرینات هوازی و تمرینات واقعیت مجازی در دامنه وسیعی از تنوع و پروتکل‌های طراحی شده انجام می‌شود. به همین دلیل در تفسیر نتایج پژوهش‌ها و مقایسه آن‌ها با یکدیگر باید به پروتکل تمرین، طول دوره تمرینی، درجه ناتوانی بیماران، مشکلات روانشناختی، استفاده از فیلم‌های واقعیت مجازی و فضای غوطه‌وری که ایجاد می‌کنند و سایر مؤلفه‌های مؤثر توجه داشت.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تمرینات هوازی بر عملکرد حرکتی مبتلایان به ام. اس. افسرده اثربخشی دارد. این در حالی است که در گذشته و به صورت سنتی، به افراد مبتلا به ام. اس. توصیه می‌شد که برای به حداقل رساندن افزایش درجه حرارت بدن و تشدید علائم بیماری، ورزش نکنند (۳۱) سال‌هاست که این توصیه، همراه با سطح ناتوانی، منجر به انجام تمرینات بدنی بسیار کم در افراد مبتلا به ام. اس. شده که به نوبه خود علائم آن‌ها مانند خستگی و ضعف عضلانی را بدتر می‌کند (۳۲). اما با وجود این مسائل، اولین مطالعات گل[1] و همکاران (۳۳) در دهه ۱۹۸۰ مزایای ورزش بدنی در این جمعیت را نشان داد. از آن زمان، برنامه‌های تربیت بدنی به بخشی جدایی‌ناپذیر از روند توانبخشی برای افراد مبتلا به ام. اس. تبدیل شده است. در این بین به نظر می‌رسد برنامه‌های آموزش هوازی مزایای بسیاری را برای بیماران ام. اس. ارائه می‌دهد و در سال‌های اخیر در بین متخصصان توانبخشی علاقه زیادی را ایجاد کرده است (۱۰). نویسندگان زیادی مزایای بالقوه تمرینات هوازی را با امیدبخشی بررسی کرده‌اند که این تمرینات باعث بهبود پارامترهای عصبی-غدد درون‌ریز، فاکتورهای نوروتروفیک و عملکرد هماهنگی و همچنین کیفیت زندگی و تعادل در افراد مبتلا به ام. اس. می‌شود (۳۴). فعالیت بدنی اثرات مفیدی بر سیستم عصبی، اعم از محافظت عصبی تا تقویت یادگیری و انعطاف‌پذیری عصبی شناخته‌شده دارد (۳۵). در حقیقت، دوره‌های ورزش بیش از سه هفته برای ارتقاء سازگاری با پاسخ‌های استرس و محافظت عصبی لازم است (۳۶). از طرف دیگر، هنگامی که هدف یک برنامه تمرینی هوازی بهبود توانایی عملکرد برای افراد ام. اس. است، باید اهمیت شدت تمرینات را با احتیاط در نظر گرفت. در بیشتر پژوهش‌ها از شدت کم تا متوسط تمرینات هوازی برای بیماران ام. اس. استفاده شده است و وقتی

1. Gale

این تمرین‌ها به صورت مداوم انجام شود، افزایش بیشتری در عملکرد مشاهده شده است. هیچ مطالعه‌ای وجود ندارد که اثرات تمرین هوازی با شدت بالا را بر ظرفیت عملکرد تجزیه و تحلیل کرده باشد (۱۰). در واقع با توجه به اینکه افراد مبتلا به ام. اس. دارای ضعف عضلانی شدید و اسپاسم در اندام تحتانی هستند، شدت تمرینات باید با احتیاط در نظر گرفته شود. در کنار تعدیل سازگاری‌های قلبی عروقی، باید سیستم عضلانی که فاکتور مهم‌تری است، در نظر گرفته شود (۱۰). از طرف دیگر، شاید این مسأله به دلیل اهمیت خستگی و دمای بدن در بیماران ام. اس. است که کنترل این دو مؤلفه با شدت بالای تمرینات هوازی در بیماران بسیار سخت است. در پژوهش حاضر از شدت کم تا متوسط تمرینات هوازی استفاده شد و نتایج این پژوهش، دستاوردهای تحقیقات پیشین را تایید می‌کند.

اینسری[1] و همکاران (۳۷) که به بررسی یک مطالعه فراتحلیل در بررسی تاثیر تمرین ورزشی بر نشانه‌های افسردگی بر مبتلایان به ام. اس. پرداخته بودند، از طریق شواهد تجمعی نشان دادند که تمرینات ورزشی می‌تواند باعث کاهش و تاثیر معنادار و قابل اعتماد در علائم افسردگی در افراد مبتلا به ام. اس. شود. مکانیسم اثر ورزش هوازی بر عملکرد شناختی ممکن است از طریق تغییر انعطاف‌پذیری عصب، مانند نوروژنز[2]، انعطاف پذیری سیناپسی و آنژیوژنز[3] باشد. بعد از ورزش هوازی، غده دندانی[4] لایه سلول گرانول[5] تعداد زیادی نورون تازه متولدشده تولید می‌کند که می تواند عملکرد شناختی را بهبود بخشد. در همین حال، ورزش هوازی باعث افزایش انتقال دهنده‌های عصبی مونوآمین[6] و فاکتور نوروتروفیک عصبی مغزی[7] می‌شود که همچنین می‌تواند باعث بهبود عملکرد شناختی و علائم افسردگی شود (۳۸). علاوه بر این، داده‌های بالینی وجود دارد که از پتانسیل محافظت نورونی ورزش پشتیبانی می‌کند (۳۹).

نتایج پژوهش حاضر همچنین نشان داد که تمرینات واقعیت مجازی بر عملکرد حرکتی مبتلایان به ام. اس. اثربخش است، اما در مورد اثربخشی تمرینات واقعیت مجازی بر افسردگی تاثیر معناداری مشاهده نشد. در سال‌های اخیر، نوآوری‌های فناورانه، مانند روباتیک و واقعیت مجازی در بهبود اختلالات حرکتی و شناختی در بیماران عصبی، از جمله آن‌هایی که مبتلا به ام. اس. هستند، تأثیر خود را نشان داده‌اند (۴۰). همچنین نتایج پژوهش‌ها نشان داده است که واقعیت مجازی می‌تواند با تحریک و ارتقاء انعطاف‌پذیری مغز، نقص‌های عصبی روانشناختی را بهبود بخشد و با این کار تأثیر مثبتی بر اجزای حرکتی افراد مبتلا به ام. اس. نیز خواهد داشت (۴۱). واقعیت مجازی نسبت به توانبخشی رایج[8] برای اجرای استراتژی‌های یادگیری حرکتی چندین مزیت دارد. تسهیل ترکیب اصول یادگیری حرکتی از جمله بازخورد چندحسی در زمان واقعی، تغییر تکلیف، پیشرفت عینی و تمرین تکراری وظیفه‌محور را در طول آموزش دارد (۴۲). واقعیت مجازی به‌صورت بالقوه می‌تواند نقش مهمی در اثربخشی به‌کارگیری مدارهای عصبی و ارائه نتایج مطلوب در سطح عملکردی داشته باشد. ساختار مغز را می توان با استفاده از بازخورد بینایی در واقعیت مجازی برای تقویت مناطق به‌هم‌پیوسته و توزیع‌شده قشر تقویت کرد. گزارش شده

1. Ensari
2. Neurogenesis
3. Angiogenesis
4. Dentate Gyrus
5. Granular Cell
6. Monoamine Neurotransmitter
7. Brainderived NeurotrophicF
8. Conventional Rehabilitation

که اطلاعات بصری می‌توانند سیگنال قوی برای ساماندهی مجدد مدارهای حسی-حرکتی ارائه دهند (۴۳). کنو پراس[1] و همکاران (۴۴) در بررسی مطالعات پیشین در مورد اثر واقعیت مجازی بر تعادل و راه رفتن به این نتیجه رسیدند که در چندین پژوهش در تعادل بهبود دیده شده و سه مطالعه گزارش کردند که بین ۱ تا ۲ ماه بعد از پیگیری بهبود وجود داشته است. با این حال، در مطالعه نیسلگارد[2] و همکاران (۴۵)، استفاده از واقعیت مجازی مزایای قابل توجهی در بهبود تعادل و راه رفتن نداشت. به همین دلیل برخی از محققین پیشنهاد کردند که واقعیت مجازی باید توانبخشی معمولی را تکمیل کند (۴۵، ۵)، در حالی که برخی دیگر استفاده از واقعیت مجازی را به عنوان جایگزینی برای توانبخشی معمولی توصیه می‌کنند (۴۶). تا آنجا که بریچتو[3] و همکاران (۴۷) واقعیت مجازی را مؤثرتر از توانبخشی معمولی در بهبود تعادل گزارش کردند. با توجه به مطالب ارائه‌شده، مزیت واقعیت مجازی به ظرفیت آن برای تسهیل گنجاندن اصول یادگیری حرکتی تکیه دارد (۴۲). باید ویژگی‌های سیستم‌ها و محیط‌های واقعیت مجازی شناسایی و ارزیابی شوند که به طور بالقوه می‌تواند اصولی مانند بازخوردهای بیرونی و درونی، تغییر کار و یادگیری ضمنی را مورد بررسی قرار دهند. از این رو، انتخاب گزینه‌های معتبر از نظر درمانی و به لحاظ نظری در توانبخشی مبتنی بر واقعیت مجازی، متکی به درک پتانسیل واقعیت مجازی برای بهره‌برداری از یادگیری حرکتی موثر خواهد بود (۴۴). در مورد اثربخشی واقعیت مجازی بر افسردگی، نتایج برخی پژوهش‌ها نشان داد که واقعیت مجازی به تنهایی نمی‌تواند مداخله مناسبی برای بهبود عملکرد روانی باشد و پژوهش‌ها ورزش همراه با واقعیت مجازی را در کاهش علائم افسردگی ترجیح می‌دهند (۴۸). علاوه بر این، نشستن طولانی و تماشای واقعیت مجازی شاید کمی کسل‌کننده و از حوصله بیمار خارج باشد.

همانطور که نتایج پژوهش حاضر نشان داد، ترکیب تمرینات هوازی و تمرینات واقعیت مجازی در بستر تکالیف دوگانه باعث بهبود بیشتر عملکرد حرکتی و افسردگی مبتلایان به ام. اس. نسبت به گروه‌های تک‌مداخله‌ای شد. در تفسیر نتایج، همانطور که گفته شد، تکالیف دوگانه یکی از بهترین مداخله‌ها برای بیماران می‌باشد و از طرفی واقعیت مجازی، فرد را به‌طور همزمان در فعالیت‌های شناختی و حرکتی درگیر می‌کند (۱۷). در واقع، واقعیت مجازی ابزار مداخله‌ای نسبتاً جدیدی در توانبخشی است و اجازه می‌دهد تا همزمان فرد در فعالیت‌های شناختی و حرکتی (تکالیف دوگانه) درگیر شود. واقعیت مجازی نشان داده است که از طریق ارائه بازخورد چندبعدی و بهبود انگیزه بیماران در هنگام توانبخشی، کاهش ادراک را از بین می‌برد و یادگیری حرکتی را بهبود می‌بخشد (۴۹) و این می‌تواند تا حدودی نتایج پژوهش حاضر را تفسیر کند. در واقع، توانبخشی راه رفتن بر اساس استفاده از تکلالیف دوگانه واقعیت مجازی و تمرینات با دوچرخه‌سواری باعث بهبود کیفیت راه رفتن و تعادل در افراد ام. اس. شده است که با نتایج پژوهش‌های دیگر (۱۷) همسو می‌باشد. البته نمی‌توان اثر دو تکلیف حرکتی (تمرینات دوچرخه‌سواری) و شناختی (واقعیت مجازی) که بار تمرینی بیشتری را نسبت به یک تکلیف (یا دوچرخه‌سواری و یا واقعیت مجازی) دارند، نادیده گرفت. در حال حاضر، شواهد بسیار محدودی در مورد تأثیر راهبردهای توانبخشی تکالیف دوگانه شناختی-حرکتی بر راه رفتن و عملکرد شناختی در افراد مبتلا به ام.اس. وجود دارد (۱۷). از طرف دیگر، شواهد و مدارک فزاینده‌ای در مورد مزایای واقعیت مجازی برای بهبود تعادل و راه رفتن در بیماران نورولوژیک وجود دارد (۵۰). این شواهد در حال رشد هستند؛ اما هنوز به دستورالعمل‌های مشخصی برای توانبخشی مبتنی بر واقعیت مجازی برای بهبود

1. Cano Porras
2. Nilsagard
3. Brichetto

تعادل و راه رفتن (۵) منجر نشده‌اند و اجماع نظر در مورد برنامه‌های مداخله بهینه و اثرات حقیقی واقعیت مجازی مشخص نشده است که خود مانع از توسعه استاندارد مداخلات واقعیت مجازی و استفاده بهینه از این تکنولوژی در توانبخشی شده است (۵). از طرف دیگر، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تمرین تکالیف دوگانه باعث بهبود افسردگی در بیماران ام.اس. افسرده شد. امروزه استفاده از فناوری‌های نوظهور در ارتقاء سلامت، مورد توجه قرار گرفته است. در میان فناوری‌های نوظهوری که ممکن است به‌طور بالقوه در درمان افسردگی کمک کنند، واقعیت مجازی بدون شک هیجان‌انگیزترین و پیشرفته‌ترین فناوری است (۴۸). پژوهش‌ها نشان داده‌اند که ترکیب واقعیت مجازی با تجهیزات ورزشی (مانند دوچرخه و تردمیل) ممکن است به افزایش مزایای روانی ورزش و افزایش شانس پایبندی طولانی‌مدت به ورزش کمک کند (۵۱). در نتیجه، با توجه به ماهیت لذت‌بخش تکالیف دوگانه حاصل از ترکیب بازی‌های ورزشی و واقعیت مجازی و تأثیرات مثبت آن بر افسردگی (۵۲، ۵۱)، این تکالیف می‌توانند به‌عنوان یک رویکرد بالقوه و موثر برای کاهش افسردگی در نظر گرفته شود. اما با توجه به کمبود مطالعات در زمینه بیماران ام.اس. افسرده، این موضوع نیاز به مطالعات بیشتری دارد.

طبق بررسی‌های انجام شده، مشکلات حرکتی، شناختی و عصبی در بیماران مبتلا به ام. اس. افسرده رایج است. در مجموع، این علائم تأثیر نامناسب بر کیفیت زندگی و وضعیت شغلی، روانی و جسمانی بیماران ام. اس. افسرده دارند و مستلزم تلاش‌های زیادی برای تدوین راهبردهای صحیح درمانی هستند. مطالعات درمانی کمی برای به‌طور خاص در بیماری ام. اس. افسرده وجود دارد. در واقع، مداخلات غیردارویی در قالب دوره‌های تمرینات بدنی و راهبردهای شناختی و روانشناختی نشان از اثربخشی خاصی دارد، اما اجماع نظر در مورد مؤثرترین پروتکل‌ها وجود ندارد. مطالعات بیشتر با هدف اصلاح پروتکل‌های درمانی و همچنین ایجاد گزینه‌های جدید درمانی بسیار مهم است. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که یک برنامه تمرینی مناسب با ویژگی‌های سازگار می‌تواند منجر به پیشرفت چشمگیر در عملکرد بیماران ام. اس. و آمادگی عمومی آن‌ها شود. همانطور که نتایج مطالعه حاضر نشان داد، این تمرینات می‌تواند گزینه مناسبی در جهت بهبود عملکرد حرکتی مبتلایان به ام. اس. باشد. با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر، پیشنهاد می‌شود پیگیری‌ها در زمینه میزان اثربخشی تمرینات تا مدتی بعد از دوره تمرینی ادامه داشته باشد. همچنین پیشنهاد می‌شود از تمرینات هوازی دیگری همچون پیاده‌روی یا تمرین با تردمیل همراه با واقعیت مجازی برای بررسی و مقایسه میزان اثربخشی تمرین‌های ذکرشده، استفاده شود.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از رساله دکتری می‌باشد. پژوهشگران از مسئولین انجمن ام. اس. اصفهان و از تمامی بیماران عزیزی که در این پژوهش با علاقه و صبوری مشارکت کردند، تشکر و قدردانی می‌کنند.

منابع

1. Rottoli M, La Gioia S, Frigeni B, Barcella V. Pathophysiology, assessment and management of multiple sclerosis fatigue: an update. Expert review of neurotherapeutics. 2017 Apr 3;17(4):373-9.
2. Motahari Nejad F. Parvaneh S. Ghahari S. Fatigue in patients with inflammatory bowel disease: Causes, evaluation, and treatment. Mashhad Paramedical Sciences and Rehabilitation Sciences. 2016; 5 (1): 73- 81. (In persian)
3. Brenner P, Piehl F. Fatigue and depression in multiple sclerosis: pharmacological and non-pharmacological interventions. Acta Neurologica Scandinavica. 2016 Sep; 134:47-54.

4. Pucak ML, Carroll KA, Kerr DA, Kaplin AL. Neuropsychiatric manifestations of depression in multiple sclerosis: neuroinflammatory, neuroendocrine, and neurotrophic mechanisms in the pathogenesis of immune-mediated depression. Dialogues in clinical neuroscience. 2007 Jun;9(2):125.
5. Kalron A, Fonkatz I, Frid L, Baransi H, Achiron A. The effect of balance training on postural control in people with multiple sclerosis using the CAREN virtual reality system: a pilot randomized controlled trial. Journal of neuroengineering and rehabilitation. 2016 Dec;13(1):1-0.
6. Grazioli E, Tranchita E, Borriello G, Cerulli C, Minganti C, Parisi A. The effects of concurrent resistance and aerobic exercise training on functional status in patients with multiple sclerosis. Current sports medicine reports. 2019 Dec 1;18(12):452-7.
7. Halabchi F, Alizadeh Z, Sahraian MA, et al. xercise prescription for patients with multiple sclerosis; potential benefits and practical recommendations. BMC Neurol; 2017; 17: 185.
8. Kalron A, Aloni R, Allali G. The relationship between depression, anxiety and cognition and its paradoxical impact on falls in multiple sclerosis patients. Multiple sclerosis and related disorders. 2018 Oct 1; 25:167-72.
9. Swank C, Thompson M, Medley A. Aerobic exercise in people with multiple sclerosis: its feasibility and secondary benefits. International journal of MS care. 2013;15(3):138-45.
10. Andreu-Caravaca L, Ramos-Campo DJ, Chung LH, Rubio-Arias JÁ. Dosage and effectiveness of aerobic training on cardiorespiratory fitness, functional capacity, balance, and fatigue in people with Multiple Sclerosis: a systematic review and meta-analysis. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2021 Feb 7.
11. Cho KH, Lee WH. Virtual walking training program using a real-world video recording for patients with chronic stroke: a pilot study. American journal of physical medicine & rehabilitation. 2013 May 1;92(5):371-84.
12. Holden MK. Virtual environments for motor rehabilitation: review. CyberPsychol Behav 2005; 8 (3): 187–211.
13. Riva G, Anguera MT, Wiederhold BK, Mantovani F. From communication to presence: cognition, emotions and culture towards the ultimate communicative experience. Amsterdam: IOS Press. 2006.
14. Tait JL, Duckham RL, Milte CM, Main LC, Daly RM. Influence of sequential vs. simultaneous dual-task exercise training on cognitive function in older adults. Frontiers in aging neuroscience. 2017 Nov 7;9:368.
15. Wajda DA, Mirelman A, Hausdorff JM, Sosnoff JJ. Intervention modalities for targeting cognitive-motor interference in individuals with neurodegenerative disease: a systematic review. Expert review of neurotherapeutics. 2017 Mar 4;17(3):251-61.
16. Hamacher D, Hamacher D, Schega L. A cognitive dual task affects gait variability in patients suffering from chronic low back pain. Experimental brain research. 2014 Nov 1;232(11):3509-13.
17. Peruzzi A, Cereatti A, Della Croce U, Mirelman A. Effects of a virtual reality and treadmill training on gait of subjects with multiple sclerosis: a pilot study. Multiple sclerosis and related disorders. 2016 Jan 1;5:91-6.
18. Wajda DA, Sosnoff JJ. Cognitive-motor interference in multiple sclerosis: a systematic review of evidence, correlates, and consequences. BioMed research international. 2015 Oct;2015.
19. Prosperini L, Castelli L, Sellitto G, De Luca F, De Giglio L, Gurreri F, Pozzilli C. Investigating the phenomenon of "cognitive-motor interference" in multiple sclerosis by means of dual-task posturography. Gait & posture. 2015 Mar 1;41(3):780-5.
20. Ozkul C, Guclu-Gunduz A, Yazici G, Guzel NA, Irkec C. Effect of immersive virtual reality on balance, mobility, and fatigue in patients with multiple sclerosis: A single-blinded randomized controlled trial. European journal of integrative medicine. 2020 Apr 1; 35: 101092.
21. Molhemi F, Monjezi S, Mehravar M, Shaterzadeh-Yazdi MJ, Salehi R, Hesam S, Mohammadianinejad E. Effects of virtual reality vs conventional balance training on balance and falls in people with multiple sclerosis: A randomized controlled trial. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2021 Feb 1;102(2):290-9.

22. Monjezi S, Negahban H, Tajali S, Yadollahpour N, Majdinasab N. Effects of dual-task balance training on postural performance in patients with Multiple Sclerosis: A double-blind, randomized controlled pilot trial. Clinical rehabilitation. 2017 Feb;31(2):234-41.
23. Kim, Y., Lai, B., Mehta, T., Thirumalai, M., Padalabalanarayanan, S., Rimmer, J. H., & Motl, R. W. Exercise training guidelines for multiple sclerosis, stroke, and Parkinson's disease: Rapid review and synthesis. American journal of physical medicine & rehabilitation. 2019 apr 98; (7):613-12.
24. Rahimi Ch. Application of Beck Depression Inventory - 2 in Iranian students. Clinical Psychology and Personality. 2013; 21 (10): 1- 11. (In persian)
25. Rajabi, Gh, Karjoksmayi, S. Adequacy of psychometric indices Persian version of Beck Depression Inventory - Second Edition (BDI-II). Educational Measurement. 2012; 3 (10), 139-157. (In persian)
26. Smarr KL, Keefer AL. Measures of depression and depressive symptoms: Beck depression Inventory-II (BDI-II), center for epidemiologic studies depression scale (CES-D), geriatric depression scale (GDS), hospital anxiety and depression scale (HADS), and patient health Questionnaire-9 (PHQ-9). Arthritis care & research. 2011 Nov;63 (S11): S454-66.
27. Tavakoli M, Sharifi M. Shaygan Nejad V. Depression and cognitive function in patients with inflammatory bowel disease. Journal of Isfahan Medical School. 2015; 33 (332): 604-614. (In persian)
28. Mahdizadeh A, Lokzadeh S, Riyahi A, Hosseini S A, Jalili N. The Investigation of Factors Affecting the Gait of the Patients Suffering From Multiple Sclerosis. jrehab. 2019; 20 (1) :64-73. (In persian)
29. Wernick-Robinson M, Krebs DE, Giorgetti MM. Functional reach: does it really measure dynamic balance?. Archives of physical medicine and rehabilitation. 1999 Mar 1;80(3):262-9.
30. Binesh M, Hassani Mehraban A, Amouzadeh Khalili M, Ghomashchi H, Hamedi D, Taghizadeh G. Relationship between functional balance tests and postural sway parameters in bending and picking up the object on the floor task in the chronic hemiparetic patients. Koomesh. 2013 Feb 12:455-65.
31. Uhthoff W. Untersuchungen über die bei der multiplen Herdsklerose vorkommenden Angenstörungen. Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten. 1890 Feb;21(1):55-116.
32. Snook EM, Motl RW. Physical activity behaviors in individuals with multiple sclerosis: roles of overall and specific symptoms, and self-efficacy. Journal of pain and symptom management. 2008 Jul 1;36(1):46-53.
33. Gale M. Gehlsen, Susan A. Grigsby, Donald M. Winant Effects of an aquatic fitness program on the muscular strength and endurance of patients with multiple sclerosis. Physical therapy. 1984 May 1;64(5):653-7.
34. Schulz KH, Gold SM, Witte J, Bartsch K, Lang UE, Hellweg R, Reer R, Braumann KM, Heesen C. Impact of aerobic training on immune-endocrine parameters, neurotrophic factors, quality of life and coordinative function in multiple sclerosis. Journal of the neurological sciences. 2004 Oct 15;225(1-2):11-8.
35. Cassilhas RC, Tufik S, de Mello MT. Physical exercise, neuroplasticity, spatial learning and memory. Cellular and molecular life sciences. 2016 Mar 1;73(5):975-83.
36. Sigwalt AR, Budde H, Helmich I, Glaser V, Ghisoni K, Lanza S, Cadore EL, Lhullier FL, De Bem AF, Hohl A, De Matos FJ. Molecular aspects involved in swimming exercise training reducing anhedonia in a rat model of depression. Neuroscience. 2011 Sep 29; 192:661-74.
37. Ensari I, Motl RW, Pilutti LA. Exercise training improves depressive symptoms in people with multiple sclerosis: results of a meta-analysis. Journal of psychosomatic research. 2014 Jun 1;76(6):465-71.
38. Zhang J, Chen T. Effect of aerobic exercise on cognitive function and symptoms in patients with depression. National Academy Science Letters. 2019 Oct;42(5):419-21.
39. Kim TW, Sung YH. Regular exercise promotes memory function and enhances hippocampal neuroplasticity in experimental autoimmune encephalomyelitis mice. Neuroscience. 2017 Mar 27; 346:173-81.

40. Maggio MG, De Luca R, Manuli A, Buda A, Foti Cuzzola M, Leonardi S, D'Aleo G, Bramanti P, Russo M, Calabrò RS. Do patients with multiple sclerosis benefit from semi-immersive virtual reality? A randomized clinical trial on cognitive and motor outcomes. Applied Neuropsychology: Adult. 2020 Jan 7:1-7.
41. Russo M, Dattola V, De Cola MC, Logiudice AL, Porcari B, Cannavò A, Sciarrone F, De Luca R, Molonia F, Sessa E, Bramanti P. The role of robotic gait training coupled with virtual reality in boosting the rehabilitative outcomes in patients with multiple sclerosis. International Journal of Rehabilitation Research. 2018 Jun 1;41(2):166-72.
42. Keshner EA, Fung J. The quest to apply VR technology to rehabilitation: tribulations and treasures. Journal of Vestibular Research. 2017 Jan 1;27(1):1-5.
43. Mao Y, Chen P, Le Li DH. Virtual reality training improves balance function. Neural regeneration research. 2014 Sep 1;9(17):1628.
44. Cano Porras D, Sharon H, Inzelberg R, Ziv-Ner Y, Zeilig G, Plotnik M. Advanced virtual reality-based rehabilitation of balance and gait in clinical practice. Therapeutic advances in chronic disease. 2019 Aug;10: 2040622319868379.
45. Nilsagård YE, Forsberg AS, von Koch L. Balance exercise for persons with multiple sclerosis using Wii games: a randomised, controlled multi-centre study. Multiple sclerosis journal. 2013 Feb;19(2):209-16.
46. Lozano-Quilis JA, Gil-Gómez H, Gil-Gómez JA, Albiol-Pérez S, Palacios-Navarro G, Fardoun HM, Mashat AS. Virtual rehabilitation for multiple sclerosis using a kinect-based system: randomized controlled trial. JMIR serious games. 2014 Nov 12;2(2): e2933.
47. Brichetto G, Spallarossa P, de Carvalho ML, Battaglia MA. The effect of Nintendo® Wii® on balance in people with multiple sclerosis: a pilot randomized control study. Multiple Sclerosis Journal. 2013 Aug;19(9):1219-21.
48. Thornton M, Marshall S, McComas J, Finestone H, McCormick A, Sveistrup H. Benefits of activity and virtual reality based balance exercise programmes for adults with traumatic brain injury: perceptions of participants and their caregivers. Brain injury. 2005 Jan 1;19(12):989-1000.
49. Darekar A, McFadyen BJ, Lamontagne A, Fung J. Efficacy of virtual reality-based intervention on balance and mobility disorders post-stroke: a scoping review. Journal of neuroengineering and rehabilitation. 2015 Dec;12(1):1-4.
50. Zeng N, Pope Z, Lee JE, Gao Z. Virtual reality exercise for anxiety and depression: A preliminary review of current research in an emerging field. Journal of clinical medicine. 2018 Mar;7(3):42.
51. Mestre DR, Maïano C, Dagonneau V, Mercier CS. Does virtual reality enhance exercise performance, enjoyment, and dissociation? an exploratory study on a stationary bike apparatus. Presence: Teleoperators and Virtual Environments. 2011 Feb 1;20(1):1-4.
52. Plante TG, Cage C, Clements S, Stover A. Psychological benefits of exercise paired with virtual reality: Outdoor exercise energizes whereas indoor virtual exercise relaxes. International Journal of Stress Management. 2006 Feb;13(1):108.