www.mums.ac.ir
Medical Journal of Mashhad
University of Medical Sciences
Vol. 68, No.6, P: 1654-1663
Jan-Mar 2026

مجله دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد
سال ۶۸، شماره۶
بهمن-اسفند ۱۴۰۴، صفحه ۱۶۶۳-۱۶۵۴

مقاله اصلی

اثر تحریک فراجمجمه ای مغز و تمرینات ثبات مرکزی بر خستگی بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۰۸- تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۱۹

سیدکاظم موسوی ساداتی [۱*]
رضا بهدری [۲]
سودابه رئیسی [۳]
غزال مروستی نیا [۴]

[۱] دکترای رفتار حرکتی و کارشناس ارشد کاردرمانی جسمانی، استادیار واحد تهران شرق، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
[۲] استادیار فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی. تهران، ایران
[۳] کارشناسی ارشد آسیب شناسی و حرکات اصلاحی، واحد تهران شرق، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
[۴] کارشناس ارشد آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، واحد تهران شرق، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

Email: drmousavisadati@gmail.com

خلاصه

مقدمه: خستگی یکی از شایع‌ترین و ناتوان‌کننده‌ترین علائم در بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس (MS) است که بر کیفیت زندگی آن‌ها تأثیر می‌گذارد. هدف این پژوهش مقایسه اثر تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز (tDCS) همراه با تمرینات ثبات مرکزی بر خستگی بیماران مبتلا به MS بود.

روش کار: پژوهش حاضر تجربی و از نوع پیش آزمون- پس آزمون بود. جامعه آماری آن کلیه بیماران مبتلا به MS مراجعه کننده به بیمارستان توانبخشی رفیده شهر تهران در زمستان ۹۸ بودند. از میان آن‌ها، ۳۰ بیمار (۲۷ تا ۷۰ ساله، زن و مرد) با نمونه‌گیری در دسترس و هدفمند انتخاب و به‌صورت تصادفی در دو گروه ۱۵ نفری (تجربی و کنترل) قرار گرفتند. گروه تجربی تمرینات ثبات مرکزی (۸ هفته، ۳ جلسه ۳۰ تا ۴۰ دقیقه‌ای در هفته) همراه با تحریک الکتریکی مخچه (۲ میلی‌آمپر، ۲ جلسه ۲۰ دقیقه‌ای در هفته، در جلسات اول و سوم) دریافت کردند. گروه کنترل تمرینات مشابه با تحریک شم (۳۰ ثانیه) دریافت کرد. ابزارهای ارزیابی شامل پرسشنامه چندبعدی خستگی (MFI) با ۲۰ سؤال برای سنجش خستگی عمومی، جسمی، کاهش فعالیت، کاهش انگیزه و خستگی ذهنی بود. همچنین، پرسشنامه کوتاه وضعیت ذهنی (MMSE) برای ارزیابی وضعیت شناختی و پرسشنامه ناتوانی توسعه‌یافته کورتز (EDSS) برای سنجش درجه ناتوانی استفاده شد. داده‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون جمع‌آوری و با آزمون‌های مانکووا و آنکووا با سطح معناداری ۰/۰۵ ≥P در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ تحلیل شدند.

نتایج: نتایج تحقیق، حاکی از این است که تحریک الکتریکی مخچه خستگی عمومی (P=۰/۰۰۱)، خستگی جسمی (P<۰/۰۰۱)، کاهش فعالیت (P<۰/۰۰۱)، و ادراک خستگی (P<۰/۰۰۱) بیماران MS را کاهش داده است. با این وجود بر کاهش انگیزه (P=۰/۰۹۷) و خستگی ذهنی (P=۰/۰۸۰) این بیماران تاثیری ندارد.

نتیجه‌گیری: بنابراین تحریک الکتریکی مخچه با جریان مستقیم الکتریکی بر خستگی بیماران MS اثرات سودمندی دارد.

کلمات کلیدی: تحریک فراجمجمه ای مغز، تمرینات ثبات مرکزی، مولتیپل اسکلروزیس، خستگی

Doi: 10.22038/MJMS.2025.85695.4908

مقدمه

مولتیپل اسکلروزیس[1] (MS)، بیماری التهابی مزمن سیستم عصبی مرکزی[2]، عامل اکثر موارد ناتوانایی‌های غیر ترومایی در جوانان است (۱). بر پایه شواهد بالینی شایع ترین عوارض این بیماری خستگی، ضعف جسمانی، گرفتگی عضلانی، لرزش، عدم تعادل، دید نامتقارن یا دوبینی و اختلال در راه رفتن می‌باشد (۲, ۳). درصد معناداری از افراد مبتلا به MS خستگی را ناتوان کننده‌ترین علائم بیماری خود گزارش کردند. بر اساس دستورالعمل بین‌المللی، فعالیت فیزیکی، کیفیت رژیم غذایی و اثربخشی انرژی از رویکردهای چندگانه‌ای هستند که می‌توانند خستگی را بهبود بخشند (۴). خستگی نشانه‌ای شایع اما نه‌چندان شناخته‌شده در بیماران مبتلابه MS است و به معنی عدم انرژی روحی یا جسمی قابل درک برای بیمار که ممکن است موجب تداخل در عملکرد فعالیت‌های معمول یا مورد نظر روزانه آن‌ها شود (۵). بیماران مبتلا به MS در مقایسه با افراد سالم برای حفظ تعادل نوسانات بیشتری دارند (۶–۸). که این نوسانات در موقعیت هایی با چشمان بسته، کاهش سطح اتکا یا شدت بیشتر ناتوانی تشدید می‌شود (۹). به طور کلی می‌توان به این نتیجه رسید که بیماران مبتلا به MS در اندام تحتانی خود ضعف عضلانی، کاهش گشتاور عضلات، عدم تقارن در فعالیت عضلات آگونیست و آنتاگونیست، تأخیر در شروع فعالیت عضلات را در مفاصل هیپ، زانو و مچ پا تجربه می‌کنند و این عوامل خود می‌تواند منجر به افزایش اختلالات تعادل، راه رفتن و خستگی شود و در نتیجه افتادن که یکی از مشکلات اصلی این بیماران است بیشتر شود (۱۰). به نظر می‌رسد تمرینات بدنی می‌تواند یکی از روش‌های مناسب برای کاهش خستگی در این افراد باشد. اما نتایج ضد و نقیضی در مورد اثر تمرین بر شدت خستگی این افراد وجود دارد. در مطالعات روزگار و همکاران (۲۰۲۰) و مختارزاده و همکاران (۲۰۱۶) میزان خستگی با فعالیت ورزشی کاهش پیدا کرد در حالی که در مطالعه‌ی شریفی و همکاران (۲۰۱۳) و آقا بابا و همکاران (۲۰۱۵) خستگی کاهش نداشت (۱۱–۱۴).

اکثر بیماران مبتلا به MS، در جستجوی بیش از یک درمان پزشکی سنتی هستند و با یکی از سه عامل اصلاح کنندهٔ بیماری شامل: تحریک الکتریکی، فعالیت بدنی و درمان دارویی با این بیماری مقابله می‌کنند که درمان دارویی به‌عنوان خط اول، فعالیت بدنی به‌عنوان خط دوم و تحریک الکتریکی به‌عنوان خط سوم استفاده می‌شود (۱۵). سال‌های متمادی بیماران MS از شرکت در فعالیت‌های فیزیکی منع می‌شدند. چراکه بعضی از بیماران، ناپایداری علائم را در طول ورزش در نتیجه افزایش دمای بدن گزارش می‌کردند. دلیل دیگر، حفظ انرژی برای کاهش خستگی و انجام فعالیت‌های روزمره گزارش شده بود. ولی در طول دهه گذشته به دلیل آثار سودمند ورزش و فعالیت بدنی، انجام فعالیت‌های ورزشی به بیماران توصیه شده است (۱۶). تحریک الکتریکی مستقیم مغز[3] (tDCS) برای تحریک نواحی مختلف مغز در بیماران نورولوژیکی و روانپزشکی به کار می‌رود، بولجواک[4] و همکاران بیان کرده اند یکی از مهم ترین خصوصیات tDCS، توانایی آن برای ایجاد تغییرات قشری حتی بعد از پایان تحریک است. آن‌ها بیان کرده اند که بعد از ۵ جلسه tDCS یک میلی آمپر آندی ۲۰ دقیقه ای این تحریک اثرات سودمندی در بهبودی اختلالات روان‌پریشی خواهد داشت (۱۵). اما در رابطه با اثر تحریک الکتریکی نیز نتایج ضد و نقیضی وجود دارد. آیاچ[5] و همکاران (۲۰۱۸) با بررسی اثر tDCS آندی در ناحیه M1 به این نتیجه رسیدند که پنج جلسه یا بیشتر از پنج جلسه tDCS مخ می‌تواند خستگی بیمارن MS را کاهش دهد (۱۷). تحقیق چاروت[6] و همکاران (۲۰۱۸) نشان داد tDCS آندی در ناحیه پیش پیشانی خلفی جانبی همراه با تمرینات شناختی می تواند خستگی بیماران MS را بهبود بخشد

[1] . Multiple Sclerosis
[2] . Central Nervous System
[3] . Transcranial Direct Current Stimulation
[4] . Buljevac
[5] . Ayache
[6] . Charvet

(۱۸). این در حالیست که سایوت[1] و همکاران (۲۰۱۴) با بررسی تأثیر tDCS با جریان مستقیم بر خستگی بیماران MS در تجزیه و تحلیل نتایج به این نتیجه رسیدند نمرات مقیاس‌های خستگی توسط tDCS با جریان مستقیم تغییر نکرد (۱۹). آیاچ و همکاران (۲۰۱۶) نیز با بررسی اثر tDCS بر درد، خستگی و توجه بیماران MS بیان کردند تحریک الکتریکی با جریان مستقیم خستگی را کاهش نمی‌دهد (۲۰). هنوز هیچ توصیه رسمی برای استفاده درمانی از tDCS در بیماران MS وجود ندارد. تنوع گسترده پاسخ‌های بین‌فردی به tDCS همچنان چالشی است که نیاز به بررسی بیشتر دارد. با این حال ، لودیس[2] و همکاران (۲۰۱۷) بیان کردند ترکیب چنین تکنیک هایی با توانبخشی حرکتی و شناختی ممکن است منجر به اثربخشی بالاتر تحریک الکتریکی مغز شود (۲۱). درمان‌های مکمل می‌توانند روند و سیر بیماری MS را کند سازند، تعداد حملات را کاهش دهند و شروع ناتوانی همیشگی را به تأخیر اندازند. در واقع خستگی مرتبط با بیماری MS یک فقدان انرژی غیرطبیعی عمومی است که به طور قابل توجهی توانایی جسمی و ذهنی فرد را بدون توجه به سطح ناتوانی نورولوژیک محدود می‌کند، بر توانایی حرکتی و شناختی اثر می‌گذارد و می‌تواند به صورت کاهش انرژی، احساس ناخوشی، ضعف حرکتی، مشکل در حفظ تمرکز تظاهر نماید (۲۲). با توجه به تأثیر احتمالی خستگی بر اختلالات مختلف مربوط به MS و محدودیت فعالیت و مشارکت در جامعه، افزایش درک خستگی و تأثیر آن بر مبتلایان به MS نیاز به انجام پژوهش‌های بیشتر است (۲۳). علاوه بر این، درمان دارویی تأثیر محدودی بر خستگی دارد و درمان اختصاصی برای آن وجود ندارد. در حقیقت، داروهای فعلی اثربخشی نسبتاً کم و عوارض جانبی با شدت‌های مختلفی دارند (۴). شواهد نشان‌دهنده نبود اجماع کلی درباره اثربخشی درمان‌های موجود برای خستگی در بیماران MS است. از آنجا که tDCS یک روش نسبتاً جدید در درمان علائم خستگی در این بیماران است (۲۴) در این پژوهش به دنبال پاسخ به این سوال هستیم که آیا ترکیب تمرینات ثبات مرکزی به همراه tDCS با جریان مستقیم منجر به کاهش خستگی در بیماران MS می‌شود یا خیر؟

روش کار

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی و از نوع پیش آزمون – پس آزمون می‌باشد، که تاییدیه کمیته اخلاق در پژوهش‌های زیست پزشکی با شناسه (xxxx) برای آن اخذ شده است. جامعه آماری آن کلیه بیماران MS مراجعه کننده به بیمارستان توانبخشی مراجعه کردند که از بین آن‌ها تعداد ۳۰ نفر زن و مرد ۲۷ الی ۷۰ ساله ساله با روش نمونه گیری غیر تصادفی هدفمند بر اساس معیارهای ورود شامل: ابتلا به بیماری MS عود کننده – بهبود یابنده با درجه ناتوانی ۳ الی ۶ (۲۵) که در این پژوهش توسط متخصص مغز و اعصاب تأیید می‌شد، عدم شرکت در هیچ فعالیت منظم ورزشی طی ۲ ماه قبل از مطالعه‌ی حاضر، کسب نمره برابر یا بالاتر از ۲۵ در پرسشنامه ارزیابی اختلالات شناختی (۲۶)، نداشتن سابقه بیهوشی در ۶ ماه گذشته، عدم ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی، دیابت، آرتروز، بیماری‌های متابولیکی و یا بیماری‌هایی مانند صرع که خطر تحریک را بالا می‌برند، عدم وجود هرگونه اگزمای پوستی، عدم وجود هرگونه قطعه فلزی نزدیک محل الکترودها، انتخاب شدند و پس از آن شرکت کنندگان بر اساس سن مرتب شده و به صورت تصادفی، به روش بلوک بندی در گروه تجربی (تحریک الکتریکی واقعی + تمرینات ثبات مرکزی) و گروه کنترل (تحریک الکتریکی شم + تمرینات ثبات مرکزی) گنجانده شدند. معیارهای خروج شامل عدم حضور منظم، بروز حمله عصبی (افزایش درجه ناتوانی)، ترس شدید از تحریک الکتریکی منجر به عدم همکاری، بروز بیماری جدید یا عوارض tDCS مانند خارش شدید، سوزش شدید یا سردرد مداوم بود. برای ارزیابی سلامت عمومی و ایمنی استفاده از tDCS، از پرسشنامه غربالگری سلامت tDCS و TACS[3] استفاده شد. این پرسشنامه اولین بار توسط کیل و همکارانش در سال ۲۰۰۱ تدوین شد و در سال

[1] . Saiote
[2] . Iodice
[3]. Transcranial Alternating Current Stimulation

۲۰۱۵ تیم تحقیقاتی دانشگاه بیرمنگام آن را تکمیل کرد (۲۷)، جهت تعیین درجه ناتوانی بیماران از پرسشنامه ناتوانی توسعه یافته کورتز (EDSS) که ناتوانی را به صورت عددی در ۸ سیستم عملکردی بدن (مغز، مخچه، ساقه مغز، عقده‌های قاعده‌ای، حسی، روده و مثانه و بینایی) نشان میدهد استفاده شد. EDSS مجموعاً شامل ۲۱ امتیاز است و ازدامنه ۰ تا ۱۰ درجه بندی شده که درجه صفر وضعیت نرمال را نشان می‌دهد و درجه ۱۰ مرگ به وسیله MS را بیان می‌کند (۲۸, ۲۹)، به منظور ارزیابی اختلالات شناختی بیماران از پرسشنامه کوتاه وضعیت ذهنی (MMSE) استفاده شد. این پرسشنامه به منظور غربالگری زوال عقلی در سال ۱۹۷۵ توسط مارشال فولستین ابداع گردید. MMSE در کشورهای غربی وسیعاً به عنوان ابزاری برای تشخیص و غربالگری دمانس به کار می‌رود. سیدیان و همکاران در سال ۱۳۸۶ پژوهشی در راستای تهیه و تعیین اعتبار آزمون کوتاه وضعیت ذهنی فارسی انجام دادند و در بررسی نتایج به این نتیجه رسیدند که این آزمون قابلیت و پایایی مناسبی داشته و با نمره ۲۲ در جهت افتراق افراد مبتلا به دمانس کارایی دارد (۳۰)، جهت سنجش میزان خستگی بیماران از پرسشنامه چند بعدی ادراک خستگی استفده شد، این پرسشنامه دارای ۲۰ سوال بوده و هدف آن سنجش خستگی و ابعاد آن (خستگی عمومی، خستگی جسمی، کاهش فعالیت، کاهش انگیزه و خستگی ذهنی) می باشد (۳۱, ۳۲) روایی و پایایی این پرسشنامه در گروه‌های مختلف جمعیت شناختی، مانند بیماران مبتلا به سرطان که تحت درمان با روش رادیوتراپی بودند، بیماران مبتلا به سندرم خستگی مزمن، دانشجویان سال اول روانشناسی و پزشکی، سربازان و دانشجویان سال سوم پزشکی ارزیابی شد. تحلیل عاملی تأییدی نشان داد که سوالات هر بعد، توصیف گر همان بعد بوده و پرسشنامه از همسانی درونی مناسبی برخوردار است (ضریب آلفا برای خستگی عمومی، جسمانی و ذهنی بالا تر از ۸٪ و برای کاهش فعالیت و انگیزه بالاتر از ۶۵٪ بود (۳۳). برای اعمال تحریک، دستگاه NEUROSTIM2 ساخت شرکت مدیناطب با جریان مستقیم ۲ میلی‌آمپر استفاده شد و الکترود آند ۲ سانتی‌متر پایین‌تر از نقطه اینیون و کاتد روی عضله شیپوری راست[1] قرار گرفت (۳۴).

قبل از اجرا اهداف پژوهش و مراحل تحقیق، و ملاحظات ایمنی مربوط به استفاده از tDCS به طور کامل برای بیماران توضیح داده شد و به آن‌ها این اطمینان داده شد که اصل رازداری در حفظ داده‌ها رعایت خواهد شد و تمامی اطلاعات به دست آمده صرفاً جنبه تحقیقاتی خواهد داشت و پس از آنکه فرم‌های رضایت نامه آگاهانه توسط شرکت کنندگان امضا شد جلسات تمرینی و مداخله توسط محقق و زیر نظر متخصصین توانبخشی و پزشکان بیمارستان رفیده آغاز شد. به منظور اجرای پژوهش ابتدا فرم ارزیابی سلامت هر داوطلب جهت جمع آوری اطلاعات ضروری پژوهش خصوصاً بررسی اثرات جانبی tDCS توسط آزمونگر از طریق مصاحبه حضوری تکمیل و شرایط سلامتی یا بیماری داوطلبان کنترل شد و بروز اثرات جانبی tDCS در طول مداخله به عنوان یکی از معیارهای خروج شرکت‌کنندگان از تحقیق بود. وضعیت شناختی شرکت‌کنندگان با پرسشنامه ۳۰ امتیازی MMSE در بخش‌های توجه، محاسبه، حافظه، زبان، اجرای دستورات ساده و جهت‌یابی زمانی-مکانی ارزیابی شد و بیماران واجد شرایط انتخاب شدند. سپس یک دوره آشناسازی یک روزه با نوع و نحوه اجرای تمرین‌ها برگزار شد و بعد از آن جلسات تمرین و تحریک به شرح زیر آغاز شد:

الف) دوره تمرینات ثبات مرکزی شامل ۸ هفته (۳ جلسه در هفته، یک روز در میان) بود و هر جلسه ۳۰ تا ۴۰ دقیقه طول کشید. ب) تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مخچه به‌مدت ۸ هفته (۲ جلسه در هفته، در جلسات اول و سوم) به‌صورت آنلاین ارائه شد. هر جلسه در گروه تجربی شامل ۲۰ دقیقه تحریک واقعی و در گروه کنترل شامل ۳۰ ثانیه تحریک شم بود (شرکت‌کنندگان از ماهیت واقعی یا شم تحریک آگاه نبودند).

پروتکل تمرینات ثبات مرکزی به‌صورت تدریجی و با تمرکز بر ثبات ستون فقرات و بازآموزی حسی-عمیقی ناحیه کمری-لگنی طراحی شد. تمرینات در سه سطح سازمان‌دهی شدند و

[1]. Rectus capitis

شدت، ترتیب و پیشرفت آن‌ها بر اساس توانایی فردی شرکت‌کنندگان تنظیم شد:

سطح ۱ (هفته‌های ۱ تا ۳): این سطح شامل تمرینات انقباضات ایستا در وضعیت‌های باثبات (مانند طاق‌باز یا نشسته) بود. تمرینات شامل مانور تو دادن شکم (انقباض عضله عرضی شکم و چندسر) با شدت کم تا متوسط (۵۰-۶۰٪ حداکثر انقباض ارادی) بود که هر حرکت ۸ تا ۱۰ تکرار در ۲ ست با نگهداری ۵ تا ۱۰ ثانیه انجام شد. هدف، تقویت ثبات اولیه ستون فقرات و فعال‌سازی عضلات مرکزی بود.

سطح ۲ (هفته‌های ۴ تا ۶): این سطح شامل حرکات پویا در محیط باثبات بود، مانند حرکات اندام‌ها (بالا بردن دست یا پا) در وضعیت طاق‌باز یا دمر با حفظ مانور تو دادن شکم. شدت تمرینات به ۶۰-۷۰٪ حداکثر انقباض ارادی افزایش یافت و هر حرکت ۱۰ تا ۱۲ تکرار در ۳ ست انجام شد. ترتیب تمرینات از حرکات ساده (مانند بلند کردن یک پا) به حرکات ترکیبی (مانند حرکت همزمان دست و پا) پیشرفت کرد. معیار پیشرفت، توانایی حفظ فرم صحیح حرکت بدون خستگی یا لرزش بود (۲۵).

سطح ۳ (هفته‌های ۷ تا ۸): این سطح شامل حرکات پویا در محیط بی‌ثبات بود که با استفاده از توپ سوئیسی یا سطوح ناپایدار انجام شد، مانند پل زدن روی توپ یا چمباتمه با حفظ تعادل. حرکات مقاومتی با شدت ۷۰-۸۰٪ حداکثر انقباض ارادی به‌تدریج اضافه شد، مانند استفاده از باندهای مقاومتی برای افزایش بار. هر حرکت ۱۲ تا ۱۵ تکرار در ۳ ست انجام شد. معیار پیشرفت شامل افزایش پیچیدگی حرکات (مانند افزودن چرخش تنه)، توانایی انجام حرکات بدون از دست دادن تعادل و کاهش احساس خستگی گزارش‌شده توسط بیمار بود.

اضافه‌بار از طریق افزایش زمان نگهداری (تا ۱۵ ثانیه در سطح ۳)، افزایش تعداد تکرارها (تا ۱۵ تکرار)، افزایش پیچیدگی حرکات (از حرکات تک‌جهتی به چندجهتی) و کاهش سطح اتکا (مانند کاهش نقاط تماس با زمین) اعمال شد. شدت تمرینات بر اساس مقیاس بورگ RPE (نمره ۱۳-۱۱) برای سطوح ۱ و ۲، و ۱۳-۱۵ برای سطح ۳) تنظیم شد تا با توانایی هر فرد هماهنگ باشد (۲۵). در هر دو گروه تجربی و کنترل، پرسشنامه ادراک خستگی (MFI) در اولین و آخرین جلسه پژوهش (پیش و پس از مداخله) توسط محقق تکمیل شد.

تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ انجام شد و سطح معناداری $P \leq ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد. جهت بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک، یکسان بودن واریانس‌های بین گروهی از آزمون لون و جهت بررسی یکسان بودن کوواریانس متغیرها در گروه‌های تجربی و کنترل از آزمون M-box استفاده شد.

نتایج

میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای آنتروپومتریکی و شاخص توده بدنی دو گروه کنترل و تجربی در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱. ویژگی‌های دموگرافیک گروه تجربی (۱۵ نفر) و کنترل (۱۵ نفر)

گروه / متغیر	گروه تجربی میانگین ± انحراف معیار	گروه کنترل میانگین ± انحراف معیار
سن (سال)	۴۷/۴۰ ± ۸/۲۸	۵۰/۸۰ ± ۸/۵۷
قد (سانتی‌متر)	۱/۶۹ ± ۰/۰۶	۱/۷۳ ± ۰/۱۲
وزن (کیلوگرم)	۷۵/۴۰ ± ۹/۷۳	۷۶/۸۰ ± ۵/۲۹
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۶/۳۶ ± ۳/۵۶	۲۵/۸۵ ± ۳/۵۱

با توجه به نرمال بودن توزیع داده‌ها و یکسان بودن واریانس داده‌ها و برقرار بودن مفروضه شیب همگنی رگرسیون بین داده‌های متغیر پیش‌آزمون و متغیر مستقل از آزمون‌های پارامتریک مانکووا و آنکووا برای بررسی فرضیه‌های پژوهش استفاده شد. نتایج آزمون‌های اثر پیلایی و لامبدای ویلکز در تحلیل واریانس چندمتغیری نشان داد که بین دو گروه در متغیرهای وابسته تفاوت معناداری وجود دارد ($P<۰/۰۰۱$، $F=۱۳/۳۵$)، برای شناسایی دقیق تفاوت‌های معنادار بین دو

گروه، از آزمون آنکووا استفاده شد و نتایج در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول۲. خلاصه نتایج مقایسه بین گروهی با آزمون کوواریانس (ANCOVA)

متغییر	مرحله	میانگین ± انحراف معیار		F مقایسه بین گروهی	مقدار P بین گروهی	اندازه اثر (d)
		گروه مداخله	گروه کنترل			
خستگی عمومی	پیش آزمون	۱۴/۸۰ ± ۲/۵۹	۲/۷۰ ± ۱۵/۸۰	۱۳/۶۶	۰/۰۰۱	۰/۳۳
	پس آزمون	۱۰/۲۷ ± ۲/۶۳	۱۳/۸۷ ± ۲/۹۰			
خستگی جسمی	پیش آزمون	۱۶/۳۳ ± ۲/۷۹	۱/۷۴ ± ۱۵/۸۰	۲۱/۵۲	P<۰/۰۰۱	۰/۴۴
	پس آزمون	۱۰/۰۷ ± ۳/۴۵	۱۳/۰۷ ± ۲/۰۵			
کاهش فعالیت	پیش آزمون	۱۴/۹۳ ± ۳/۸۴	۲/۵۰ ± ۱۴/۴۰	۱۵/۸۷	P<۰/۰۰۱	۰/۳۷
	پس آزمون	۱۱/۰۰ ± ۴/۱۰	۱۲/۸۰ ± ۲/۳۰			
کاهش انگیزه	پیش آزمون	۱۲/۵۳ ± ۲/۵۶	۲/۸۲ ± ۱۴/۴۰	۲/۹۵	۰/۰۹۷	۰/۰۹
	پس آزمون	۱۱/۵۷ ± ۳/۳۵	۱۲/۷۳ ± ۲/۹۱			
خستگی ذهنی	پیش آزمون	۱۳/۸۷ ± ۳/۹۶	۳/۲۹ ± ۱۴/۲۰	۳/۳۲	۰/۰۸۰	۰/۱۰
	پس آزمون	۱۱/۱۳ ± ۴/۳۰	۱۲/۵۳ ± ۳/۴۶			
ادراک خستگی	پیش آزمون	۷۲/۴۶ ± ۱۲/۵۵	۹/۶۵ ± ۷۴/۶۰	۶۰/۰۷	P<۰/۰۰۱	۰/۶۹
	پس آزمون	۵۰/۸۶ ± ۱۲/۷۸	۶۵/۰۰ ± ۱۰/۱۲			

نتایج جدول۲. حاکی از این است که تحریک الکتریکی مخچه خستگی عمومی (P=۰/۰۰۱)، خستگی جسمی (P<۰/۰۰۱)، کاهش فعالیت (P<۰/۰۰۱)، و ادراک خستگی (P<۰/۰۰۱) بیماران MS را کاهش داده است. با این وجود بر کاهش انگیزه (P=۰/۰۹۷) و خستگی ذهنی (P=۰/۰۸۰) این بیماران تاثیری ندارد.

بحث

بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر انجام ۸ هفته تمرینات ثبات مرکزی به همراه تحریک الکتریکی مخچه باعث کاهش خستگی در بیماران مبتلا به MS می‌شود. این نتیجه با با یافته‌های آیاچ و همکاران (۲۰۱۸) (۲۰) و تحقیق چاروت و همکاران (۲۰۱۸) (۳۵) همخوان است. آیاچ و همکاران (۲۰۱۸) با بررسی اثر tDCS آندی در ناحیه M1 به این نتیجه رسیدند که پنج جلسه یا بیشتر tDCS آندی در ناحیه M1 می‌تواند خستگی بیمارن MS را کاهش دهد. تحقیق چاروت و همکاران (۲۰۱۸) نشان داد tDCS آندی در ناحیه پیش پیشانی خلفی جانبی همراه با تمرینات شناختی می‌تواند خستگی بیماران MS را بهبود بخشد. در این مطالعه از فرم کوتاه خستگی سیستم PROMIS برای سنجش نتایج گزارش‌شده توسط بیمار استفاده شد، همچنین، مطالعه زکی‌بخش و همکاران (۲۰۲۴) نشان داد که tDCS مکرر بر قشر پیش‌پیشانی (DLPFC) در یک کارآزمایی تصادفی دوسوکور باعث کاهش قابل‌توجه خستگی و بهبود سلامت روان در بیماران MS شد (۳۶). اما نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های سایوت[1] و همکاران (۲۰۱۴) و آیاچ و همکاران (۲۰۱۶) ناهمخوان بود. در تحقیق سایوت از دلایل احتمالی آن می‌توان به متفاوت بودن محل اعمال تحریک اشاره کرد که آند در سمت چپ ناحیه قشر پیش پیشانی و کاتد در سمت راست پیشانی قرار داشت. مورد احتمالی دیگر تفاوت در پروتکل تحریک الکتریکی است که در تحقیق مذکور ۵

[1]. Saiote

جلسه و با دوز ۱ میلی آمپر بود که ممکن است به دلیل تعداد کمتر جلسات و شدت پایین‌تر تحریک، اثربخشی کمتری نسبت به پروتکل ۸ هفته‌ای با شدت بالاتر در مطالعه حاضر داشته باشد (۱۹). در مطالعه آیاچ (۲۰۱۶)، حجم نمونه کوچک‌تر (۱۶ نفر)، محل متفاوت الکترودها (آند در قشر پیش‌پیشانی چپ و کاتد در پیشانی راست) و پروتکل تحریک (۳ جلسه ۱۵ دقیقه‌ای) از دلایل احتمالی ناهمخوانی است (۲۰). علاوه بر این، تفاوت در ابزارهای سنجش خستگی (مانند استفاده از مقیاس‌های متفاوت یا فقدان ارزیابی‌های عینی مانند EEG) ممکن است بر نتایج تأثیر گذاشته باشد. دلیل دیگر، عدم استفاده از تمرینات ورزشی در این مطالعات است که می‌تواند اثرات سینرژیک با tDCS ایجاد کند. پژوهشگران دلیل احتمالی بهبود خستگی به واسطه‌ی ورزش، در بیماران مبتلا به MS را افزایش سوخت و ساز بدن در حین و بعد از تمرینات ورزشی گزارش می‌کنند. بر این اساس افزایش سوخت و ساز بدن که به دنبال انجام تمرینات بدنی روی می‌دهد باعث افزایش خون رسانی، اکسیژن و تغذیه بهتر اندام‌ها و در نهایت باعث کاهش ضعف عضلانی و بهبود کارکرد دستگاه عصبی می‌شود (۱۶). به‌عنوان مثال، مطالعه مونوز-پاردس[1] و همکاران (۲۰۲۳) نشان داد که ترکیب tDCS در ناحیه DLPFC با تمرینات فیزیکی در یک کارآزمایی متقاطع باعث بهبود قابل‌توجه خستگی و کیفیت زندگی در بیماران MS شد، که با یافته‌های مطالعه حاضر همخوانی دارد (۳۷). روزگار و همکاران (۲۰۲۰) با بررسی تاثیر هشت هفته تمرینات تی.آر.ایکس[2] بر تعادل، شدت خستگی، سرعت راه رفتن و قدرت عضلات ۲۴ زن مبتلا به بیماری MS با دامنه سنی ۲۰ تا ۴۰ سال و درجه ناتوانی صفر تا ۴/۵ به این نتیجه رسیدند که تمرینات TRX بر کاهش خستگی در این بیماران اثر مثبتی دارد (۱۳). مختارزاده و همکاران (۲۰۱۶) با بررسی تأثیر تمرین هوازی تناوبی بر برخی فاکتورهای عملکردی، ابعاد کیفیت زندگی، خستگی و خواب در ۲۵ زن مبتلا به MS با درجه ناتوانی کمتر از ۳/۵ به این نتیجه رسیدند که تمرینات هوازی تناوبی بر کاهش خستگی در این بیماران مؤثر است (۱۲). اما نتایج مطالعه‌ی ما با یافته‌های شریفی و همکاران (۱۳۹۲) و آقا بابا و همکاران (۱۳۹۴) ناهمخوان است. در مطالعه شریفی، تفاوت در پروتکل تمرینی (ترکیب تمرینات ایروبیک، مقاومتی و استقامتی همراه با مکمل منیزیم) و عدم استفاده از tDCS می‌تواند دلیل ناهمخوانی باشد، زیرا مکمل منیزیم ممکن است اثرات متفاوتی بر مسیرهای عصبی ایجاد کند (۱۴) و در رابطه با پژوهش آقا بابا، تفاوت در درجه ناتوانی بیماران (۱ تا ۴) و نوع تمرین (یوگا) که شدت و مکانیسم اثر متفاوتی نسبت به تمرینات ثبات مرکزی دارد، می‌تواند توضیح‌دهنده ناهمخوانی باشد (۱۱). هیچ‌یک از این مطالعات از tDCS استفاده نکرده‌اند، که نشان‌دهنده نقش کلیدی ترکیب tDCS و تمرینات ورزشی در اثربخشی بیشتر کاهش خستگی در مطالعه حاضر است.

تکنیک‌های غیرتهاجمی تحریک مغز، مانند tDCS ، ابزارهای جذابی هستند زیرا عوارض جانبی یا فعل و انفعال مضر با دارو درمانی، از جمله داروهای خاص اصلاح کننده بیماری که در MS استفاده می شوند، ایجاد نمی کنند. بر اساس یک مرور سیستماتیک در سال ۲۰۲۴، اگرچه tDCS برای مدیریت خستگی در شرایط عصبی مانند MS نتایج امیدوارکننده‌ای نشان داده، اما ناهمگونی در پروتکل‌ها و ابزارهای سنجش مانع از توصیه قطعی برای استفاده بالینی شده است (۳۸). با این حال، نتایج محدود اما امیدوارکننده‌ای برای کاهش علائم حسی و حرکتی مانند درد، خستگی و اسپاستیسیتی و بهبود اختلالات روان‌پزشکی و شناختی گزارش شده است (۲۱). مطالعه بالدینی[3] و همکاران (۲۰۲۴) نشان داد که tDCS بر قشر حسی-جسمی (S1) می‌تواند الگوهای EEG را تعدیل کرده و خستگی را کاهش دهد، که این مکانیسم ممکن است مکمل اثرات تمرینات ورزشی در مطالعه حاضر باشد (۳۹). نکته مهم این است که پروتکل‌های tDCS می‌توانند به‌صورت تک‌درمانی یا ترکیبی استفاده شوند. tDCS به‌عنوان درمان کمکی همراه با روش‌های غیر دارویی مانند فیزیوتراپی و توان‌بخشی حرکتی می‌تواند کارایی این

[1]. Muñoz-Paredes
[2]. TRX
[3]. Baldini

روش‌ها را بهبود بخشد. با این حال، باید توجه داشت که درمان ترکیبی همیشه به معنای کارایی بالاتر نیست؛ برای مثال، برخی داروها ممکن است اثر tDCS را کاهش دهند، به‌ویژه در بیمارانی که از داروهای اصلاح‌کننده بیماری استفاده می‌کنند (۲۱). در مطالعه حاضر، کنترل دقیق مصرف دارو انجام نشد، که می‌تواند به‌عنوان یک عامل مخدوش‌کننده در مقایسه با مطالعات دیگر عمل کند.

دلایل دیگر ناهمخوانی با مطالعات پیشین می‌تواند شامل تفاوت در ویژگی‌های دموگرافیک بیماران (مانند سن، جنسیت و نوع MS)، مدت بیماری، و سطح فعالیت بدنی پایه باشد. برای مثال، مطالعه هایو[1] و همکاران (۲۰۲۲) نشان داد که tDCS با پروتکل‌های شخصی‌سازی‌شده بر اساس آناتومی عصبی بیمار می‌تواند اثربخشی بیشتری در کاهش خستگی داشته باشد، که ممکن است در مطالعه حاضر به دلیل استفاده از پروتکل استاندارد محقق نشده باشد (۴۰). پیشنهاد می‌شود مطالعات آینده بر طراحی پروتکل‌های شخصی‌سازی‌شده tDCS، استفاده از ابزارهای عینی مانند EEG برای سنجش اثرات، و کنترل دقیق‌تر عوامل مخدوش‌کننده مانند داروها و سطح فعالیت بدنی تمرکز کنند.

محدودیت‌های پژوهش

محدودیت‌های این مطالعه شامل موارد زیر بود: حجم نمونه کوچک (۳۰ نفر) می‌تواند تعمیم‌پذیری نتایج را محدود کند، زیرا ممکن است تنوع کافی در ویژگی‌های بیماران (مانند نوع MS، مدت بیماری یا شدت علائم) را پوشش ندهد. مدت کوتاه مطالعه (۸ هفته) یکی دیگر از محدودیت‌ها بود، زیرا اثرات بلندمدت ترکیب tDCS و تمرینات ثبات مرکزی بر خستگی بیماران MS بررسی نشد. این مدت ممکن است برای مشاهده تغییرات پایدار یا عمیق در ابعاد مختلف خستگی، به‌ویژه خستگی ذهنی و کاهش انگیزه، کافی نباشد. عدم کنترل دقیق رژیم غذایی و داروهای مصرفی شرکت‌کنندگان نیز محدودیت مهمی بود، زیرا این عوامل می‌توانند بر شدت خستگی و پاسخ به مداخله تأثیر بگذارند. برای مثال، داروهای اصلاح‌کننده بیماری MS یا تغییرات در رژیم غذایی ممکن است به‌عنوان عوامل مخدوش‌کننده عمل کرده و نتایج را تحت تأثیر قرار داده باشند. نبود گروه مقایسه‌ای که فقط تمرینات ثبات مرکزی (بدون tDCS) دریافت کند، امکان تفکیک اثرات tDCS از تمرینات را محدود کرد. این امر مشخص نمی‌کند که آیا کاهش خستگی به‌طور کامل به ترکیب tDCS و تمرینات مربوط است یا تمرینات به‌تنهایی نیز می‌توانستند اثر مشابهی داشته باشند. علاوه بر این، عدم استفاده از ابزارهای عینی مانند الکتروانسفالوگرافی (EEG) برای سنجش تغییرات قشری ناشی از tDCS، ارزیابی اثرات عصبی مداخله را محدود کرد. در نهایت، تمرکز مطالعه بر بیماران با نوع عودکننده-بهبود یابنده MS و درجه ناتوانی ۳ تا ۶، تعمیم نتایج به سایر انواع MS (مانند پیش‌رونده) یا بیماران با شدت ناتوانی متفاوت را دشوار می‌کند. پیشنهاد می‌شود مطالعات آینده با حجم نمونه بزرگ‌تر، مدت زمان طولانی‌تر، کنترل دقیق‌تر عوامل مخدوش‌کننده مانند رژیم غذایی و داروها، افزودن گروه مقایسه فقط با تمرینات، و استفاده از ابزارهای عینی مانند EEG انجام شوند تا کارایی و کاربرد بالینی این مداخله بهتر مشخص شود.

نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که تحریک الکتریکی مخچه با جریان مستقیم همراه با تمرینات ثبات مرکزی بر خستگی بیماران MS اثرات سودمندی دارد. با این حال پیشنهاد می‌شود مطالعات آینده اثر بلندمدت این مداخله و ترکیب آن با سایر روش‌های درمانی را بررسی کنند تا کارایی و کاربرد بالینی آن بهتر مشخص شود.

تشکر و قدردانی

از کلیه بیمارانی که در این پژوهش مشارکت داشته‌اند کمال تشکر و قدردانی را داریم.

[1]. Hiew

References

1. Hoffmann S, Vitzthum K, Mache S, Spallek M, Quarcoo D, Groneberg DA, et al. Multiple sklerose: epidemiologie, pathophysiologie, diagnostik und therapie. Praktische Arbeitsmedizin [Internet]. 2009; 17:[12-8 pp.].
2. Cella D, Dineen K, Arnason B, Reder A, Webster K, Karabatsos G, et al. Validation of the functional assessment of multiple sclerosis quality of life instrument. Neurology. 1996;47(1):129-39.
3. SOLTANI M, HEJAZI SM, NOORIAN A, ZENDEDEL A, ASHKANIFAR F. The effect of aerobic training on the improvement of expanded disability status scale (EDSS) in multiple sclerosis patients2009.
4. Cancelli A, Cottone C, Giordani A, Migliore S, Lupoi D, Porcaro C, et al. Personalized, bilateral whole-body somatosensory cortex stimulation to relieve fatigue in multiple sclerosis. Multiple Sclerosis Journal. 2018;24(10):1366-74.
5. Garg H, Bush S, Gappmaier E. Associations between fatigue and disability, functional mobility, depression, and quality of life in people with multiple sclerosis. International journal of MS care. 2016;18(2):71-7.
6. Chung LH, Remelius JG, Van RE, Kent-Braun JA. Leg power asymmetry and postural control in women with multiple sclerosis. Medicine and science in sports and exercise. 2008;40(10):1717-24.
7. Martin CL, Phillips BA, Kilpatrick T, Butzkueven H, Tubridy N, McDonald E, et al. Gait and balance impairment in early multiple sclerosis in the absence of clinical disability. Multiple Sclerosis Journal. 2006;12(5):620-8.
8. Rougier P, Thoumie P, Cantalloube S, Lamotte D. What compensatory motor strategies do patients with multiple sclerosis develop for balance control? Revue Neurologique. 2007;163(11):1054-64.
9. Cattaneo D, Jonsdottir J. Sensory impairments in quiet standing in subjects with multiple sclerosis. Multiple Sclerosis Journal. 2009;15(1):59-67.
10. Kelleher KJ, Spence W, Solomonidis S, Apatsidis D. The characterisation of gait patterns of people with multiple sclerosis. Disability and rehabilitation. 2010;32(15):1242-50.
11. Aghababa A, Kashi A. The effect of yoga exercises on improving fatigue in women with multiple sclerosis. International Congress on physical education and sports scienses. 2015.
12. Mokhtarzadeh M, Ranjbar R, Nastaran M. The effect of interval aerobic training on some functional factors, quality of life, fatigue and sleep in women with multiple sclerosis. Daneshvar Medicine. 2016; 24(125):[67- pp.].
13. Rozgar N, Daneshjoo A, Divkan B. Effect of Eight Weeks of TRX Training on Balance, Fatigue, Muscle Strength, and Speed in Women with Multiple Sclerosis. 2020.
14. SHARIFI G, MEMARIAN N. EFFECT OF COMBINED TRAININ AND SUPPLEMENT MANESIUMON ENDURANCE AND FATIUE IN PEOPLE WITH MULTIPLE SCLEROSISE. JOURNAL OF SPORTS MEDICINE AND PHYSICAL FITNESS. 2014; 1(1):[- pp.].
15. Buljevac D, Hop W, Reedeker W, Janssens A, Van der Meche F, Van Doorn P, et al. Self reported stressful life events and exacerbations in multiple sclerosis: prospective study. Bmj. 2003;327(7416):646.
16. Tofighi A, Saki Y, Razmjoo K. Effect of 12-Week Progressive Resistance Training on Balance, Fatigue and Disability in Women with MS. Jundishapur Scientific Medical Journal. 2013; 12(2):[159-67 pp.].
17. Ayache SS, Chalah MA. Transcranial direct current stimulation: A glimmer of hope for multiple sclerosis fatigue? Journal of Clinical Neuroscience. 2018;55:10-2.
18. Charvet LE, Dobbs B, Shaw MT, Bikson M, Datta A, Krupp LB. Remotely supervised transcranial direct current stimulation for the treatment of fatigue in multiple sclerosis: results from a randomized, sham-controlled trial. Multiple Sclerosis Journal. 2018;24(13):1760-9.
19. Saiote C, Goldschmidt T, Timäus C, Steenwijk MD, Opitz A, Antal A, et al. Impact of transcranial direct current stimulation on fatigue in multiple sclerosis. Restorative neurology and neuroscience. 2014;32(3):423-36.
20. Ayache SS, Palm U, Chalah MA, Al-Ani T, Brignol A, Abdellaoui M, et al. Prefrontal tDCS decreases pain in patients with multiple sclerosis. Frontiers in neuroscience. 2016;10:147.
21. Iodice R, Manganelli F, Dubbioso R. The therapeutic use of non-invasive brain stimulation in multiple sclerosis–a review. Restorative Neurology and Neuroscience. 2017;35(5):497-509.
22. Ghafari S, Ahmadi F, Nabavi SM. Effects of applying hydrotherapy on fatigue in multiple sclerosis patients. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences [Internet]. 2008; 18(66):[71-81 pp.].
23. Boosman H, Visser-Meily JM, Meijer J-WG, Elsinga A, Post MW. Evaluation of change in fatigue, self-efficacy and health-related quality of life, after a group educational intervention programme for persons with neuromuscular diseases or multiple sclerosis: a pilot study. Disability and rehabilitation. 2011;33(8):690-6.
24. Ashrafi A, Mohseni-Bandpei MA, Seydi M. The effect of tDCS on the fatigue in patients with multiple sclerosis: A systematic review of randomized controlled clinical trials. Journal of Clinical Neuroscience. 2020.
25. shahrjerdi s, golpayegani m, faraji f, MASOUMI M. Effect of eight weeks Yoga and core stabilization exercises on balance in women with multiple sclerosis 2016.
26. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. “Mini-mental state”: a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. Journal of psychiatric research. 1975;12(3):189-98.

27. University B. TDCS and TACS Safety Questionnaire Birmingham University. 2015.
28. Kurtzke JF. Rating neurologic impairment in multiple sclerosis: an expanded disability status scale (EDSS). Neurology. 1983;33(11):1444.
29. Kurtzke JF. Rating neurologic impairment in multiple sclerosis: an expanded disability status scale (EDSS) 1983 [1444-].
30. SEYEDIAN M, FALAH M, NOUROUZIAN M, NEJAT S, DELAVAR A, GHASEMZADEH HA. VALIDITY OF THE FARSI VERSION OF MINI-MENTAL STATE EXAMINATION. JOURNAL OF MEDICAL COUNCIL OF IRI [Internet]. 2008; 25(4):[- pp.].
31. Chehrehgosha M, Dastourpour M, Sanagu A, Mohamadi A. Cancer-related Fatigue and its Relationship with Demographic and Clinical Characteristics. Jorjani Biomedicine Journal [Internet]. 2013; 1(2):[24-31 pp.].
32. Smets E, Garssen B, Bonke Bd, De Haes J. The Multidimensional Fatigue Inventory (MFI) psychometric qualities of an instrument to assess fatigue. Journal of psychosomatic research. 1995;39(3):315-25.
33. R. KJ, M. S, A. K, H. S, T R. Different Scales of Fatigue in Traffic Policemen. Journal of Police Medicine [Internet]. 2012; 1(1):[2- pp.].
34. Yosephi MH, Ehsani F, Zoghi M, Jaberzadeh S. Multi-session anodal tDCS enhances the effects of postural training on balance and postural stability in older adults with high fall risk: primary motor cortex versus cerebellar stimulation. Brain stimulation. 2018;11(6):1239-50.
35. Chan W, Dobbs B, Shaw M, Kasschau M, Sherman K, Krupp L, et al. Baseline affect predicts improved fatigue with telerehabilitation using remotely-supervised transcranial direct current stimulation (RS-tDCS) in adults with multiple sclerosis (MS)(P3. 343)2017.
36. Zakibakhsh N, Basharpoor S, Ghalyanchi Langroodi H, Narimani M, Nitsche MA, Salehinejad MA. Repeated prefrontal tDCS for improving mental health and cognitive deficits in multiple sclerosis: A randomized, double-blind, parallel-group study. Journal of translational medicine. 2024;22(1):843.
37. Muñoz-Paredes I, Herrero AJ, Seco-Calvo J, editors. Influence of Transcranial Direct Current Stimulation and Exercise on Physical Capacity and Gait in Multiple Sclerosis: A Cross-Over Pilot Study. Healthcare; 2023: MDPI.
38. Jagadish A, Shankaranarayana AM, Natarajan M, Solomon JM. Transcranial direct current stimulation for fatigue in neurological conditions: a systematic scoping review. Physiotherapy research international. 2024;29(1):e2054.
39. Baldini S, Sartori A, Rossi L, Favero A, Pasquin F, Dinoto A, et al. Fatigue in Multiple Sclerosis: A Resting-State EEG Microstate Study. Brain Topography. 2024;37(6):1203-16.
40. Hiew S, Nguemeni C, Zeller D. Efficacy of transcranial direct current stimulation in people with multiple sclerosis: a review. European Journal of Neurology. 2022;29(2):648-64.

Original Article

The effect of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) plus core stability training on the Fatigue of patients with multiple sclerosis

Received: 27/01/2025 - Accepted: 10/05/2025

Seyed Kazem Mousavi Sadati[1*]
Reza Behdari[2]
Soudabeh Raeisi[3]
Ghazal Marvastinia[4]

[1] PhD of motor behavior and Master of physical occupational therapy, Assistant professor of East Tehran branch, Islamic Azad university, Tehran, Iran.
[2] Assistant professor of exercise physiology, Department of physical Education and sport, West Tehran Branch,Islamic Azad University, Tehran Iran.
[3] MSc of Sports injuries and Corrective exercise, East Tehran branch, Islamic Azad university, Tehran, Iran
[4] MSc of Sports injuries and Corrective exercise, East Tehran branch, Islamic Azad university, Tehran, Iran.

Email:
drmousavisadati@gmail.com

Abstract

Introduction: Fatigue is one of the most common and debilitating symptoms in patients with multiple sclerosis (MS), significantly affecting their quality of life. This study aimed to compare the effects of transcranial direct current stimulation (tDCS) combined with core stability training on fatigue in MS patients.

Methods: This is a pre-test – post-test experiment study. The statistical population included all patients suffering from multiple sclerosis that came to Rofaydeh Rehabilitation Hospital in Tehran, Iran. From these, 30 patients (aged 27–70, male and female) were selected through purposive and convenience sampling and randomly assigned to two groups of 15 (experimental and control). The experimental group received core stability training (8 weeks, 3 sessions of 30–40 minutes per week) combined with cerebellar tDCS (2 mA, 2 sessions of 20 minutes per week, on the first and third sessions). The control group received identical training with sham tDCS (30 seconds). Assessment tools included the Multidimensional Fatigue Inventory (MFI) with 20 questions to measure general fatigue, physical fatigue, reduced activity, reduced motivation, and mental fatigue. Additionally, the Mini-Mental State Examination (MMSE) was used to assess cognitive status, and the Expanded Disability Status Scale (EDSS) was used to measure disability levels. Data were collected at pre-test and post-test and analyzed using MANCOVA and ANCOVA with a significance level of $P \leq 0.05$ in SPSS version 26.

Results: The results of this research revealed that the cerebellar current stimulation decreased general fatigue ($P=0.001$), physical fatigue ($P<0.001$), activity reduction ($P<0.001$) and (MFI) ($P<0.001$) in MS patients. However, it had no effect on these patients' motivation reduction ($P=0.097$) and mental fatigue ($P=0.080$).

Conclusion: Therefore, the cerebellar transcranial direct current stimulation has a beneficial effect on fatigue in MS patients.

Keywords: tDCS, Core stability training, Multiple Sclerosis, Fatigue