

Investigating the sleep quality and cognitive performance following combined aerobic-cognitive training in patients with multiple sclerosis

Sara Farajnia¹, Hamid Rajabi², Mehran Ghaffari³, Nahid Beladi-Moghadam³, Rana Fayazmilani^{1*}

1. Department of Biological Sciences in Sport, Faculty of Sport Sciences and Health, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

2. Department of Sports Physiology, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran

3. Department of Neurology, Imam Hossein Hospital, Shahid Beheshti University of Medical Science, Tehran, Iran

Abstract

Background and Purpose: Physical activity is one of the promising interventions with positive effects on the quality of sleep and cognitive function in multiple sclerosis (MS) patients. With the development of various physical programs including combined physical-cognitive programs, it seems that this type of intervention may better affect neurodegenerative diseases, such as MS. Therefore, this study aimed to investigate the quality of sleep and psychomotor vigilance following combined aerobic-cognitive training (Brythonic) and conventional aerobic training (Aerotonic) in patients with MS.

Materials and Methods: Thirty patients (22 women and 8 men) with Relapsing-Remitting and Expanded Disability Status Scale (EDSS) less than four (Mean±SD; age, 36.66±9.36 years; height, 164.5±6.3 cm; weight, 65.43±9.80 kg; body mass index, 24.02±3.02 kg/m²) were randomly divided into 3 equal groups of brythonic training, aerotonic training, and control. Subjects in brythonic and aerotonic groups performed 10 weeks of home-based online training, two sessions per week. Each exercise session included 10 minutes of warm-up, 15 to 35 minutes of exercise, and five minutes of cool-down. The activity of the brythonic group was to perform motivational words with aerobic movements in each session. During ten weeks, these words formed a complete sentence with a positive meaning. In the aerotonic group, the same aerobic movements as the brythonic group were performed, with the difference that there was no cognitive load. Before and after 10 weeks of training psychomotor vigilance test (PVT), and Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) test were performed by all subjects in the three groups. Data analyses were performed by using the repeated measures of ANOVA.

Results: Despite observing a relative improvement in most variables of the PVT in the brythonic group compared to the aerotonic and control groups, these changes were not significant ($P>0.05$). Although, in the PSQI test a 1-point improvement was observed in the sleep quality of patients in the brythonic and aerotonic groups, these changes were not significant.

Conclusion: This study showed that although the repetition of motivational words with aerobic exercise in a short training period does not have a significant effect on the quality of sleep and the levels of psychomotor vigilance of the patients with MS, because of improving trend in the brythonic training group, probably longer duration or higher intensity of exercise or cognitive interventions might result in significant changes.

Keywords: MS, Aerotonic, Brythonic, Dual-Task, Neurodevelopment, Cognitive Load

How to cite this article: Farajnia S, Rajabi H, Ghaffari M, Beladi-Moghadam N, Fayazmilani R. Investigating the sleep quality and cognitive performance following combined aerobic-cognitive training in patients with multiple sclerosis. *J Sport Exerc Physiol.* 2023;16(4):67-79.

*Corresponding Author's E-mail: r_milani@sbu.ac.ir

<https://doi.org/10.48308/joeppa.2023.233410.1199>

Received: 13/10/2023

Revised: 10/12/2023

Accepted: 29/12/2023



بررسی کیفیت خواب و عملکرد شناختی متعاقب تمرین ترکیبی هوازی-شناختی در بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس

سارا فرج نیا^۱، حمید رجبی^۲، مهران غفاری^۳، ناهید بلادی مقدم^۳، رعنا فیاض میلانی^۴

۱. گروه علوم زیستی در ورزش، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
۲. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
۳. گروه مغز و اعصاب، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، بیمارستان امام حسین، تهران، ایران

چکیده

زمینه و هدف: فعالیت ورزشی یکی از مداخله‌های امیدوارکننده با تأثیر مثبت بر کیفیت خواب و عملکرد شناختی در بیماران مولتیپل اسکلروزیس (ام‌اس) است. با گسترش برنامه‌های گوناگون ورزشی از جمله برنامه‌های ترکیبی بدنی-شناختی، گمان می‌رود این نوع مداخله‌ها بتواند اثربخشی بهتری در بیماران عصبی، مانند ام‌اس، داشته باشد. در همین زمینه هدف از این پژوهش بررسی کیفیت خواب و هوشیاری روانی حرکتی بیماران ام‌اس با انجام یک دوره تمرین ترکیبی هوازی-شناختی (برایتونیک) و تمرین متداول هوازی (ایروتونیک) بود.

مواد و روش‌ها: ۳۰ بیمار (۲۲ زن و ۸ مرد) از نوع عود (بازگشت) و بهبود و میزان ناتوانی (EDSS) کمتر از ۴ و میانگین سن $36/66 \pm 9/36$ سال، میانگین قد $164/5 \pm 6/30$ سانتی‌متر، میانگین وزن $65/43 \pm 9/80$ کیلوگرم و میانگین شاخص توده بدنی $24/02 \pm 3/02$ کیلوگرم بر متر مربع، به صورت تصادفی در سه گروه ده نفره تمرین برایتونیک، تمرین ایروتونیک و کنترل بدون تمرین، قرار گرفتند. دو گروه برایتونیک و ایروتونیک، به مدت ده هفته، (۲۰ جلسه)، و هر هفته دو جلسه، تمرین‌های ورزشی مربوط را در منزل و به صورت مجازی انجام دادند که این فرایند شامل ده دقیقه گرم کردن، ۱۵ تا ۳۵ دقیقه فعالیت ورزشی و پنج دقیقه سرد کردن، بود. در پیش‌آزمون و همچنین پس از ده هفته تمرین در منزل (پس‌آزمون)، آزمون هوشیاری روانی - حرکتی (PVT) و کیفیت خواب پیتزبورگ (PSQI)، در بیماران داوطلب اندازه‌گیری شد. برای بررسی داده‌ها از آمار توصیفی (میانگین \pm انحراف معیار) استفاده شد. برای بررسی تفاوت بین سه گروه و نیز تفاوت‌های درون‌گروهی پیش و پس از دوره تمرینی، از آزمون تحلیل واریانس تکراری با عامل بین‌گروهی استفاده شد و سطح معناداری $P \leq 0/05$ در نظر گرفته شد.

نتایج: هرچند گروه برایتونیک نسبت به گروه ایروتونیک و کنترل، بهبود نسبی بیشتری در متغیرهای PVT داشتند، این تغییرات معنادار نبود. در آزمون PSQI نیز با اینکه بهبود یک‌نمره‌ای در کیفیت خواب بیماران گروه برایتونیک و ایروتونیک دیده شد، ولی تغییرات آن معنادار نبود.

نتیجه‌گیری: این پژوهش نشان داد اگرچه تکرار کلمه‌های انگیزشی همراه با فعالیت هوازی در یک دوره کوتاه تمرینی، تأثیر معناداری بر میزان کیفیت خواب و سطوح هوشیاری روانی حرکتی بیماران ام‌اس ندارد، ولی به دلیل روند رو به بهبود در گروه تمرین برایتونیک، احتمالاً برای معنادار شدن تغییر در این متغیرها به مدت یا شدت بیشتر فعالیت یا بررسی دیگر مداخلات نیاز است.

واژه‌های کلیدی: ام‌اس، ایروتونیک، برایتونیک، تکلیف دوگانه، رشد عصبی، بار شناختی

نحوه استناد به این مقاله: فرج نیا س، رجبی ح، بلادی مقدم ن، غفاری م، فیاض میلانی ر. بررسی کیفیت خواب و عملکرد شناختی متعاقب تمرینات ترکیبی هوازی-شناختی در بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس. نشریه فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی. ۱۴۰۲؛ ۱۶(۴): ۶۷-۷۹.

* رایانامه نویسنده مسئول: r_milani@sbu.ac.ir

مقدمه

بیماری مولتیپل اسکلروز (ام اس) دستگاه عصبی مرکزی را درگیر می‌کند و علائم بسیاری دارد که به دو دسته تقسیم می‌شوند: علائمی که به‌طور مستقیم به دلیل از بین رفتن میلین در مغز و نخاع ایجاد می‌شوند و به علائم اولیه معروف‌اند، و علائمی که به‌طور غیرمستقیم و طی روند بیماری پیش می‌آیند و علائم ثانویه نام دارند (۱). در بیماری ام اس، پس از اولین حمله و بهبود ظاهری، اختلالات دستگاه اعصاب خودکار، سبب بروز علائم جسمی و روحی مختلف می‌شود. به دلیل آسیب در میلین آکسون‌های دستگاه اعصاب مرکزی، سرعت تکانش‌های عصبی کاهش می‌یابد و از زمان صدور فرمان مغز تا رسیدن به عضلات، زمان بیشتری صرف می‌شود (۲). در نتیجه بیمار دچار کندی حرکات و صرف بیشتر انرژی، کرختی و گرفتگی عضلات و خستگی می‌شود. همچنین در تعدادی از بیماران، اختلال در عملکرد اعصاب سمپاتیک و پاراسمپاتیک موجب بی‌نظمی در ضربان قلب، فشار خون، مشکلات جنسی، ادراری، روده‌ای، درد و دوبینی می‌شود (۳).

با این همه همان‌گونه که مشخص است، وقتی درباره علائم رایج ام اس صحبت می‌شود، بیشتر مشکلاتی مانند اختلال حرکتی، ضعف بینایی، سوزش، بی‌حسی و خستگی پررنگ می‌شوند و توجه کمتری به مشکلات مهم شناختی در این بیماران مانند کاهش میزان هوشیاری، توجه، تمرکز و در نتیجه تأثیر این موارد روی کیفیت خواب می‌شود (۴).

اختلالات شناختی در ام اس با تخریب عصبی به‌ویژه آسیب نواحی قشری مغز، دمیالیناسیون و التهاب وابسته است. بیشترین مناطق آسیب‌پذیر در بیماران ام اس نیز به مراکز توجه، تمرکز، حافظه کلامی و پردازش اطلاعات وابسته است که در نهایت می‌تواند به اختلالات حرکتی منجر شود (۵). وقتی ناتوانی بدنی، با کاهش شناخت همراه شود، سبب اختلال در توانایی ادغام وظایف شناختی و حرکتی می‌شود و ظرفیت پردازش مورد نیاز برای انجام تکالیف دوگانه (Dual-Tasks: DT) را نیز کاهش می‌دهد. در نتیجه این فرایند، احساس ناراضی در بیماران ام اس رخ می‌دهد و می‌تواند سبب تغییر در حالات روحی و خلقی آنها شود (۶). به دلیل وقوع این تغییرات، کیفیت خواب بیماران نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد و در نتیجه میزان هوشیاری و توجه آنها طی روز

کاهش می‌یابد. به همین دلیل گمان می‌رود با بهبود کیفیت خواب بیماران ام اس، هوشیاری و توجه آنها نیز افزایش یابد. به همین دلیل در بیشتر مطالعه‌های بالینی، آزمون‌های تشخیصی برای ارزیابی هوشیاری و بیداری طی روز، بر تعیین کیفیت خواب تمرکز دارند (۷). از سوی دیگر، به نظر می‌رسد افزایش هوشیاری و توجه در طول روز، سبب فعالیت بیشتر مغز شود و برای بازیابی بهتر مغز در زمان خواب، عروق خواب بهتری را برای مغز فراهم کند. بنابراین روی هم رفته گمان می‌رود بین کیفیت خواب و عملکردهای شناختی همبستگی بالایی باشد.

یکی از مشکلات مهم بیمارانی مانند ام اس، که از اختلالات خواب نیز رنج می‌برند و کمتر بررسی شده است، اختلال در عملکرد هوشیاری پایدار آنها طی روز است (۸). در افراد دارای اختلال خواب، هوشیاری یک جزء مهم شناختی است که به‌طور پیاپی و به شدت نیز تحت تأثیر میزان خواب فرد قرار می‌گیرد. در مطالعات مربوط به اختلال خواب نیز، آزمون هوشیاری روانی- حرکتی (Psychomotor Vigilance Test: PVT) به‌عنوان یکی از پرکاربردترین ابزارها برای ارزیابی توجه پایدار مورد توجه قرار گرفته، زیرا نشان داده شده است که PVT به کمبود خواب بسیار حساس است (۹). با این همه پژوهش‌هایی که به عملکرد PVT در اختلال‌های خواب و بیداری پرداخته‌اند، نشان می‌دهند که اختلال‌های هوشیاری و خواب بر اساس نقص‌های مختلف در مدارهای تعدیل‌کننده خواب و بیداری در دستگاه عصبی مرکزی، می‌توانند سازوکارهای متمایزی داشته باشند (۱۰). روی هم رفته و از آنجایی که PVT در پژوهش‌های مربوط به خواب برای افراد سالم به خوبی بررسی شده است، ولی استفاده از آن در بیماران مبتلا به اختلالات خواب مثل ام اس، اندک است (۱۱). شناسایی روش‌های درمانی مؤثر برای اترگذاری روی PVT و اختلال خواب، در بیماران ام اس ضروری است که یکی از امیدوارکننده‌ترین مداخله‌ها، فعالیت‌های ورزشی است (۱۲). در همین زمینه نیز پانابوتیس و همکاران (Panayiotis Aristotelous) (۲۰۱۹)، به بررسی کیفیت خواب و عملکرد شناختی در ۵۱ بیمار ام اس (۳۰ زن و ۲۱ مرد) از نوع عود و بهبود و با میانگین سنی ۷۱ ± ۳۸/۴ سال، پرداختند. تکلیف شناختی آزمون (Paced Auditory Serial Addition Test: PASAT)، بود و این

فعالیت‌های روزمره زندگی بیماران ام اس داشته‌اند (۲۳). با این همه توانبخشی شناختی در ام اس، در مراحل ابتدایی و نسبی خود قرار دارد و برای تعیین اثربخشی مداخلات توانبخشی شناختی مختلف، پژوهش‌های دقیق‌تری از نظر روش شناختی مورد نیاز است.

تاکنون پژوهش‌های کمی در مورد تأثیر ترکیبی فعالیت بدنی و تکلیف شناختی، بر نتایج شناختی و حرکتی بیماران ام اس انجام گرفته است (۲۴). سالیان متمادی نیز، توانبخشی حرکتی و ورزش برای بهبود عملکرد راه رفتن، و توانبخشی شناختی برای بهبود عملکرد شناختی به‌عنوان دو درمان جداگانه استفاده می‌شد. ولیکن اکنون مشخص شده است که به‌طور چشمگیری، فرایندهای شناختی، عاطفی و حرکتی به یک سری مدارهای مغزی یکپارچه و بسیار بهم‌پیوسته، بستگی دارند و ترکیب فعالیت‌های بدنی و توانبخشی شناختی یا تکالیف دوگانه، هم علائم حرکتی و هم علائم شناختی را در بیماران ام اس بهبود می‌بخشد (۲۵). بنابراین گمان می‌رود انجام تکالیف دوگانه بدنی-شناختی قابلیت اثرگذاری همزمان بر بخش‌های مختلف بدن را داشته باشد و از یک طرف با فعال کردن مسیرهای محور مغزی نخاعی، سبب بهبود سلامت دستگاه عصبی شده و از طرف دیگر با افزایش نشاط و اعتمادبه‌نفس موجب بهبود کیفیت خواب و افزایش سطوح توجه و هوشیاری بیماران شود. با توجه به پژوهش‌های کم صورت‌گرفته در این زمینه، اثر تعاملی انجام تمرین‌های ترکیبی در این بیماران نیز به‌خوبی مشخص نشده است.

بر همین اساس، این پژوهش به بررسی تمرین برایتونیک (Brythonic) که نوعی تکلیف دوگانه است که در کنار فعالیت بدنی، بار شناختی نیز ایجاد می‌کند، پرداخته است. برایتونیک بر مبنای حروف کدگذاری شده الفبای زبان‌های مختلف است و با الهام گرفتن از خط بریل بین‌المللی پایه‌ریزی شده است که با تکیه بر اصول این ورزش، هر فردی در هر سنی و با هر شرایط بدنی می‌تواند آن را اجرا کند (۲۶). این نوع فعالیت ورزشی به‌دلیل داشتن بار شناختی در کنار فعالیت هوازی و تکرار کلمه‌های مثبت و جملات انگیزشی و لذت‌بخشی که بار معنایی نیز برای فرد دارند و همچنین با به‌کارگیری عامل نشاط حین فعالیت، احتمالاً می‌تواند با ایجاد تأثیرات محافظت‌کننده

پژوهشگران شاهد همبستگی بین عملکرد شناختی و کیفیت خواب این بیماران بودند (۱۳).

طی دو دهه گذشته، اثر انواع مختلف تمرین‌های مقاومتی (۱۴)، هوازی (۱۵، ۱۶) و ترکیبی (۱۷)، به‌طور گسترده و در بیشتر ابعاد ام اس بررسی شده است. سایر فعالیت‌های ورزشی از جمله انجام این تمرین‌ها در خانه (۱۸) نیز به‌تازگی و به‌ویژه در دوران کرونا مورد توجه قرار گرفته‌اند. بیشتر یافته‌های این پژوهش‌ها، حاکی از تأثیر مثبت انواع فعالیت‌های ورزشی بر بهبود علائم ناشی از بیماری از طریق سازوکارهای متفاوت‌اند. روی هم‌رفته تحقیقات پیشین نشان داده‌اند که فعالیت‌های ورزشی با بهبود توانایی‌های بدنی و شناختی، مانند اجرای تکلیف دوگانه (۱۹) می‌توانند علائم بیماری را کاهش دهند. برای نمونه کاگلا اوزاکل (Cagla Ozkul) و همکاران (۲۰۲۰)، به بررسی ۳۴ بیمار ام اس از نوع عود و بهبود پرداختند. این بیماران به دو گروه ۱۷ نفره تمرین ترکیبی هوازی-پيلاتس و گروه کنترل با حرکات انعطاف‌پذیری آرام، تقسیم شدند و هر دو گروه به مدت هشت هفته و سه جلسه در هفته تمرین کردند. در نهایت دیده شد که تمرین‌های ورزشی ترکیبی تأثیرات مفیدی بر عملکردهای شناختی مختلف در بیماران RRMS با میزان ناتوانی و اختلال شناختی خفیف دارد. افزون بر این، رابطه متقابلی بین بهبود عملکردهای شناختی، خلق‌وخو و همچنین کیفیت زندگی پس از انجام این تمرین‌ها دیده شد (۲۰). همچنین دنا صادقی و همکاران (۲۰۱۹)، به بررسی کیفیت خواب ۴۶ بیمار ام اس پرداختند. این افراد به مدت سه هفته و هر روز ۶۰ دقیقه فعالیت بدنی منظم با شدت کم را اجرا کردند و پس از این دوره کیفیت خواب آنها بهبود زیادی یافت (۲۱). بنابراین، فعال بودن بیماران ام اس، از نظر بدنی، به‌ویژه در مرحله عود و بهبود (Relapsing-Remitting) و با میزان ناتوانی کم، از اهمیت بسیاری برخوردار است و به همین دلیل، فعالیت ورزشی باید در مراحل اولیه بیماری، به‌عنوان مداخله‌ای مؤثر برای افراد مبتلا به ام اس در کنار درمان دارویی، تجویز شود (۲۲).

یکی دیگر از مداخله‌هایی که می‌تواند سبب تغییر در علائم ام اس و فعالیت روزمره بیمار شود، استفاده از فعالیت‌های شناختی است. به‌تازگی نیز مشخص شده است که برنامه‌های توانبخشی شناختی، نتایج مثبتی در بهبود توانایی‌های یادگیری، توجه، حافظه و

عصبی و افزایش هماهنگی‌های عصبی عضلانی، سبب بهبود کیفیت خواب و افزایش توجه، تمرکز و هوشیاری روانی حرکتی بیماران ام‌اس شود. بر همین مبنا و با توجه به شکاف پژوهشی در زمینه اثر تعاملی همزمان تمرین بدنی-شناختی و نبود بررسی‌های کافی در زمینه همبستگی بین کیفیت خواب و هوشیاری روانی حرکتی در بیماران ام‌اس، هدف از این پژوهش، رسیدن به پاسخ این پرسش است که آیا اضافه کردن بار شناختی به تمرین هوازی می‌تواند با تأثیر مثبت بر کیفیت خواب و افزایش توجه و تمرکز فردی، سبب بهبود هوشیاری روانی حرکتی در بیماران مبتلا به ام‌اس شود؟

روش پژوهش

نمونه‌های پژوهش: این پژوهش پس از اخذ کد اخلاق از کمیته ملی اخلاق پژوهشی دانشگاه شهید بهشتی (IR.SBU.REC.ID: ۱۴۰۰۱۷۷) با شناسه (IRCT۲۰۲۱۱۲۱۴۰۵۳۴۰۷N۱) در مرکز کارآزمایی بالینی ایران به ثبت رسید. هماهنگی‌های لازم با درمانگاه ام‌اس بیمارستان امام حسین (ع) انجام گرفت. با نظارت و تشخیص پزشکان متخصص درمانگاه، بیمارانی که شرایط شرکت در طرح را داشتند، به تیم پژوهشی معرفی و پس از مطالعه برگه‌های رضایت‌نامه مصوب

جدول ۱. شاخص‌های آنتروپومتریک آزمودنی‌ها

ویژگی‌ها	جنسیت (زن/مرد)	میزان ناتوانی (EDSS)	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	توده بدن (کیلوگرم/متر مربع)
میانگین ± انحراف معیار	۸/۲۲	۱/۴۱ ± ۰/۵۶	۳۶/۶۶ ± ۹/۳۶	۱۶۴/۵ ± ۶/۳۰	۶۵/۴۳ ± ۹/۸۰	۲۴/۰۲ ± ۳/۰۲

داوطلبان به‌طور تصادفی در سه گروه ده‌نفری قرار گرفتند: ۱. تمرین برایتونیک، ۲. تمرین ایروتونیک و ۳. کنترل بدون تمرین. گروه‌های تمرینی به مدت ده هفته (۲۰ جلسه) ورزش کردند که هر جلسه شامل ده دقیقه گرم کردن، ۱۵ تا ۳۰ دقیقه ورزش و پنج دقیقه سرد کردن بود. آزمودنی‌ها موظف بودند نمرات مربوط به فشار تمرین (یک تا ده و آسان به سخت) را در مقیاس بورگ (۲۹) و متغیرهای خستگی (یک تا هفت و کم به زیاد)، استرس (یک تا هفت و کم به زیاد)، درد عضلانی (یک تا هفت و کم به زیاد) و کیفیت خواب (یک تا هفت و بد تا عالی)، را به‌صورت روزانه بر اساس آزمون هوپر (۳۰) ثبت کرده و برای تیم پژوهشی ارسال کنند. روش اجرا

روش اجرای پژوهش: بیماران پس از تکمیل مشخصات فردی، ابتدا آزمون PVT را انجام دادند و سپس پرسشنامه کیفیت خواب PSQI را پاسخ دادند و سرانجام مجدداً آزمون PVT را به‌دلیل از بین بردن آثار ناشی از شرایط پیش‌آزمون و پس‌آزمون برای بیماران، اجرا کردند. پس از انجام مرحله پیش‌آزمون، بروشور روش اجرای تمرین به‌همراه کدهای الفبایی و تشک ورزشی به آنها داده شد و مربی مربوطه نیز در همان جلسه آشنایی، روش اجرای کلی تمرین برایتونیک را به بیماران آموزش داد. در جلسات اول و دوم از هفته اول تمرین در فیلم اجراشده توسط مربی نیز کلی موارد و نکته‌های لازم برای انجام بهتر تمرین آموزش داده شد.

هم به این صورت بود که پس از هر هفته فیلم آموزشی مربوط به جلسه‌های همان هفته در اختیار آنها قرار می‌گرفت و آزمودنی موظف بود حین اجرا از خود فیلم بگیرد و برای تیم پژوهشی ارسال کند تا با تأیید اجرای فردی، ایرادات مربوط به هر شخص نیز بازخورد داده شود. میانگین داده‌های روزانه درباره خودگزارشی کنترل تمرین، در جدول ۲ ارائه شده است (جدول ۲).

جدول ۲. برخی شاخص‌های کنترل تمرین

فشار تمرین از ۱۰	خستگی از ۷	استرس از ۷	درد عضلانی از ۷	کیفیت خواب از ۷	
۴/۰۷ ± ۲/۳۳	۲/۴۴ ± ۱/۲۵	۲/۰۵ ± ۱/۲۴	۲/۰۵ ± ۱/۱۲	۵/۷۵ ± ۰/۷۱	برایتونیک
۴/۵۲ ± ۱/۹۲	۳/۱۵ ± ۱/۷۴	۱/۸۵ ± ۱/۲۵	۲/۴۶ ± ۱/۳۵	۵/۹۱ ± ۰/۶۷	ایروتونیک

در نهایت، همه مراحل در پیش‌آزمون، پس از ده هفته تمرین در درمانگاه تکرار شد. شایان ذکر است بدین سبب برنامه تمرینی ده‌هفته‌ای انتخاب شد (جدول ۳) که پیش از این مشخص شده بود محرک کافی برای تغییرات عملکردی در افراد مبتلا به ام اس

توسط این دوره تمرین وجود دارد (۳۱). روش تمرینی گروه برایتونیک: در ابتدا معادل فارسی حروف جدول برایتونیک در اختیار بیماران قرار گرفت (شکل ۱).

Encoding the letters of the Latin alphabet for Brythonic										
Counting pattern										
1	4									
2	5									
3	6									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	
U	V	W	X	Y	Z					
آ	ا	ب	پ	ت	ث	ج	چ	ح	خ	د
ذ	ر	ز	ژ	س	ش	ص	ض	ط	ظ	ع
غ	ف	ق	ک	گ	ل	م	ن	و	ه	ی

شکل ۱. معادل فارسی کدهای الفبای تمرین برایتونیک

گروه برایتونیک، تمرین خود را به صورت هوازی و بار روانی و انگیزشی بالا، انجام می‌دادند (شکل ۲). درگیری بالاتنه، پایین تنه و تکرار جملات مثبت همراه با



شکل ۲. روش اجرای تمرین برایتونیک

نیز در جلسات آخر که جمله به طور کامل اجرا شد، تنها پنج دقیقه به زمان کلی تمرین افزوده شده است (جدول ۳).

روش تمرینی گروه ایروتونیک (Aerotonic): تمرین گروه ایروتونیک، در تمامی جلسات، مشابه گروه برایتونیک بود، با این تفاوت که هیچ‌گونه بار شناختی نداشت، و به طریق الگوبرداری از انجام حرکات توسط مربی با همان ریتم و ضرباهنگ در حرکات دست و پا، در تمرین برایتونیک انجام می‌گرفت، تا بار بدنی در هر دو گروه یکسان باشد. تنها تفاوت بین دو گروه این بود که بیماران گروه ایروتونیک نمی‌دانستند، در حال اجرای کلمه عشق بوده و تنها مربی از این موضوع آگاه بود. از این رو تمام حرکات اجرا شده در گروه ایروتونیک نیز، از جدول حروف الفبای تمرین برایتونیک پیروی می‌کردند. برای نمونه در اجرای حرف ع از کلمه «عشق» در گروه برایتونیک، مربی از بیماران می‌خواست که وارد جدول (روی تشک تمرین شوند و حرکات مورد نظر را انجام دهند، اما در گروه ایروتونیک، به بیمار گفته می‌شد که با برداشتن یک قدم به سمت بالا و راست حرکت مورد نظر را انجام دهد.

مدت زمان تمرین در جلسات هفته اول و دوم ۳۰ دقیقه بود و بیماران عبارت «من می‌توانم با تلاش» را اجرا کردند. مدت زمان تمرین در جلسات هفته سوم و چهارم ۳۵ دقیقه بود و بیماران عبارت «انگیزه و عشق» را اجرا کردند. مدت زمان تمرین در جلسات هفته پنجم و ششم ۴۰ دقیقه بود و بیماران عبارت «بهترین زندگی را» اجرا کردند. مدت زمان تمرین در جلسات هفته هفتم ۴۵ دقیقه بود و بیماران عبارت «داشته باشم» را اجرا کردند. مدت زمان تمرین در جلسات هفته هشتم و نهم ۵۰ دقیقه بود و بیماران در هفته هشتم نیمه اول جمله «من می‌توانم با تلاش، انگیزه و عشق» و در هفته نهم نیمه دوم نیز جمله «بهترین زندگی را داشته باشم» اجرا کردند. مدت زمان تمرین در هفته دهم ۵۵ دقیقه بود و بیماران این جمله را به طور کامل اجرا کردند: «من می‌توانم با تلاش، انگیزه و عشق، بهترین زندگی را داشته باشم». در نتیجه، هم بار بدنی و هم بار شناختی تمرین، به تدریج طی این ده هفته و ۲۰ جلسه افزایش یافت. شایان ذکر است که در هر جلسه (به جز جلسه اول) ابتدا کلمه‌های جلسه قبل به صورت کلی و برای یادآوری تکرار شده و سپس زمان اصلی تمرین برای کلمه‌های جدید اختصاص داده می‌شد و بر همین مبنا

جدول ۳. افزایش بار زمانی و بار شناختی تمرین برای تونیک

هفته‌ها	مدت (دقیقه)	بار شناختی
هفته اول	۳۰	من می‌توانم
هفته دوم	۳۰	با تلاش
هفته سوم	۳۵	انگیزه
هفته چهارم	۳۵	و عشق
هفته پنجم	۴۰	بهترین
هفته ششم	۴۰	زندگی را
هفته هفتم	۴۵	داشته باشم
هفته هشتم	۵۰	من می‌توانم با تلاش، انگیزه و عشق
هفته نهم	۵۰	بهترین زندگی را داشته باشم
هفته دهم	۵۵	اجرای کامل جمله

میزان بازدهی خواب، اختلالات خواب، استفاده از داروهای خواب‌آور و اختلالات عملکردی روزانه است و پایایی آن برای نسخه فارسی پرسشنامه ۰/۸۹ گزارش شده است (۳۴).

تحلیل آماری: از آمار توصیفی (میانگین \pm انحراف معیار) برای توصیف داده‌ها استفاده شد. برای بررسی تفاوت بین سه گروه و نیز تفاوت‌های درون‌گروهی پیش و پس از دوره هشت‌هفته‌ای تمرین، از آزمون تحلیل واریانس تکراری با عامل بین‌گروهی استفاده شد. در صورت وجود تفاوت در سطوح پایه هر کدام از متغیرها، با در نظر گرفتن سطوح پایه از آزمون آنکوا استفاده شد. در صورت مشاهده تفاوت معناداری در تعامل گروه (برایتونیک، ایروتونیک و کنترل) در زمان (پیش و پس)، از آزمون تعقیبی بنفرونی به‌عنوان آزمون تعقیبی استفاده شد. سطح معناداری در تمامی نتایج آماری $P \leq 0/05$ در نظر گرفته شد. برای همه بررسی‌ها در آمار توصیفی و استنباطی، از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار اکسل شرکت مایکروسافت نسخه ۲۰۱۶ استفاده شد.

نتایج

آزمون هوشیاری روانی-حرکتی (PVT): نتایج آنوای تکراری با عامل بین‌گروهی نشان داد که تعامل زمان در گروه برای پاسخ‌های نادرست مرحله اول $\eta^2 = 0/005$ ، $P = 0/93$ ، $\eta^2 = 0/07$ ، $P = 0/27$ و دوم $\eta^2 = 0/68$ ، $P = 0/38$ ، $\eta^2 = 0/38$ ، $P = 0/71$ ، $\eta^2 = 0/24$ و سوم $\eta^2 = 0/49$ ، $P = 0/50$ ، $\eta^2 = 0/69$ ، $P = 0/50$ از نظر آماری معنادار نیستند (جدول ۴).

گروه کنترل نیز در طول ده هفته دوره تمرینی هیچ فعالیت بدنی یا شناختی انجام نمی‌دادند. همچنین به بیماران گروه کنترل گفته شد که پس از اتمام تحقیق، می‌توانند در این ۲۰ جلسه تمرین ورزشی شرکت کنند تا از مزایای تمرین به‌طور یکسان بهره‌مند شوند.

آزمون هوشیاری روانی-حرکتی (PVT): از این آزمون به‌منظور تعیین میزان هوشیار باش، توجه مداوم و تغییرات عملکرد شناختی افراد استفاده شد. PVT یک آزمون زمان واکنش است که امکان جمع‌آوری حجم زیادی از داده‌ها را در مدت زمان نسبتاً کوتاهی فراهم می‌کند. این ویژگی‌ها حساسیت آزمون را افزایش می‌دهد تا تغییرات کوچک در توجه هوشیار را که می‌تواند در عرض چند ثانیه کاهش یابد، تشخیص دهد. این آزمون به این صورت است که نقاط قرمز در وسط صفحه نمایشگر نشان داده می‌شود و آزمودنی‌ها باید به این محرک به‌سرعت و دقت با کلیک کردن پاسخ دهند. عملکرد آزمون بر اساس زمان واکنش و دقت پاسخ‌ها ثبت می‌شود. محرک‌ها به‌صورت تصادفی، در فواصل دو تا ده ثانیه ارائه می‌شود. اگر آزمودنی‌ها تحریک را تشخیص ندهند یا نتوانند کمتر از ۰/۵ ثانیه یا ۵۰۰ میلی‌ثانیه به محرک پاسخ دهند، پاسخ آنها به‌عنوان پاسخ غلط ثبت می‌شود (۳۲). پایایی و اعتبار این آزمون تأیید و به اثبات رسیده است و عملاً هیچ منحنی یادگیری در این آزمون ایجاد نشده و کاملاً جدا از استعداد فردی است (۳۳).

کیفیت خواب (Pittsburgh Sleep Quality Index: PSQI): شامل ۱۹ پرسش در هفت بعد کیفیت ذهنی خواب، تأخیر در به خواب رفتن، مدت زمان خواب،

جدول ۴. میانگین \pm انحراف معیار متغیر آزمون هوشیاری روانی حرکتی (PVT)

متغیرها	گروه	پیش آزمون	پس آزمون	درصد تغییرات	P درون گروهی	تعامل زمان در گروه
PVT ₁ (پاسخ نادرست)	برایتونیک	۴/۰۰ \pm ۳/۰۵	۳/۴۰ \pm ۳/۳۷	- ۱۵	۰/۵۸	۰/۹۳
	ایروتونیک	۵/۸۰ \pm ۳/۹۹	۶/۷۰ \pm ۶/۰۹	۱۵/۵۱	۰/۹۲	
	کنترل	۱۰/۵۰ \pm ۸/۲۷	۹/۹۰ \pm ۹/۸۳	- ۵/۷۱	۰/۵۸	
PVT ₁ (زمان واکنش)	برایتونیک	۳۳۶/۵ \pm ۲۹/۴۰	۳۲۹/۳ \pm ۳۸/۹۱	- ۲/۱۳	۰/۱۳	۰/۷۱
	ایروتونیک	۳۴۹/۳ \pm ۲۶/۵۵	۳۴۷/۵ \pm ۲۵/۲۳	- ۰/۵۱	۰/۷۰	
	کنترل	۳۶۲/۱ \pm ۳۷/۸۹	۳۵۶/۹ \pm ۳۸/۷۴	- ۱/۴۳	۰/۲۷	
PVT ₂ (پاسخ نادرست)	برایتونیک	۴/۹۶ \pm ۴/۸۰	۳/۴۳ \pm ۳/۰۰	- ۳۰/۸۳	۰/۲۰	۰/۶۸
	ایروتونیک	۷/۵۰ \pm ۴/۱۴	۶/۶۰ \pm ۶/۲۵	- ۱۲/۰۰	۰/۵۱	
	کنترل	۱۰/۱۰ \pm ۸/۲۵	۱۰/۰۰ \pm ۸/۰۸	- ۰/۹۹	۰/۹۴	
PVT ₂ (زمان واکنش)	برایتونیک	۳۳۴/۹ \pm ۳۲/۴۹	۳۲۶/۳ \pm ۳۴/۶۶	- ۲/۵۶	۰/۱۸	۰/۵۰
	ایروتونیک	۳۶۳/۰ \pm ۲۹/۵۸	۳۵۶/۹ \pm ۲۶/۸۸	- ۱/۶۸	۰/۳۴	
	کنترل	۳۶۹/۲ \pm ۳۶/۳۵	۳۷۰/۸ \pm ۴۹/۸۷	۰/۴۳	۰/۸۰	

PVT: Psychomotor Vigilance Test

متغیر کیفیت خواب (PSQI): نتایج آنوای تکراری با عامل بین گروهی نشان داد که تعامل زمان در گروه برای کیفیت خواب ($\eta^2 = ۰/۰۲۶$ ، $P = ۰/۰۶۹$ ، $F(۱,۲۷) = ۰/۳۶$) معنادار نیست (جدول ۵).

جدول ۵. میانگین \pm انحراف معیار متغیر کیفیت خواب

متغیرها	گروه	قبل	بعد	درصد تغییرات	P درون گروهی	تعامل زمان در گروه
PSQI	برایتونیک	۵/۲۰ \pm ۱/۹۸	۴/۴۰ \pm ۳/۰۲	- ۱۵/۳۸	۰/۳۷	۰/۶۹
	ایروتونیک	۵/۸۰ \pm ۴/۳۱	۴/۸۰ \pm ۳/۸۵	- ۱۷/۲۴	۰/۲۶	
	کنترل	۸/۲۰ \pm ۶/۶۲	۸/۲۰ \pm ۶/۱۴	۰	۰/۹۹	

PSQI: Pittsburgh Sleep Quality Index

شاهد تفاوت معناداری در هیچ یک از متغیرهای تعداد پاسخ نادرست و زمان واکنش در هیچ یک از مراحل پیش آزمون و پس آزمون نبود، ولی کاهش زمان واکنش و همچنین کاهش شمار پاسخ نادرست با درصد تغییرات -۱۵ در مرحله اول و -۳۰ در مرحله دوم، در گروه برایتونیک می تواند گویای تأثیر مثبت اضافه بار شناختی باشد. در همین زمینه ماتیولی و همکاران نیز نشان دادند که آموزش یک برنامه شناختی خاص بر سرعت پردازش داده ها، توجه و تمرکز بیماران ام اس مؤثر است (۳۵). نزدیک بودن درصد تغییرات در گروه ایروتونیک و کنترل به یکدیگر نیز، احتمالاً نشانه بی تأثیر بودن این فعالیت هوازی با شدت پایین بر هوشیاری روانی حرکتی این بیماران است. تاکنون در این زمینه تحقیقات کمی به بررسی اثر فعالیت های هوازی بر روی هوشیاری روانی حرکتی بیماران ام اس پرداخته اند (۳۶). برای نمونه

بحث و نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که تمرین برایتونیک، با اینکه در هر دو متغیر کیفیت خواب و هوشیاری روانی- حرکتی، معنادار نشد، توانایی تأثیرگذاری بیشتری بر تمامی متغیرهای آزمون PVT دارد. بر پایه این یافته ها گمان می رود، افزودن بار شناختی با تکرار کلمه های مثبت در حین انجام فعالیت هوازی با شدت متوسط (برایتونیک) نسبت به انجام فعالیت هوازی بدون بار شناختی (ایروتونیک) یا بدون فعالیت (کنترل) در بیماران مبتلا به ام اس، تأثیر بیشتری بر افزایش توجه و تمرکز دارد. همچنین بهبود حدود یک نمره ای در آزمون کیفیت خواب هر دو گروه برایتونیک و ایروتونیک، حاکی از اثرگذاری فعالیت هوازی با شدت متوسط بر این متغیر است.

آزمون هوشیاری روانی- حرکتی: این پژوهش با اینکه

همین دلیل به بررسی‌های منسجم‌تری در این حوزه با افزایش شدت یا مدت تمرین نیاز است.

در انتها این پرسش نیز به ذهن می‌رسد که اگر این میزان اضافه بار شناختی با شدت یا مدت بیشتر فعالیت هوازی همراه بود، یا اینکه اگر بیماران داوطلب در این پژوهش درجه‌ناتوانی بالاتر و احتمالاً مشکلات شناختی بیشتری داشتند، آیا تغییرات بیشتری در بهبود شاخص‌های بررسی شده رخ می‌داد یا خیر؟ زیرا گمان می‌رود انجام این مقدار فعالیت هوازی که طبق مقیاس بورگ شدت آن نزدیک به ۴/۲۹ بوده و همچنین اضافه کردن بار شناختی به صورت تکرار کلمه‌های مثبت و انگیزشی و تبدیل این کلمه‌ها طی ۲۰ جلسه و ده هفته، به جمله‌ای پرمفهوم و جذاب، برای این گروه از بیماران و با کمترین میزان ناتوانی، می‌تواند روزنه‌امیدی در راستای انجام تکالیف دوگانه و فعال کردن همزمان مغز با شناخت و اندام‌های مختلف درگیر حین فعالیت هوازی و افزایش توجه، تمرکز و هوشیاری روانی حرکتی باشد. شایان ذکر است که تاکنون مطالعات منسجمی برای بررسی تکلیف دوگانه بر بسیاری از جنبه‌های بیماری ام اس، صورت نگرفته است و در نتیجه باید پژوهش‌های بیشتری در این زمینه انجام گیرد.

با توجه به انجام تمرین‌ها طی دو ماه در منزل، پژوهش حاضر دارای محدودیت‌هایی خارج از کنترل تیم پژوهشی بود. از جمله عدم امکان انجام تمرین برای تمامی آزمودنی‌ها در زمان معین و تغذیه متفاوت برای هر فرد طی دوره تمرینی. با توجه به شرایط روحی متفاوت هر فرد در دوره تمرین و میزان خواب متفاوت هر فرد در این مدت، کنترل تمامی فعالیت‌های بدنی فرد در طول روز غیرممکن بود. بیماری کووید-۱۹ نیز یکی از محدودیت‌های مهم در این پژوهش بود، که سبب کوچکی حجم نمونه شد. این تحقیق نمی‌تواند این احتمال را نادیده بگیرد که برخی از شرایط محیطی در طول این دوره، ممکن است تحت تأثیر عوامل غیراختصاصی، مانند حمایت عاطفی خانواده و شرایط اجتماعی قرار گیرند.

در این تحقیق اگرچه فعالیت هوازی با اضافه بار شناختی (برایتونیک)، اثرگذاری معناداری نسبت به فعالیت هوازی (ایروتونیک)، در بیماران RRMS نداشته است، ولی با توجه به بهبود نسبی متغیرهای وابسته به گروه برایتونیک، به‌ویژه در ارتباط با متغیر PVT،

بریکن (Briken) و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی ۴۲ بیمار ام اس با ناتوانی خفیف تا شدید از طریق هشت تا ده هفته فعالیت هوازی پرداختند و شاهد تأثیرات مثبتی روی برخی از متغیرهای هوازی به‌ویژه روی گروه ناتوانی خفیف بودند، ولی آنها نیز نتیجه‌گیری‌های قطعی‌تر را نیازمند بررسی‌های بیشتر دانستند (۳۷). به هر حال از آنجایی که توانبخشی شناختی یک رویکرد امیدوارکننده برای درمان اختلالات شناختی در ام اس است، طی ده سال گذشته از حمایت‌های تجربی برخوردار شده است و شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد برنامه‌های توانبخشی شناختی در درمان اختلال عملکردهای شناختی ام اس مؤثرند (۳۸). از آنجایی که نقص در کارکردهای شناختی، عملکرد حافظه، توجه و تمرکز، می‌تواند سبب ایجاد اختلال در جنبه‌های مختلف زندگی بیماران شود و فعالیت روزمره آنها را تحت تأثیر قرار دهد، به همین دلیل به بررسی‌های بیشتر و دقیق‌تر در این حوزه نیاز است.

کیفیت خواب: این پژوهش با اینکه تغییرات معناداری در متغیر کیفیت خواب در هیچ‌یک از گروه‌ها مشاهده نکرد، ولی تغییر شایان توجه درصد تغییرات و بهبود حدود یک‌نمره‌ای آن در گروه‌های برایتونیک و ایروتونیک و عدم تغییر آن در گروه کنترل، حاکی از تأثیرات مثبت فعالیت ورزشی است و می‌توان نتیجه گرفت که انجام هرگونه فعالیت هوازی حتی با شدت متوسط و دو روز در هفته نیز، می‌تواند بر کیفیت خواب بیماران اثر بگذارد و یک شیوه درمانی غیردارویی جهت کمک به بهبود کیفیت خواب بیماران مولتیپل اسکلروزیس در نظر گرفته شود؛ نتیجه‌ای که در برخی پژوهش‌ها نیز به دست آمده است، برای نمونه کیتی و همکاران (Katie L.J) (۲۰۲۱)، ۲۹۰ بیمار ام اس را از طریق انجام فعالیت سبک، متوسط و شدید به مدت یک هفته بررسی و کیفیت خواب آنها را نیز از طریق پرسشنامه PSQI، ارزیابی کردند و بهبود کیفیت خواب در گروهی که تمرین متوسط و شدید انجام می‌دادند، دیده شد (۳۹). ولی از آنجایی که یکی از سیستم‌های اثرگذار بر بهبود کیفیت خواب تأثیر تحریکی فعالیت هوازی بر سروتونین در هر دو سطح مرکزی (مغز) و محیطی (جریان خون) است (۴۰)، احتمالاً این سطح از فعالیت هوازی توانایی فعال کردن کامل سروتونین را نداشته است و به همین دلیل نیز تغییرات جزئی و غیرمعناداری دیده شد. به

- nal. 2004;24(2):279-85.
6. Thomann J, Baumann CR, Landolt H-P, Werth E. Psychomotor vigilance task demonstrates impaired vigilance in disorders with excessive daytime sleepiness. *Journal of Clinical Sleep Medicine*. 2014;10(9):1019-24.
 7. Lim J, Dinges DF. Sleep deprivation and vigilant attention. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2008;1129(1):305-22.
 8. Franzen PL, Siegle GJ, Buysse DJ. Relationships between affect, vigilance, and sleepiness following sleep deprivation. *Journal of sleep research*. 2008;17(1):34-41.
 9. Mathis J, Hess CW. Sleepiness and vigilance tests. *Swiss Med Wkly*. 2009;139(15-16):214-9.
 10. Motl RW, Sandroff BM, Kwakkel G, Dalgas U, Feinstein A, Heesen C, et al. Exercise in patients with multiple sclerosis. *The lancet neurology*. 2017;16(10):848-56.
 11. Aristotelous P, Stefanakis M, Pantzaris M, Pattichis C, Hadjigeorgiou GM, Giannaki CD. Associations between functional capacity, isokinetic leg strength, sleep quality and cognitive function in multiple sclerosis patients: a cross-sectional study. *Postgraduate Medicine*. 2019;131(7):453-60.
 12. de Souza-Teixeira F, Costilla S, Ayan C, Garcia-Lopez D, González-Gallego J, De Paz J. Effects of resistance training in multiple sclerosis. *International journal of sports medicine*. 2009;24:5-50.
 13. Marjaneh Z, Seyed Mohsen A. The effect of eight weeks of yoga practice on IL-17 serum levels, body fat percentage and muscle strength in women with multiple sclerosis. *Journal of Sport and Exercise Physiology*. 2019;12(2): 81-92. [In Persian]
 14. Devasahayam AJ, Downer MB, Ploughman M. The effects of aerobic exercise on the recovery of walking ability and neuroplasticity in people with multiple sclerosis: a systematic review of animal and clinical studies. *Multiple sclerosis international*. 2017;.
 15. Motl RW, Pilutti LA. The benefits of exercise training in multiple sclerosis. *Nature Reviews Neurology*. 2012;8(9):487-97.
 16. Hosseini SS, Rajabi H, Sahraian MA, Moradi M, Mehri K, Abolhasani M. Effects of 8-week home-based yoga and resistance training on muscle strength, functional capacity and balance in patients with multiple sclerosis: A randomized controlled study. *Asian journal of sports medicine*. 2018;9(3).
- می‌توان نتیجه گرفت که تکرار جملات و کلمه‌های انگیزشی و مثبت همراه با بار شناختی و اجرای همزمان حرکات هوازی، می‌تواند اثرگذاری بیشتری بر سطوح هوشیاری روانی و در نتیجه توجه و تمرکز بیماران داشته باشد. همچنین می‌توان تجویز این نوع تمرین ترکیبی، را به دلیل جذابیت بالا و افزایش نشاط فردی برای بیماران ام‌اس، در برنامه‌های تمرینی در نظر گرفت.
- تشکر و قدردانی
- انویسندگان از عمار صفوی که در کل فرایند انجام این پژوهش در درمانگاه ام‌اس بیمارستان امام حسین (ع) یاری رساندند و همچنین از حمایت مالی وی تشکر می‌کنند. نویسندگان همچنین از تمامی شرکت‌کنندگان و کارکنان درمانگاه ام‌اس بیمارستان امام حسین (ع) که طی این تحقیق با تیم پژوهشی همکاری کردند، قدردانی می‌کنند.
- حامی / حامیان مالی**
- این پژوهش بدون دریافت هیچ‌گونه کمک مالی از نهادها یا سازمان‌های مربوط، انجام شد.
- مشارکت نویسندگان**
- نویسندگان سهم برابر داشتند.
- تعارض منافع**
- موردی مشاهده نشد.
- منابع**
1. Arnett S, Clark I. Inflammatory fatigue and sickness behaviour—lessons for the diagnosis and management of chronic fatigue syndrome. *Journal of affective disorders*. 2012;141(2-3):130-42.
 2. Zadeh T, Hejazi, Noorian. The effect of selected aerobic exercises on the time of fatigue and some physiological factors of multiple sclerosis patients. *Journal of Sport and Exercise Physiology*. 2009; 2(2). [In Persian]
 3. Sumowski JF, Benedict R, Enzinger C, Filippi M, Geurts JJ, Hamalainen P, et al. Cognition in multiple sclerosis: State of the field and priorities for the future. *Neurology*. 2018;90(6):278-88.
 4. Rooney S, Ozkul C, Paul L. Correlates of dual-task performance in people with multiple sclerosis: A systematic review. *Gait & Posture*. 2020.
 5. Sforza E, Haba-Rubio J, De Bilbao F, Rochat T, Ibanez V. Performance vigilance task and sleepiness in patients with sleep-disordered breathing. *European respiratory jour-*

17. Elwishy A, Ebraheim AM, Ashour AS, Mohamed AA, Abd El Hamied E. Influences of dual-task training on walking and cognitive performance of people with relapsing remitting multiple sclerosis: randomized controlled trial. *Journal of Chiropractic Medicine*. 2020;19(1):1-8.
18. Ozkul C, Guclu-Gunduz A, Eldemir K, Apaydin Y, Yazici G, Irkeç C. Combined exercise training improves cognitive functions in multiple sclerosis patients with cognitive impairment: a single-blinded randomized controlled trial. *Multiple sclerosis and related disorders*. 2020;45:102419.
19. Sadeghi Bahmani D, Kesselring J, Papadimitriou M, Bansi J, Pöhse U, Gerber M, et al. In patients with multiple sclerosis, both objective and subjective sleep, depression, fatigue, and paresthesia improved after 3 weeks of regular exercise. *Frontiers in psychiatry*. 2019;10:265.
20. Dalgas U, Langeskov-Christensen M, Stenager E, Riemenschneider M, Hvid LG. Exercise as medicine in multiple sclerosis—time for a paradigm shift: preventive, symptomatic, and disease-modifying aspects and perspectives. *Current neurology and neuroscience reports*. 2019;19:1-12.
21. DeLuca J, Chiaravalloti ND, Sandroff BM. Treatment and management of cognitive dysfunction in patients with multiple sclerosis. *Nature Reviews Neurology*. 2020;16(6):319-32.
22. Fritz NE, Cheek FM, Nichols-Larsen DS. Motor-cognitive dual-task training in neurologic disorders: a systematic review. *Journal of neurologic physical therapy: JNPT*. 2015;39(3):142.
23. Lauenroth A, Ioannidis AE, Teichmann B. Influence of combined physical and cognitive training on cognition: a systematic review. *BMC geriatrics*. 2016;16(1):141.
24. Azarpira Z, Rajabi H, Daneshfar A, Faezi ST. The Effects of 10-Week Aerobic-cognitive Combined Training on Serum Levels of High Sensitivity C-reactive Protein, Anti-cardiolipin antibodies, and Mental Status of Female Patients With Lupus Erythematosus Systemic: A Preliminary Study. *Journal of Modern Rehabilitation*. 2018;12(4):225-32.
25. Edwards T, Motl RW, Sebastiro E, Pilutti LA. Pilot randomized controlled trial of functional electrical stimulation cycling exercise in people with multiple sclerosis with mobility disability. *Multiple sclerosis and related disorders*. 2018;26:103-11.
26. Coghe G, Corona F, Marongiu E, Fenu G, Frau J, Loreface L, et al. Fatigue, as measured using the Modified Fatigue Impact Scale, is a predictor of processing speed improvement induced by exercise in patients with multiple sclerosis: data from a randomized controlled trial. *Journal of Neurology*. 2018;265:1328-33.
27. Wilson RC, Jones P. A comparison of the visual analogue scale and modified Borg scale for the measurement of dyspnoea during exercise. *Clinical Science*. 1989;76(3):277-82.
28. Haddad M, Chaouachi A, Wong DP, Castagna C, Hambli M, Hue O, et al. Influence of fatigue, stress, muscle soreness and sleep on perceived exertion during submaximal effort. *Physiology & behavior*. 2013;119:185-9.
29. Mostert S, Kesselring J. Effects of a short-term exercise training program on aerobic fitness, fatigue, health perception and activity level of subjects with multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis Journal*. 2002;8(2):161-8.
30. Lee I-S, Bardwell WA, Ancoli-Israel S, Dimsdale JE. Number of lapses during the psychomotor vigilance task as an objective measure of fatigue. *Journal of clinical sleep medicine*. 2010;6(2):163-8.
31. Durmer JS, Dinges DF, editors. *Neurocognitive consequences of sleep deprivation*. *Seminars in neurology*; 2005: Copyright© 2005 by Thieme Medical Publishers, Inc., 333 Seventh Avenue, New York, NY 10014.
32. Lobentanz I, Asenbaum S, Vass K, Sauter C, Klusch G, Kollegger H, et al. Factors influencing quality of life in multiple sclerosis patients: disability, depressive mood, fatigue and sleep quality. *Acta Neurologica Scandinavica*. 2004;110(1):6-13.
33. Mattioli F, Stampatori C, Scarpazza C, Parrinello G, Capra R. Persistence of the effects of attention and executive functions intensive rehabilitation in relapsing remitting multiple sclerosis. *Multiple sclerosis and related disorders*. 2012;1(4):168-73.
34. Morrison JD, Mayer L. Physical activity and cognitive function in adults with multiple sclerosis: an integrative review. *Disability and rehabilitation*. 2017;39(19):1909-20.
35. Briken S, Gold S, Patra S, Vettorazzi E, Harbs D, Tallner A, et al. Effects of exercise on fitness and cognition in progressive MS: a randomized, controlled pilot trial. *Multiple Sclerosis Journal*. 2014;20(3):382-90.
36. Chen MH, Chiaravalloti ND, DeLuca J. Neurological update: Cognitive rehabilitation in multiple sclerosis. *Journal of Neurology*. 2018;265:1328-33.

- rology. 2021;268(12):4908-14.
37. Cederberg KL, Jeng B, Sasaki JE, Sikes EM, Cutter G, Motl RW. Physical activity and self-reported sleep quality in adults with multiple sclerosis. *Disability and health journal*. 2021;14(4):101133.
38. Esteves AM, Ackel-D'Elia C, Tufik S, De Mello M. Sleep patterns and acute physical exercise: the effects of gender sleep disturbances, type and time of physical exercise. *J Sports Med Phys Fitness*. 2014;54(6):809-15.