Shenakht Journal of Psychology and Psychiatry
Vol/ 11 / No. 5.2024
Page: 45-61

Comparison of effectiveness of Neurofeedback Training and Transcranial Direct Stimulation with balance Training on the balance of MS patients

Mir Javad Mojarrad Azar Gharabagi[1], Jalal Dehghanizadeh[2], Behzad Behzadnia[3], Seyede Fereshteh Modarresy[4]

1. PhD student, Motor Behavior Department, Tabriz University, Tabriz, Iran (Corresponding Author)
Javad.mojarrad88@gmail.com
2. Associate Professor, Department of Movement Behavior and Sports Management, Urmia University, Urmia, Iran
3. Associate Professor, Motor Behavior Department, Tabriz University, Tabriz, Iran
4. Bachelor of Occupational Therapy, University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

Received:30/09/2023 **Accepted:** 07/09/2024

Abstract

Introduction : Multiple sclerosis is a disease that causes breakdown of the protective covering of nerves. Also can cause numbness, weakness, trouble walking, vision changes and other symptoms.

Aim: The present study aimed to comparision of the comparison of effectiveness of neurofeedback training and transcranial direct stimulation with balance training on the balance of MS patients.

Method: The research design was Qousi-experimental with pre-test, post-test with two groups. The statistical population included patients with MS in Urmia in 1402. 34 patients were purposefully selected and evaluated after transcranial brain stimulation for eight 20-minute sessions and Hammond neurofeedback exercises for 8 30-minute sessions along with Frankel exercises with Berg balance scale and sitting and Timed up and go test(TUG). To analyze the data, the method of analysis of covariance with spss-26 software was used.

Results: The result shows that there neurofeedback and transcranial electrical stimulation have an effect on static and dynamic balance and improve balance among patients with MS($p<0/05$) and these two treatment methods have a significant difference in improving static and dynamic balance($p\leq0.05$). the performance of the neurofeedback group was better than the transcranial stimulation group.

Conclusion: Considering the greater effect of neurofeedback exercises along with Frankel exercises on the static and dynamic balance of patients with MS, it can be said that performing neurofeedback exercises along with balance exercises can be a more effective strategy for improving static and dynamic balance.

Keywords: Neurofeedback, Transcranial Direct Stimulation, Frankel, balance, MS

Mojarrad Azar Gharabagi J, Dehghanizadeh J, Behzadnia B, Modaresi F. Comparison of effectiveness of Neurofeedback Training and Transcranial Direct Stimulation with balance Training on the balance of MS patients. Shenakht Journal of Psychology and Psychiatry 2024; 11 (5) : 45-61URL: http://shenakht.muk.ac.ir/article-1-2037-fa.html

Copyright © 2018 the Author (s). Published by Kurdistan University of Medical Sciences. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non Commercial License 4.0 (CCBY-NC), where it is permissible to download, share, remix, transform, and buildup the work provided it is properly cited. The work cannot be used commercially without permission from the journal.

[Downloaded from shenakht.muk.ac.ir on 2026-06-27]

[DOI: 10.32598/shenakht.11.5.45]

مجله روانشناسی و روانپزشکی شناخت
سال یازدهم شماره : ۵ ،۱۴۰۳
صفحات: ۶۱-۴۵

مقایسه اثربخشی تمرینات نوروفیدبک و تحریک الکتریکی فرا جمجمه‌ای در ترکیب با تمرینات تعادلی بر تعادل بیماران اماس

میرجواد مجرد آذر قره باغی [۱]، جلال دهقانی زاده [۲]، بهزاد بهزادنیا [۳]، سیده فرشته مدرسی [۴]
۱. دانشجوی دکتری، گروه رفتار حرکتی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران (مؤلف مسئول) Javad.mojarrad88@gmail.com
۲. دانشیار ، گروه رفتار حرکتی و مدیریت ورزشی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
۳. دانشیار، گروه رفتار حرکتی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.
۴. کارشناسی کاردرمانی، دانشگاه علوم پزشکی، تبریز، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۰۸/۰۸ **تاریخ پذیرش مقاله:** ۱۴۰۳/۰۶/۱۷

چکیده

مقدمه: مولتیپل اسکلروزیس یک بیماری است که باعث از بین رفتن پوشش محافظ اعصاب می‌شود، همچنین می‌تواند باعث بی‌حسی، ضعف، مشکل در راه رفتن، تغییرات بینایی و سایر علائم شود.
هدف: هدف پژوهش حاضر، مقایسه اثربخشی تمرینات نوروفیدبک و تحریک الکتریکی فراجمجمه ای در ترکیب با تمرینات تعادلی بر تعادل بیماران اماس است.
روش: طرح این پژوهش شبه آزمایشی از نوع پیش‌آزمون– پس‌آزمون با دو گروه بود. جامعه آماری شامل بیماران مبتلابه اماس شهرستان ارومیه در سال ۱۴۰۲ بودند. تعداد ۳۴ بیمار به صورت هدفمند انتخاب شدند و پس از تحریک فرا جمجمه‌ای مغز برای هشت جلسه ۲۰ دقیقه‌ای و تمرینات نوروفیدبک هاموند برای ۸ جلسه ۳۰ دقیقه‌ای همراه با تمرینات فرانکل با آزمون‌های برگ و آزمون نشستن و برخاستن مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای تحلیل داده‌ها از روش تحلیل کوواریانس با نرم‌افزارSPSS نسخه ۲۶ استفاده شد
یافته:یافته‌ها نشان داد که نوروفیدبک و تحریک الکتریکی فرا جمجمه‌ای بر تعادل ایستا و پویا تأثیر داشته و باعث بهبود آن می‌شوند ($p<0/01$) و این دو روش درمانی در بهبود تعادل ایستا و پویا تفاوت معناداری دارند عملکرد گروه نوروفیدبک بهتر از گروه تحریک الکتریکی فرا جمجمه‌ای بود
نتیجه‌گیری: با توجه به تأثیر بیشتر تمرینات نوروفیدبک همراه با تمرینات فرانکل بر تعادل ایستا و پویا بیماران اماس می‌توان عنوان کرد که انجام تمرین نوروفیدبک همراه با تمرینات تعادلی می‌تواند راهبرد مؤثرتری برای بهبود تعادل ایستا و پویا باشد.
کلید واژه‌ها: نوروفیدبک، تحریک الکتریکی فرا جمجمه‌ای، فرانکل، تعادل، اماس

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی کردستان محفوظ است.

[Downloaded from shenakht.muk.ac.ir on 2026-06-27]
[DOI: 10.32598/shenakht.11.5.45]

مقدمه

در سراسر جهان، بیش از ۲/۸ میلیون نفر به بیماری‌ام اس مبتلا هستند (والتون، کینگ، رشتمن، کی، لیرای[1] و همکاران، ۲۰۲۰). در ایران نیز در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۱۹ توسط اعظمی و همکاران منتشر شده است، نسبت شیوع ام‌اس بین ۵,۳۰ تا ۸۹,۰۰ بیمار در هر ۱۰۰۰۰۰ نفر و میزان بروز تخمینی بین ۷,۰۰ تا ۱۴۸,۱۰ در هر ۱۰۰۰۰۰ جمعیت گزارش کرده است (مقتدری، شهیدی پوراکبری، ایزدی، خسروی، هاشم زهی، ۲۰۲۳). مولتیپل اسکلروزیس[2] یک بیماری التهابی و عصبی مزمن سیستم عصبی مرکزی است که بیشتر زنان را تحت تأثیر قرار می‌دهد، یکی از علل اصلی ناتوانی عصبی غیر آسیب زا در میان بزرگسالان جوان و میانسال است (فیلیپی، بار-اور، پیهل، پرزیوسا، سولاری، ووکوسیک[3]، ۲۰۱۸). افراد مبتلا به ام اس ممکن است طیف وسیعی از علائم از جمله اختلال در قدرت و هماهنگی عضلات، عملکرد دهلیزی، حس عمقی، بینایی، کنترل حرکت چشم و شناخت و همچنین اختلال در یکپارچگی این عملکردها را نشان دهند (کامرون، نیلساگارد[4]، ۲۰۱۸). علائم مولتیپل اسکلروزیس اغلب در بین افراد متغیر است و می‌تواند بر عملکردهای حرکتی، حسی و شناختی تأثیر بگذارد (قاسمی، رضوی، نیکزاد، ۲۰۱۷). عوامل متعددی مانند ضعف عضلانی، مکانیسم‌های راه رفتن غیرطبیعی، مشکلات تعادلی، اسپاستیسیته و خستگی در انحطاط توانایی سیار ام‌اس نقش دارند (سوسنوف، سوسی، بویس، ساندروف، پاول سوح[5]، ۲۰۱۱). در حالی که هیچ الگوی معمولی از اختلال راه رفتن MS وجود ندارد، اختلالات اغلب شامل کاهش سرعت راه رفتن و طول گام است (شولز، هاسه، ترنتزش، وایدمن، زیمسن[6]،۲۰۲۱). کنترل تعادل نیاز به تعامل بین چندین سیستم فیزیولوژیکی اساسی، از جمله محدودیت‌های بیومکانیکی، استراتژی‌های حرکتی و حسی[7]، جهت‌گیری در فضا[8]، کنترل پویایی[9] و مهارت‌های پردازش شناختی[10] دارد (هوراک[11]، ۲۰۰۶)؛ بنابراین، به منظور مقابله با محدودیت تعادل، مداخلاتی که هدفشان بهبود کنترل تعادل است، باید شامل تمریناتی باشد که این سیستم‌های فیزیولوژیکی را به چالش می‌کشد

تعدادی از مطالعات با هدف بهبود تعادل در بیماران ام‌اس انجام شده است؛ اما تنوع در انواع مداخله، معیارهای نتیجه و محدودیت‌های روش‌شناختی، توانایی نتیجه‌گیری قطعی‌تر در مورد اثربخشی را محدود می‌کند (گان، مارکویکس، هاس، ماردن، فریمن[12]، ۲۰۱۵). با این حال، چندین مداخله تعادلی نتایج امیدوارکننده‌ای را نشان داده‌اند (کالسن، کاتانیو، برینکس، کاجایلگاراد، جورگنسن و داگلاس[13]، ۲۰۱۹؛ کارلینگ، فورسبرگ، گونارسون و نیلساگارد[14]، ۲۰۱۷)، اگرچه روش‌هایی برای مقایسه انواع تمرینات به ندرت در این مطالعات توضیح داده شده است. علاوه بر تمرینات تعادلی متعارف، انواع پروتکل‌های ورزشی دیگر برای بهبود

1 Walton, King, Rechtman, Kaye & Leray
2 Multiple sclerosis (MS)
3 Filippi, Bar-Or, Piehl, Preziosa, Solari & Vukusic
4 Cameron& Nilsagard
5 Sosnoff, Socie, Boes, Sandroff, Pula & Suh

6 Scholz, Haase, Trentzsch, Weidemann & Ziemssen
7 Movement and sensory strategies
8 orientation in space
9 control of dynamics
10 cognitive processing skills
11 Horak
12 Gunn, Markevics, Haas, Marsden & Freeman
13 Callesen, Cattaneo, Brincks, Kjeldgaard Jørgensen & Dalgas
14 Carling, Forsberg, Gunnarsson & Nilsagard

[Downloaded from shenakht.muk.ac.ir on 2026-06-27]

[DOI: 10.32598/shenakht.11.5.45]

عملکرد تعادل وجود دارد، از جمله آموزش نوروفیدبک (آذرپایکان، تربتی، سهرابی، ۲۰۱۴). نوروفیدبک، همچنین به عنوان بیوفیدبک امواج مغزی (یوسفی افراشته، خان احمدی و معصومی، ۲۰۲۱) شناخته می‌شود. طبق ادبیات، تمرین نوروفیدبک می‌تواند به طور مؤثر وضعیت تعادل را در افراد مسن، ورزشکاران، سکته مغزی و بیماران پارکینسون بهبود بخشد (آذرپیکان و همکاران، ۲۰۱۴؛ پاول، گانسان، ساندو و سیمون[1]، ۲۰۱۲). اعتقاد بر این است که این تکنیک مدرن با اصلاح الگوهای مغز در سیستم‌های کنترل کننده تعادل مانند سیستم‌های بینایی، دهلیزی و مخچه، تعادل را بهبود می‌بخشد (رضایی، نامی، سینایی، باقری و یوسفی نژاد، ۲۰۲۱).

تعادل و علائم حرکتی و غیر حرکتی بیماران اماس مورد استفاده قرار گرفته است تحریک مغز از روی جمجمه (tDCS)[2] است (یدیس، مانگانلی، دوبیوزو[3]، ۲۰۱۷). این نوع روش مداخله تعدیل کننده عصبی جای خود را در عرصه مطالعات توان بخشی نوروساینس[4] و توان بخشی نورونی باز کرده است. در این روش جریان مستقیم و ضعیفی به مناطق قشری وارد شده و فعالیت خود انگیخته عصبی را تسهیل یا بازداری می‌کند. (پورآبادی، امرایی، محمودخانی، غضنفری، ۲۰۲۴). در نتیجه موجب تغییراتی در کار کرد مغز می‌شود (کامینسکی، هاف، رجوسک، استیل، گوندلاچ، سم و همکاران[5]، ۲۰۱۷). tDCS آنودال بهبود پارامترهای راه رفتن را هم در حین و هم بعد از تحریک در افراد مبتلا به ام اس تعیین می‌کند (هیو، نگومنی، زلر[6]، ۲۰۲۱). با این وجود، تأثیر دقیق tDCS بر راه رفتن در بیماران ام اس متفاوت است که تحت تأثیر درجه ناتوانی، تعداد جلسات تحریک و نوع پارامترهای اندازه‌گیری شده برای تعریف اثرات آن است (هیو و همکاران، ۲۰۲۱). پیلونی و همکاران (۲۰۲۰ الف) نشان داد که حتی یک جلسه tDCS آنودال به M1 در طول تمرین هوازی قادر به بهبود سرعت راه رفتن و مسافت طی شده در ۲ دقیقه در یک پیگیری ۴ هفته‌ای نبود. موراتا، دی سیر، مارینارو، موجیو، اینزیتری[7] و همکاران (۲۰۲۲) در تحقیقی با عنوان اثرات tDCS بر تعادل و راه رفتن در بیماران مبتلا به ام اس نشان دادند که ده جلسه tDCS قشر حرکتی آندال باعث بهبودهای غیر پایداری را در راه رفتن و تعادل (مقیاس تعادل برگ،BBS) در بیماران ام اس می‌شود... با توجه به اینکه حفظ تعادل در وضعیت ایستاده یکی از مشکلات بارز بیماران اماس است از طرفی نیاز مبرم این قبیل بیماران به داشتن تعادل مورد نیاز برای انجام کارهای روزانه ضرورت دارد، تدابیر بنیادی و اصولی برای افزایش تعادل این قبیل افراد ضروری است. همچنین جمعیت رو به افزایش این بیماران دلیلی برای ترغیب تلاش‌هایی در جهت توسعه درمان‌های فیزیکی و برنامه‌های توانبخشی لازم برای بهبود آنان است. روش‌های مختلفی (تحریک فرا جمجمه‌ای، نورو فیدبک، تمرینات تعادلی، تمرینات ورزشی و...) برای درمان یا کاهش اختلالات تعادلی ناشی از بیماری‌ام اس در حال اجرا است؛ ولی اینکه کدام روش برتری و مزیت بیشتری برای بهبود تعادل این بیماران دارد هنوز جای سؤال دارد؛ بنابراین هدف این تحقیق بررسی و مقایسه اثربخشی تمرینات نوروفیدبک و تحریک الکتریکی

1 Paul, Ganesan, Sandhu & Simon
2 Transcranial direct current stimulation
3 Iodice, Manganelli & Dubbioso
4 Neuroscience
5 Kaminski, Hoff, Rjosk, Steele, Gundlach & Sehm
6 Hiew
7 Marotta, de Sire, Marinaro, Moggio, Inzitari

[Downloaded from shenakht.muk.ac.ir on 2026-06-27]

[DOI: 10.32598/shenakht.11.5.45]

فراجمجمه ای در ترکیب با تمرینات تعادلی بر تعادل بیماران اماس است.

روش

هدف پژوهش کاربردی و روش پژوهش نیمه آزمایشی با طرح پیش‌آزمون پس‌آزمون بود. جامعه آماری این تحقیق، بیماران مبتلابه اماس مراجعه کننده به مرکز تخصصی آموزشی درمانی رازی شهر ارومیه در سال ۱۴۰۲ بود که توسط پزشکان مغز و اعصاب مرکز شناسایی شده بودند. برای تعیین حجم نمونه با در نظر گرفتن با توجه به تعداد گروه‌ها (دو گرو) سطح اطمینان ۹۵ درصد و توان آزمون ۰/۸ و اندازه اثر ۰/۴ تعداد نمونه معادل ۱۲ نفر برای هر گروه به دست آمد که با در نظرگرفتن احتمال ریزش، ۱۷ نفر برای هر گروه تعیین شد بدین ترتیب ۳۴ نفر به روش نمونه‌گیری در دسترس و با توجه به معیارهای ورود به مطالعه انتخاب و به صورت تصادفی به دو گروه تجربی تمرینات نوروفیدبک در ترکیب با تمرینات تعادلی (۱۷) نفر) و گروه تجربی تحریک الکتریکی فرا جمجمه‌ای در ترکیب با تمرینات تعادلی (۱۷) نفر تقسیم شدند. معیارهای ورود به مطالعه شامل، بیماران مبتلابه اماس از نوع عود کننده – بهبود یابنده، دارای نمره ناتوانی جسمانی توسعه یافتهEDSS کمتر یا مساوی ۴/۵، دامنه سنی ۲۵ تا ۴۰ سال، فاقد سابقه بیماری‌های سیستمیک شامل: اختلالات عصبی، صرع، بیماری‌های قلبی، دیابت، کم‌خونی و افسردگی شدید همه بیماران این تحقیق داروهای ریبیف و سینوکس (از خانواده‌ی IFN-B-1a) مصرف می‌کردند. همچنین بیمارانی گزینش شدند که طی ۳ ماه قبل از شروع تحقیق از داروهای کورتیکواستروئیدی استفاده نکرده بودند و در نهایت بیمارانی که طی ۳ ماه قبل از شروع تحقیق در هیچ فعالیت ورزشی منظمی شرکت نداشتند انتخاب شدند.

معیار خروج از مطالعه شامل غیبت بیش از دو جلسه در برنامه تمرینات عود، بیماری آسیب جسمانی حین تمرین بروز حادثه ابتلا به سایر بیماری‌های مخل عدم تمایل به ادامه شرکت در تحقیق و بروز عوامل مداخله‌گری که بر شرکت مؤثر آزمودنی‌ها در جلسات تمرین تأثیرگذار بود. برای مقیاس استفاده‌شده‌ی EDSS[1] نمره‌ای بین صفر تا ده بیماران (بسته به میزان آسیب وارده به سیستم اعصاب مرکزی) است. هرچه آسیب بیشتر باشد نمره کسب شده بیشتر خواهد بود. روایی آزمون ناتوانی جسمانی توسعه یافته توسط کروتزکه در ایران نیز هنجار شده است. نمره ۴-۱ نشان دهنده‌ی ناتوانی جسمی و در عین حال استقلال فرد در انجام حرکت و فعالیت روزانه است (کورانیا[2] و همکاران، ۲۰۱۸). پس از ورود آزمودنی با توجه به معیارهای ورود خروج، همه‌ی شرکت‌کنندگان فرم رضایت‌نامه آگاهانه را تکمیل کردند.

به منظور انجام دادن این پژوهش ابتدا نامه‌ای برای کسب مجوز به اداره‌ی بهزیستی کل شهرستان ارومیه ارائه شد. سپس مجوز صادر شده برای اجرای مداخله‌ی درمانی به مرکز تخصصی آموزشی درمانی رازی شهر ارومیه تحویل داده شد و موافقت این مرکز برای اجرای مداخله کسب شد. سپس فرم اطلاعات شخصی توسط مراقبان آزمودنی‌ها تکمیل شد و پرونده‌ی پزشکی آن‌ها بررسی

1 Expanded disability status
2 Koorania

[Downloaded from shenakht.muk.ac.ir on 2026-06-27]

[DOI: 10.32598/shenakht.11.5.45]

شد. از میان ۶۴ فرم تکمیل شده، ۳۴ نفر دارای شرایط به مداخله‌ی پژوهشی تشخیص داده شدند. به منظور اندازه‌گیری شاخص اماس شرکت‌کنندگان مبتلابه ام اس از نوع عود کننده – بهبود یابنده دارای نمره ناتوانی جسمانی توسعه یافته EDSS کمتر یا مساوی ۴,۵، استفاده شد که توسط مراقبان شرکت‌کنندگان تکمیل شد. این نتایج زیر نظر پزشکان مرکز استخراج شد. با توجه به اطلاعات گرفته شده، آزمودنی‌ها به شیوه‌ی همتاسازی در گروه فرا جمجمه‌ای و گروه نورو فیدبک قرار گرفتند. سپس هر دو گروه آزمون مقیاس تعادلی برگ و آزمون زمان برخاستن و راه رفتن را اجرا کردند.

گروه فرا جمجمه‌ای تحریک مغز از ورای جمجمه را با شدت جریان مستقیم ۲ میلی‌آمپر با اندازه الکترود ۳۵ سانتی متر مربع به مدت ۲۰ دقیقه دریافت کردند و بعد از آن به مدت ۳۰ دقیقه تمرینات تعادلی فرانکل را انجام دادند

گروه تمرینات نرو فیدبک نیز برنامه آموزشی نوروفیدبک را به مدت ۸ جلسه ۳۰ دقیقه‌ای در اتاق مخصوصی در مرکز تخصصی آموزشی درمانی رازی شهر ارومیه طی ساعات ۹-۱۲ انجام دادند و بعد از آن نیز به انجام تمرینات فرانکل پرداختند. در نهایت، در ۲۴ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینات هر دو گروه از تمامی شرکت‌کنندگان خواسته شد تا با مراجعه به مرکز رازی که محل انجام تست‌ها بود مراجعه و به اجرای آزمون‌های تعادل پویا و ایستا بپردازند و نمرات این اجراها نیز به عنوان پس‌آزمون ثبت شد.

در پژوهش حاضر ملاحظات اخلاقی پژوهش شامل اخذ رضایت آگاهانه، تضمین حریم خصوصی و رازداری رعایت شد. برای رعایت ملاحظات اخلاقی به تمام شرکت‌کننده‌ها این اطمینان خاطر داده شد که تمام اطلاعات حاصل از این مطالعه تنها به منظور ارائه نتایج در رساله است و تمام اطلاعات آن‌ها تا آخر محرمانه باقی خواهد ماند. همچنین، به آن‌ها یادآور شد که هر زمان که مایل بودند می‌توانند از مطالعه خارج شوند. به جهت رعایت اصول اخلاقی گروه گواه نیز از مداخله‌ای مشابه پس از پایان مطالعه بهره‌مند شدند.

در پژوهش حاضر جهت بررسی متغیرهای جمعیت شناختی از روش‌های آمار توصیفی نظیر میانگین و انحراف معیار استفاده شد. برای بررسی توزیع طبیعی و برابری واریانس‌ها به ترتیب از آزمون شاپیرو ویلک و لون و برای بررسی تفاوت بین دو گروه در پس‌آزمون از آزمون تی جفت شده و تحلیل کوواریانس یک‌راهه استفاده شد. همه تجزیه و تحلیل تحلیل‌های اولیه در سطح معناداری P≥۰/۰۵ با استفاده از نرم‌افزار Spss نسخه ۲۴ انجام شدند

پروتکل تمرین تحریک الکتریکی فرا جمجمه‌ای[1]: در این پژوهش از دستگاه تحریک فرا جمجمه‌ای مغز (ساخت شرکت ترانس کرانیال کانادا) استفاده گردید. گروه تحریک فرا جمجمه‌ای مغز برای هشت روز متوالی، تحریک مغز از ورای جمجمه را با شدت جریان مستقیم ۲ میلی‌آمپر با اندازه الکترود ۳۵ سانتی‌متر مربع به مدت ۲۰ دقیقه دریافت کردند. بعدازآن تمرینات فرانکل را انجام دادند. محل قرارگیری الکترود آند، در قسمت خط میانی مخچه و ۱ تا ۲ سانتی‌متر پایین‌تر از برآمدگی پشت سر بود. این نحوه قرارگیری الکترود آند بر روی مخچه که در مطالعات پیشین مورداستفاده و تأکید قرار گرفته موجب می‌شود تا جریان

1 Transcranial Direct Current Stimulation protocol

[Downloaded from shenakht.muk.ac.ir on 2026-06-27]

[DOI: 10.32598/shenakht.11.5.45]

در سرتاسر مخچه گسترش یابد و از انتقال جریان به مناطق محیطی کاسته شود. محل قرارگیری الکترود رفرنس (الکترود کاتد) روی عضله دلتوئید شانه راست بود. برای کاهش آمپدانس پوست، الکترودها قبل از قرارگیری در محل مورد نظر، با محلول آب نمک خیس شدند (جوین[1] و همکاران، ۲۰۰۵) در طول پروتکل تمرین تمامی افراد، تمرین تعادلی ثبات قامتی دستگاه تعادل سنج بایودکس را انجام می‌دادند آن‌ها تمرین ثبات قامتی دستگاه تعادل سنج بایودکس را به مدت ۲۰ دقیقه (همانند گروه تحریک) انجام می‌دادند (کانل[2] و همکاران، ۱۹۸۷).

پروتکل تمرین نوروفیدبک[3]: برای نوروفیدبک از دستگاه پروکامپ اینفینی[4] مدل SA7525 و نرم‌افزار بیوگراف اینفینیتی محصول شرکت تات تکنولوژی کانادا استفاده شد. برنامه آموزشی نوروفیدبک برای هر فرد مدت ۸ جلسه تعریف شده بود. جلسات نوروفیدبک در اتاق مخصوصی در مرکز تخصصی آموزشی درمانی رازی شهر ارومیه طی ساعات ۹-۱۲ در محیطی آرام، با لامپ‌های خاموش (برای کاهش اثر نویز ناشی از لامپ‌ها) و بدون محرک‌های دیگر انجام شد. بیمار روی صندلی راحتی می‌نشست. ابتدا درباره کاری که در طول آزمودن امواج مغزی صورت می‌گیرد، توضیحات کافی و آموزش به بیماران داده شد. فرد در برابر کامپیوتر قرار گرفت و بعد از تنظیم صندلی، نصب الکترودها و بررسی صحت محل قرارگیری آن‌ها از او دو دقیقه سیگنال مغزی پایه چشم بازگرفته شد؛ سپس از فرد خواسته شد که چشمان خود را ببندد. در این حالت، دو دقیقه سیگنال مغزی پایه از فرد ثبت شد و در انتها مجددا دو دقیقه سیگنال چشم باز و چشم بسته ثبت شد. در مرحله بعدی، برای اجرای مداخله برنامه تعریف‌شده هاموند تحت عنوان برنامه تعادلی، از کاهش فرکانس ۷-۴ هرتز (تتا) و تقویت فرکانس ۱۸-۱۵ هرتز (موج بتا ۱) و برای مشخص‌کردن نقاط نصب الکترود روی جمجمه، از سیستم بین‌المللی ۲۰-۱۰ استفاده شد. نحوه الکترودگذاری در این برنامه، نصب الکترود آبی (اکتیو) و زرد (رفرنس) در نقاط O_2 و O_1 و الکترود گراند به لاله گوش چپ بود. الکترودها صرفا فعالیت امواج مغزی را به دستگاه منتقل می‌کردند و هیچ‌گونه جریان الکتریکی یا امواج و عامل آسیب‌رسان یا محرک از طریق دستگاه بازخورد عصبی به مغز وارد نمی‌شد (هاموند[5]، ۲۰۰۷). تمرینات نوروفیدبک هاموند به مدت ۸ جلسه سی‌دقیقه‌ای انجام و برای جلوگیری از خستگی افراد از چند نوع بازی و انیمیشن استفاده شد. لازم به ذکر است بعد از اجرای برنامه نووفیدبک همانند گروه تحریک فرا جمجمه‌ای تمرینات تعادلی فرانکل مشابه با آن نیز انجام گرفت

تمرینات تعادلی فرانکل[6]: تمرینات تعادلی فرانکل مجموعه‌ای از تمرینات هستند که برای بهبود تعادل در چهار وضعیت خوابیده به پشت، خوابیده به پهلو، نشسته و ایستاده اجرا می‌شوند. در این پروتکل که طبق روش مطالعات قبلی (بیازوس-سن، فیرس، دسوزا استیگر[7]، ۲۰۲۰) و تحت نظر یک تراپیست انجام شد، آزمودنی‌ها، تمرینات فرانکل را هشت جلسه انجام دادند. هر جلسه

1 Jouven
2 Kannel
3 Neurofeedback training protocol
4 ProComp5 Infiniti

5 Hammond
6 Frankel balance exercises
7 Biazus-Sehn Schuch, Firth &de Souza Stigger

[Downloaded from shenakht.muk.ac.ir on 2026-06-27]

[DOI: 10.32598/shenakht.11.5.45]

تمرینی، ۴۰ دقیقه طول کشید که ۱۰ دقیقه اول برای گرم کردن، ۲۰ دقیقه برای تمرین اصلی و ۱۰ دقیقه آخر جهت سرد کردن بدن بود (جدول ۱). در ۲۴ ساعت بعد از پایان هشت جلسه تمرینات، مجددا تعادل ایستا و پویا شرکت‌کنندگان مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج آن‌ها ثبت گردید

برنامه تمرینی و نحوه اجرا، تکرار، مدت تعداد جلسات و نوع تمرین تعادلی فرانکل در جدول ۱ ارائه شده است

جدول ۱ تمرینات تعادلی فرانکل

نام تمرین	نحوه اجرا/ ست/ تکرار/ مدت	جلسات
گرم کردن	۱۰ دقیقه فعالیت هوازی سبک، راه رفتن و تمرینات کششی	
در حالت خوابیده به پشت	آزمون شونده در حالی که پاشنه‌ها روی زمین قرار داشتند، در وضعیت خوابیده به پشت قرار می‌گرفت، سپس یکی از پاها را از زانو و ران خم کرده و با پاشنه همان پایی که از زانو و ران خم شده بود، یک خط راست را روی زمین می‌کشید. آزمون شونده با پای دیگر نیز همین تمرین را انجام می‌داد. ۲ ست، تکرار برای هر پا شش بار	**جلسه اول**
	آزمون شونده در حالی که پاشنه‌ها روی زمین قرار داشتند، در وضعیت خوابیده به پشت قرار می‌گرفت، سپس در همین وضعیت، حرکات ابداکشن و اداکشن را با هر کدام از پاها انجام می‌داد. ۲ ست، تکرار برای هر پا هفت بار	
	آزمون شونده در حالی که پاشنه‌ها روی زمین قرار داشتند، در وضعیت خوابیده به پشت قرار می‌گرفت، سپس هر دو پا را از زانو و ران خم می‌کرد و با پاشنه هر دو پا خطی مستقیم روی زمین می‌کشید. ۲ ست، تکرار برای هر پا هشت بار	**جلسه دوم**
	آزمون شونده در حالی که پاشنه‌ها روی زمین قرار داشتند، در وضعیت خوابیده به پشت قرار می‌گرفت، سپس در این وضعیت پا را به ابداکشن و اداکشن می‌برد. ۲ ست، هشت تکرار	
	آزمون شونده در حالی که پاشنه‌ها روی زمین قرار داشتند، در وضعیت خوابیده به پشت قرار می‌گرفت، سپس یکی از پاها را که از ناحیه زانو و ران در وضعیت خمیده قرار داشت، بالا آورده و حرکت دوچرخه را با آن انجام می‌داد. ۲ ست، ۱۰ ثانیه	
	آزمون شونده در وضعیت خوابیده به پشت قرار می‌گرفت، سپس پای راست را از زانو و ران خم می‌کرد، به طوری که پاشنه پای راست، روی زمین قرار داشت، در این وضعیت آزمون شونده پای چپ خود را روی زانوی راست قرار می‌داد و در همین وضعیت با فشار پای چپ روی زانوی پای راست، پا را به وضعیت راست شده روی زمین قرار می‌داد.۲ ست، تکرار برای هر پا ۹ بار	**جلسه سوم**
	آزمون شونده در وضعیت خوابیده به پشت قرار می‌گرفت، سپس پاشنه‌های هر دو پا را از زمین بلند می‌کرد، سپس در این وضعیت زانو و ران یک پا را خم می‌کرد .همین تمرین را برای پای دیگر نیز انجام می‌داد. ۲ ست، تکرار برای هر پا ۸ بار	
	آزمون شونده در وضعیت خوابیده به پشت قرار می‌گرفت. در حالی که پاشنه روی زمین قرار داشت، زانو و ران را به فلکشن می‌برد و سپس دیگر پا را به ابداکشن و اداکشن می‌برد. این تمرین را برای پای دیگر نیز انجام می‌داد. ۲ ست، تکرار برای هر پا ۸ بار	**جلسه چهارم**
در حالت خوابیده به پهلو	آزمون شونده در وضعیت خوابیده به پهلو قرار می‌گرفت و پای بالایی را از زانو خم می‌کرد. این تمرین را برای پای دیگر نیز انجام می‌داد. ۲ ست، تکرار برای هر پا ۸ بار	**جلسه پنجم**
در وضعیت ایستاده	آزمون شونده در وضعیت ایستاده قرار می‌گرفت. پاها را به اندازه عرض شانه باز می‌کرد و در این وضعیت به سمت پهلو راه می‌رفت. ۲ ست، ۵ ثانیه	
	آزمون شونده در وضعیت ایستاده قرار می‌گرفت و شروع به راه رفتن روی پاشنه و پنجه می‌کرد. ۲ ست، ۵ متر	**جلسه ششم**
	آزمون شونده در وضعیت ایستاده قرار می‌گرفت و به دور خود یک چرخش ۹۰ درجه‌ای انجام می‌داد. ۲ ست، تکرار ۳ بار	
	آزمون شونده در وضعیت ایستاده قرار می‌گرفت و در همین وضعیت به سمت عقب راه می‌رفت. ۲ ست، ۵ متر	**جلسه هفتم**
	آزمون شونده در وضعیت ایستاده قرار می‌گرفت و در همین وضعیت به شیوه زیگ زاگ راه می‌رفت. ۲ ست، ۵ متر	

[Downloaded from shenakht.muk.ac.ir on 2026-06-27]

[DOI: 10.32598/shenakht.11.5.45]

در وضعیت نشسته	آزمون شونده روی صندلی می‌نشست، سپس ران را با زانوی خمیده بالا می‌آورد و به صورت محکم پا را روی زمین می‌گذاشت. این تمرین را برای پای دیگر نیز انجام می‌داد. ۲ ست، تکرار ۷ بار	**جلسه هشتم**
	آزمون شونده با زانوی خم شده روی صندلی می‌نشست در حالی که قسمت بالاتنه مقداری متمایل به جلو بود. ۲ ست، زمان ۱۰ ثانیه	
	آزمون شونده یک بار روی صندلی می‌نشست و سپس از روی صندلی بلند می‌شد در حالی که در هر دو وضعیت، پایش روی زمین قرار داشت. ۲ ست، تکرار ۸ بار	

ابزار

مقیاس تعادلی برگ[1]: مقیاس تعادلی برگ برای اندازه‌گیری تعادل افراد سالمند و ارزیابی تعادل قامتی در افراد مبتلا به سکته مغزی و آسیب‌های مغزی طراحی شده است و از طرفی از قابلیت اطمینان بالایی برای ارزیابی تعادل ایستا و پویا در بیماران مبتلا به ام اس برخوردار است و می‌تواند بی‌ثباتی قامتی را در این بیماران به درستی شناسایی کند. روایی آزمون تعادلی برگ طی تحقیقی که توسط کاتانئو و همکاران انجام گرفت بین ۰۸۵۰ تا ۰/۹۶ گزارش شده است (مسنر، برنهارد[2]، ۲۰۱۴) روایی و اعتبار این آزمون در ایران توسط آزاد و همکاران مورد ارزیابی قرار گرفته است و ثبات درونی برابر ۰/۰۹ =r به اثبات رسیده است (سری واستاوا[3] و همکاران، ۲۰۰۰۰). همچنین برای پیش بینی خطر افتادن اعتبار و روایی خوبی دارد و اختلال تعادل را در طی انتقال اندازه‌گیری می‌کند (مسنر، برنهارد، ۲۰۱۴). مقیاس تعادلی برگ شامل ۱۴ آیتم مختلف که در زندگی روزمره کاربرد زیادی دارد را ارزیابی می‌کند به گونه‌ای که هر مورد بیان کننده وضعیت، ثبات عکس‌العمل و پیش بینی کننده کنترل وضعیت بیمار در حالت ایستا و پویا می‌باشد (سری واستاوا[4] و همکاران، ۲۰۰۰). این آیتم‌ها توانایی افراد را برای نشستن، ایستادن دسترسی، حفظ وضعیت روی یک پا و چرخیدن می‌سنجد ارزیابی عملکرد در یک دامنه مقیاس صفر ناتوانی برای انجام تکلیف (تا ۴) عملکرد عادی برای انجام تکلیف) در نظر گرفته می‌شود. نمره کل از صفر تا ۵۶ هست و احتساب نمره ۴۵ یا پایین‌تر از ۴۵ نشان دهنده کنترل پاسچر ضعیف و افزایش خطر سقوط است (موریس،۲۰۰۴).

آزمون بلند شدن و رفتن زمان‌دار[5]: این آزمون، اصلاح شده آزمون ایستادن و حرکت کردن است که روشی ساده برای بررسی تعادل پویای فرد سالمند است و سالمندان به خاطر سهولت اجرا، آن را به طور مکرر استفاده می‌کنند که توسط ماتیاس، نایاک، ایزاکس[6] در سال ۱۹۸۶ به عنوان روشی سریع برای تعیین مشکلات تعادل اثرگذار روی مهارت‌های حرکتی زندگی روزمره سالمندان طراحی شد. آزمون برخاستن و حرکت کردن زماندار شامل ۳ مرحله برخاستن از صندلی، راه رفتن، چرخیدن و برگشتن است که نمره دهی آن به این صورت است: ۱. اجرای طبیعی؛ ۲. اختلال بسیار اندک؛ ۳. اختلال ملایم، اختلال زیاد؛ د. اختلال شدید. شرکت‌کنندگان

1 Berg balance scale
2 Messner & Bernhard
3 Srivastava
4 Srivastava
5 Timed up and go test(TUG)
6 Mathias

[Downloaded from shenakht.muk.ac.ir on 2026-06-27]

[DOI: 10.32598/shenakht.11.5.45]

باید این آزمون را در حداقل زمان ممکن اجرا کنند. در طی این فرآیند آزمونگر با استفاده از کرونومتر زمان را ثبت می‌شود؛ که نمره آن به صورت؛ کسب رکورد زمان کمتر از ۱۰ ثانیه به معنی توانایی حرکتی بالا و طبیعی، کسب رکورد ۱۰ تا ۱۹ ثانیه نشان دهنده حرکت معمولی و استقلال در راه رفتن، کسب رکورد ۲۰ الی ۲۹ ثانیه به معنی حرکت کندتر، اختلال در تعادل و نیاز به کمک در راه رفتن و ثبت رکورد بیش از ۳۰ ثانیه به معنی کاهش توان حرکتی و مستعد به سقوط بالای فرد سالمند است . نگ و همکاران (۲۰۰۵) پایایی این آزمون را (۰/۹۵= r =۰/۷۷،ICC) اعلام کردند. در مطالعه مهدی‌زاده و همکاران پایایی آزمون طریق مشاهده هم‌زمان با همبستگی ۰/۹۳ محاسبه شد. همچنین پایایی این پرسشنامه توسط جعفری و شمشیری (۱۳۹۳) با استفاده از آزمون آلفای کرونباخ ۰/۹۵ محاسبه شد. در مطالعه صادقی و همکاران (۱۳۸۷) پایایی آزمون برخاستن و حرکت کردن زمان دار ۰/۹۹ محاسبه شده بود (مجرد آذر و دهقانی زاده، ۲۰۲۱).

یافته‌ها

اطلاعات جمعیت شناختی شرکت‌کنندگان بدین صورت بود که گروه نوروفیدبک در ترکیب با تمرینات تعادلی (میانگین سنی: ۸۷۰/۵۴۷±۲۸/۳) و تمرینات تحریک الکتریکی فرا جمجمه‌ای در ترکیب با تمرینات تعادلی با (میانگین سنی:۴/۲۴۵ ± ۲۹/۸۴۷) بودند. در گروه نوروفیدبک + تمرینات تعادلی ۹ نفر مرد بودند و ۸ نفر زن در گروه تحریک الکتریکی فرا جمجمه + تمرینات تعادلی ۱۰ نفر مرد و ۷ نفر زن بودند.

مقادیر میانگین و انحراف استاندارد شاخص‌های توصیفی و متغیرهای مربوط به تعادل (ایستا و پویا) در دو گروه تمرینات نوروفیدبک و تمرینات تعادلی و تمرینات تحریک الکتریکی فرا جمجمه‌ای و تمرینات تعادلی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در جدول ۲ آورده شده است

جدول ۲. اطلاعات توصیفی مربوط به تعادل دو گروه در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

شاخص	گروه نوروفیدبک + تمرینات تعادلی		گروه تحریک فرا جمجمه + تمرینات تعادلی	
	پیش‌آزمون میانگین (انحراف معیار)	پس‌آزمون میانگین (انحراف‌معیار)	پیش‌آزمون میانگین (انحراف‌معیار)	پس‌آزمون میانگین (انحراف‌معیار)
بورگ	۴۵/۸۵۴(۰/۷۸۳)	۴۷/۴۱۰(۰/۷۵۶)	۴۵/۸۲۶(۰/۸۱۴)	۴۶/۴۸۴(۰/۷۷۱)
آزمون تی وابسته	t=-۱۴/۱۳۷,P= ۰/۰۰۱, mean= -۱/۵۵۶		t=-۸/۸۲۶, P= ۰/۰۰۱, mean= -۰/۶۵۸	
نشستن و برخاستن	۱۰/۱۱۰(۰/۶۴۴)	۹/۰۰۷(۰/۴۷۸)	۱۰/۱۶۹(۰/۶۷۴)	۹/۵۳۴(۰/۵۵۸)
آزمون تی وابسته	t=-۱۲/۸۹۴,P= ۰/۰۰۱, mean= -۱/۱۰۲		t=-۷/۳۰۵, P= ۰/۰۰۱, mean= -۰/۶۳۴	

طبق جدول ۲ در متغیر، تعادل پویا و ایستا، میانگین گروه نوروفیدبک و تمرینات تعادلی از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون بهبود یافته است. این بهبود در گروه تحریک فرا جمجمه و تمرینات تعادلی نیز مشاهده شد.

جدول ۳ نتایج آزمون تحلیل کوواریانس در برای بررسی برای مقایسه دو گروه در تعادل ایستا (برگ) و پویان (نشستن و برخاستن (TUG) در حالت بین گروهی رانشان می‌دهد

[Downloaded from shenakht.muk.ac.ir on 2026-06-27]

[DOI: 10.32598/shenakht.11.5.45]

جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس برای مقایسه دو گروه در آزمون تعادل ایستا و پویا در حالت بین گروهی

شاخص‌ها	آماره	مجموع مربعات	df	مجذور میانگین	F	p	اندازه اثر
تعادل ایستا (برگ)	پیش‌آزمون (کووریت)	۱۴/۴۰۳	۱	۱۴/۴۰۳	۱۰۴/۲۹۸	۰/۰۰۱	۰/۷۷۱
	گروه	۶/۹۱۶	۱	۶/۹۱۶	۵۰/۰۸۲	۰/۰۰۱	۰/۶۱۸
	خطا	۴/۲۸۱	۳۱	۰/۱۳۸	–	–	–
تعادل پویا نشستن و برخاستن	پیش‌آزمون (کووریت)	۶/۱۷۵	۱	۶/۱۷۵	۷۶/۹۹۴	۰/۰۰۱	۰/۷۱۳
	گروه	۲/۰۲۱	۱	۲/۰۲۱	۲۵/۱۹۴	۰/۰۰۱	۰/۴۴۸
	خطا	۲/۴۸۶	۳۱	۰/۰۸۰	–	–	–

همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود پس از تعدیل نمرات پیش‌آزمون در عملکرد تعادل ایستا، بین پس‌آزمون دو گروه تفاوت معنی‌دار وجود دارد (۰/۰۵> P،۵۰/۰۸۲= (۱، ۳۱)F). این بدان معناست که بین نمرات تعداد ایستادن بیماران اماس در گروه تمرینات نوروفیدبک و تحریک الکتریکی فرا جمجمه‌ای در ترکیب با تمرینات تعادلی تفاوت معناداری وجود دارد. با توجه به میانگین نمرات در پس‌آزمون نمرات تعادل در گروه نوروفیدبک و تمرینات تعادلی (۰/۷۵۶)۴۷/۴۱۰ بالاتر از تحریک الکتریکی فرا جمجمه‌ای و تمرینات تعادلی (۰/۷۷۱)۴۶/۴۸۴ بود. همچنین پس از تعدیل نمرات پیش‌آزمون در عملکرد تعادل ایستا، بین پس‌آزمون دو گروه تفاوت معنی‌دار وجود دارد (۰/۰۵> P،۲۵/۱۹۴= (۱، ۳۱)F). این بدان معناست که بین نمرات تعادل پویا بیماران ام اس در گروه تمرینات نوروفیدبک و تحریک الکتریکی فرا جمجمه‌ای در ترکیب با تمرینات تعادلی تفاوت معناداری وجود دارد. با توجه به میانگین نمرات در پس‌آزمون نمرات تعادل پویا در گروه نوروفیدبک و تمرینات تعادلی (۰/۴۷۸)۹/۰۰۷ بهتر از گروه تحریک الکتریکی فرا جمجمه‌ای و تمرینات تعادلی (۰/۵۵۸)۹/۵۳۴ بود

بحث

هدف این تحقیق مقایسه اثربخشی تمرینات نوروفیدبک و تحریک الکتریکی فرا جمجمه‌ای در ترکیب با تمرینات تعادلی بر تعادل بیماران اماس بود نتایج این تحقیق نشان داد که روش تمرینات نوروفیدبک و تحریک الکتریکی فرا جمجمه‌ای در ترکیب با تمرینات تعادلی بر تعادل پویا و ایستای بیماران اماس تأثیر مثبت و معناداری داشت و تفاوت معناداری بین تأثیر نوروفیدبک و تحریک الکتریکی فرا جمجمه‌ای بر تعادل وجود داشت و تأثیر تمرینات نورو فیدبک نسبت به فرا جمجمه‌ای بیشتر بود

در خصوص تأثیر نورفیدبک در ترکیب با تمرینات تعادلی فرانکل باید عنوان کرد که این نتایج با تحقیقات شهربانیان، هاشمی و حمایت‌طلب (۲۰۲۱)، رضایی و همکاران (۲۰۲۱)، پرز الویرا، اولترا-کوکارلا، کاروبلس، مولتو، فلورز[1] و همکاران[2] (۲۰۲۱)، میهارا، فوجیموتو، هاتوری، اوتومونه، کاجیما[3] و همکاران (۲۰۲۱) همسو و همخوان است.

1 Pérez-Elvira, Oltra-Cucarella, Carrobles, Moltó & Flórez
2 Pérez-Elvira
3 Mihara, Fujimoto, Hattori, Otomune &Kajiyama

[Downloaded from shenakht.muk.ac.ir on 2026-06-27]

[DOI: 10.32598/shenakht.11.5.45]

در تفسیر این بخش از تحقیق می‌توان عنوان داشت که در طول تمرینات نوروفیدبک، با افزایش فعالیت در امواج مغزی، مغز به تدریج یاد می‌گیرد که در یک زمان خاص به علائم خاصی پاسخ دهد. از طریق خود تنظیمی مغز، فرد یاد می‌گیرد که به طور داوطلبانه بر عملکرد سیستم خودکار مؤثر در تعادل تأثیر بگذارد و قدرت کنترل خود را بر آن‌ها افزایش دهد و در نتیجه تعادل بیماران را بهبود بخشد. نوروفیدبک از طریق هماهنگی امواج درگیر در سیستم‌های مؤثر در تعادل، بینایی دهلیزی و مخچه ممکن است باعث افزایش تعادل شود (پرز الویرا و همکاران ۲۰۲۱). انتظار می‌رود که ویژگی‌های ماده خاکستری و سفید مغز نتیجه برنامه‌های نوروفیدبک را نشان دهند. با ارتباطات شبکه عصبی بیشتر در طول تمرینات نوروفیدبک، به نظر می‌رسد تعادل‌های ایستا و پویا (به عنوان یک عملکرد پیچیده حرکتی) بهبود یابد. به عنوان مثال شهربانیان و همکاران (۲۰۲۱) بر کارایی تمرین نوروفیدبک بر ثبات قامت و کاهش خطر افتادن در سالمندان زن تأکید. دارند همچنین رضایی و همکاران (۲۰۲۱) نشان دادند که تعادل ایستا و تعادل پویای سالمندان سالم پس از تمرین نوروفیدبک به طور قابل توجهی بهبود می‌یابد علاوه بر، این خطر سقوط پس از تمرین به طور قابل توجهی کاهش یافت. همچنین میهارا و همکاران (۲۰۲۱) نشان دادند که گروه تمرین نوروفیدبک در مقایسه با گروه تصویرسازی حرکتی حتی پس از همپراشی متغیرهای مداخله‌گر بهبود بیشتری در آزمون TUG نشان دادند. پرز الویرا و همکاران (۲۰۲۱) نیز نشان دادند که تمرینات نوروفیدبک باعث افزایش ریتم حرکتی می‌گردد. می‌توان استنباط کرد که طی فرآیند درمانی نوروفیدبک سرکوب تا سبب کاهش خواب‌آلودگی و درخودفرورفتگی فرد می‌شود، با افزایش هوشیاری سیستم عصبی مرکزی در سطح قشری موجب تمرکز بر فرایندهای حل مسئله و توجه مستمرتری بر انجام فعالیت ارادی می‌شود. در نتیجه فرد می‌تواند به‌طور ارادی، با تسلط بهتری بر عضلات نگهدارنده قامت، تعادل خودش را کنترل کند.

همچنین تأثیر روش تمرینی نوروفیدبک و تمرینات فرانکل بر تعادل را احتمالا می‌توان چنین تفسیر کرد که فرد حین تمرین با افزایش فعالیت در موج بتا تقویت می‌شد، به تدریج مغز و به دنبال آن فرد یاد می‌گیرد که به علائم خاصی پاسخ دهد؛ به عبارت دیگر فرد با یادگیری از شیوه آگاهی خود نسبت به آنچه در مغزش روی می‌داد به طور ارادی بر عملکرد سیستم خودکار مؤثر در تعادل تأثیر گذاشته و قدرت کنترل خود را بر آن‌ها افزایش داده و بدین طریق تعادل بیماران بهبود یافت. با توجه به اینکه تمرینات تعادلی فرانکل به هر دو عامل سیستم عضلانی و عصبی بستگی دارد در برطرف کردن مشکلات تعادلی پدیدآمده، مفید است. نوروفیدبک هم با استفاده از بازداری یا تقویت فعالیت امواج مغزی منجر به تغییر در عملکرد شده و باعث دستیابی به بازیابی بلندمدت کارکرد مغز می‌شود. در نتیجه فرد را به اجرای مطلوب نزدیک می‌سازد.

در خصوص تأثیر تحریک فرا جمجمه‌ای در ترکیب با تمرینات تعادلی نیز باید عنوان کرد که این نتایج با نتایج تحقیقات پورتلیت، هسیه، کرسول، آئو، ماینزر[1] (۲۰۱۸)، اولدراتی، دنیس، شوتر[2] (۲۰۱۷) گریکو، اولیویرا،

1 Poortvliet, Hsieh, Cresswell, Au & Meinzer
2 Oldrati, Dennis & Schutter

[Downloaded from shenakht.muk.ac.ir on 2026-06-27]

[DOI: 10.32598/shenakht.11.5.45]

دوارته، لیما، زانون، فرگنی[1] (۲۰۱۶) همسو و همخوان است.

بر اساس تحقیقات انجام شده از علل اختلال تعادل در بیماران اماس دمیلینیشن در مخچه می‌باشد (کامرون، نیلساگارد، ۲۰۱۸). کنترل تعادل و راه رفتن که توسط مخچه انجام می‌شود به یکدیگر وابسته هستند و نمی‌توان آن ها را جداگانه در نظر گرفت و این اختلال تعادل منجر به زمین خوردن بیمار نیز می‌شود. پورتولیت و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند تحریک مخچه می‌تواند موجب بهبود ریکاوری پاسچر در پاسخ به اختلالات مکرر قامتی در افراد جوان سالم شود. نتایج تحقیق گریکو و همکاران (۲۰۱۶) نشان می‌دهد تحریک آندی مخچه همراه با تمرینات تردمیل موجب بهبود تعادل کودکان با آتاکسی فلج مغزی شد و اثرات آن تا یک ماه بعد حفظ گردید. تعادل و ثبات وضعیتی توسط تعامل نخاع، مکانیسم‌های عصبی نخاع، قشر فوق نخاعی و زیر قشری پشتیبانی می‌شود که در میان آن‌ها مخچه با تنظیم مناسب برنامه‌های حرکتی در سازگاری کنترل حرکتی شرکت دارد.

اثرات فیزیولوژیکی توسط تحریک مخچه به‌طور عمده باعث تغییرات کارکردی در خود مخچه می‌شود. مسیرهای ماده سفید مخچه‌ای اتصالات اولیه مخچه به مناطق دیگر مغز است و بخش ورمیس مخچه به‌طور قابل‌توجهی در کنترل عضلات محوری که نقش مهمی در تعادل و کنترل پاسچر ایفا می‌کند، درگیر می‌شود (سولیس- اسکالنت، فان در کرویسن، دی کم، ون کوردلار، ویردستاین، شوتن[2] و همکاران، ۲۰۱۹). ممکن است تحریک آندی مخچه موجب بهبود کارکرد ورمیس یا مسیرهای ماده سفید از طریق افزایش فعالیت سلول‌های پورکنژ شود. فعال‌سازی سلول‌های پورکنژ، نورون‌های هسته‌ای مخچه را برای تولید داده حرکتی مناسب و سرکوب فعالیت ناخواسته مهار می‌کند. از سوی دیگر می‌توان گفت که تحریک مخچه می‌تواند در پولاریزاسیون غشای سلول پورکنژ و دیگر نورون‌ها، فیبرها و سلول گلیا تأثیر بگذارد و کارکردهای مخچه را تغییر دهد. برحسب شواهد مخچه ارتباطات توانمندی با مناطق مهم دیگر مغز از جمله ساقه مغز، مغز میانی و قشر مغز دارد که منجر به مشارکت قابل توجهی در کنترل تکالیف شناختی و حرکتی، تعادل و کنترل پاسچر انسان می‌شود (زندولیت، مسکرز، کواکل، ون وگن[3]، ۲۰۱۸). به نظر می‌رسد تحریک فرا جمجمه‌ای مخچه موجب تعدیل اتصال قشر حرکتی مخچه‌ای شده که اثرات مثبتی را در فرایندهای شناختی، حرکتی و کنترل پاسچر می‌گذارد. بطور کلی می‌توان گفت تحریک الکتریکی مغز می‌تواند موجب تغییر شکل‌پذیری عصبی شود که احتمال دارد این موضوع با تغییرات اتصالات عملکردی در مغز انسان مرتبط باشد. این موضوع سبب می‌شود جریان خون مغزی در ناحیه تحریک‌شده توزیع شود و در آن ناحیه جریان خون بیشتری جریان پیدا کند و هموگلوبین در ناحیه‌ای که ارتباط در آن تقویت شده، افزایش یابد. این موضوع موجب عملکرد بهتر نسبت به محرک خارجی شده؛ بنابراین تعادل فرد نیز به دنبال این فعل‌وانفعالات افزایش می‌یابد. همچنین تحریک الکتریکی مستقیم مغز در ناحیه مخچه می‌تواند بر پتانسیل غشای سلول‌های گلیال و درنتیجه تعادل انتقال‌دهنده‌های

1 Grecco, Oliveira, Duarte, Lima, Zanon & Fregni
2 Solis-Escalante, van der Cruijsen, de Kam, van Kordelaar & Weerdesteyn
3 Zandvliet, Meskers, Kwakkel &van Wegen

[Downloaded from shenakht.muk.ac.ir on 2026-06-27]
[DOI: 10.32598/shenakht.11.5.45]

عصبی تأثیرگذار باشد. این تغییر شبیه آن چیزی است که به طور فیزیولوژیکی در آستروسیت‌ها حین فعال‌سازی سلول‌های عصبی مشاهده می‌شود (تاکای، تسوباکی، سوگاوارا، میاگوچی، اویاناگی و ماتسوموتو[1]،۲۰۱۶).

در خصوص برتری عملکرد گروه نورو فیدبک نسبت به گروه تحریک فرا جمجمه‌ای باید عنوان کرد در روش درمانی نوروفیدیک، مغز می‌آموزد که با انعکاس فعالیت‌های جاری، برای انجام یک تکلیف خاص، به چه چینشی از امواج مغزی و در چه زمان خاصی، نیاز دارد. در حقیقت مغز با فیدبک‌هایی (بازخورد) که از بدن و محیط اطراف خود می‌گیرد، به کنترل و تنظیم کارکردهای مختلف جسمی و روانی و تعامل با محیط می‌پردازد. نوروفیدبک به مغز کمک می‌کند تا یاد بگیرد چطور خود را تنظیم و نواقص عملکردی‌اش را برطرف کند. در واقع با روش درمانی نوروفیدبک مهارت‌های جدیدی را فرا گرفته می‌شود، مهارت‌هایی که فرد و مغز او را بیش از پیش توانمند می‌سازد؛ اما در روش تحریک فرا جمجمه‌ای در روش درمانی tDCS نواحی خاصی از مغز را تحریک می‌کنند که این کار می‌تواند اثرات درمانی بر جای بگذارد. از سوی دیگر می‌توان گفت که ازآنجایی‌که برنامه تعادلی روی نواحی O_1-O_2 کار می‌کند و این نواحی در مجاورت نواحی پردازش بینایی (نواحی ۱۷–۱۸ برودمن) قرار دارند، نظریه مطرح این است که بهبود عملکرد در مجاورت نواحی ۱۷–۱۸ برودمن موجب بهبود هدایت بینایی برای مخچه می‌شود. از طرف دیگر این نواحی در تحلیل حرکت، وضعیت، جهت‌دهی و درک عمق درگیر هستند. مخچه از نشانه‌های بینایی این نواحی استفاده می‌کند و آن‌ها را با برون‌دادهای حرکتی خود یکپارچه می‌سازد. منطقه O_1-O_2 در جمجمه نزدیک‌ترین فاصله را با مخچه و مسیرهای ساقه مغز و مغز میانی دارد. مخچه به عنوان مرکز هماهنگ‌کردن حرکات تعادلی در بدن، ساقه مغز و مغز میانی به عنوان مسیرهای انتقالی پیام‌های حرکتی به سلول‌های هرمی همگی نقش مهمی در ایجاد پالس‌های مناسب حرکتی برای برقراری تعادل در بدن بازی می‌کنند (آذرپیکان و همکاران، ۲۰۱۴؛ هاموند و همکاران، ۲۰۰۷). به نظر می‌رسد قرارگیری الکترودها در منطقه O_1-O_2 در برقراری امواج مناسب مغزی و یکپارچه‌کردن اطلاعات دریافتی از مراکز ذکرشده، برای ایجاد تعادل بهتر در بیماران ام اس نقش مناسب‌تری را بازی کرده است.

نتیجه‌گیری

با توجه به تأثیرگذاری بیشتر تمرینات نوروفیدبک نسبت به تحریک الکتریکی فرا جمجمه‌ای پیشنهاد می‌شود مربیان و روانشناسان ورزشی، مربیان توانبخشی و مددکاران از مداخلات نوروفیدبک همراه با تمرینات تعادلی برای بهبود کیفیت زندگی و پیشگیری از آسیب‌های جسمی و روانی این بیماران بهره ببرند. پژوهش حاضر دارای محدودیت‌هایی بود. اول اینکه که پژوهش‌های انجام شده تا به حال در این زمینه کم بوده است و این موضوع، تعمیم یافته‌ها را سخت خواهد کرد. همچنین چون جامعه مورد نظر در این پژوهش بیماران ۲۵ تا ۴۰ ساله مبتلابه ام اس از نوع عود کننده – بهبود یابنده، بود، تعمیم آن به سایر سطوح و سنین دیگر باید با احتیاط صورت گیرد. یکی دیگر از محدودیت این تحقیق محدود بودن این تحقیق به یک مرکز تخصصی آموزشی درمانی شهر ارومیه بود. پیشنهاد می‌شود که پژوهشگران

1 Takai, Tsubaki, Sugawara, Miyaguchi, Oyanagi & Matsumoto

[Downloaded from shenakht.muk.ac.ir on 2026-06-27]

[DOI: 10.32598/shenakht.11.5.45]

آتی از سایر تمرینات تعادلی استفاده کنند، همچنین پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده این تمرینات را در میان بیماران با دامنه سنی کمتر از ۲۵ سال یا بیشتر از ۴۰ سال و به تفکیک جنسیت شرکت‌کنندگان بررسی کنند

سپاسگزاری

این مقاله یک مطالعه مستقل میرجواد مجرد آذر قره‌باغی، رشته رفتار حرکتی با همکاری دکتر جلال دهقانی زاده، دکتر بهزاد بهزادنیا و سرکار خانم سیده فرشته مدرسی از اعضا هیئت علمی دانشگاه ارومیه و تبریز است که با کد IR.SSRI.REC.1400.1090 کمیته اخلاق پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی ثبت شده است. بدین وسیله از همه بیماران مبتلا به ام اس که در این پژوهش شرکت کردند تشکر و قدردانی می‌شود. نویسندگان مقاله حاضر هیچ‌گونه تضاد منافع و منبع مالی نداشتند.

References

Azami M, Yektakooshali MH, Shohani M, Khorshidi A, Mahmudi L. (2019). Epidemiology of multiple sclerosis in Iran: A systematic review and meta-analysis. PLoS ONE, 14(4), e0214738. (In Persian)

Azarpaikan A, Torbati HT, Sohrabi M. (2014). Neurofeedback and physical balance in Parkinson's patients. Gait Posture, 40,177-81. (In Persian)

Biazus-Sehn LF, Schuch FB, Firth J, de Souza Stigger F. (2020). Effects of physical exercise on cognitive function of older adults wh mild cognitive impairment: a systematic review and metaanalysis. Archives of Gerontology and Geriatrics,89(10),40-48.

Callesen J, Cattaneo D, Brincks J, Kjeldgaard Jørgensen ML, Dalgas U. (2019). How do resistance training and balance and motor control training affect gait performance and fatigue impact in people with multiple sclerosis? A randomized controlled multi-center study. Multiple Sclerosis,26(11),1420–32.

Cameron MH, Nilsagard Y. (2018). Balance, gait, and falls in multiple sclerosis. Handb Clin Neurol,159, 237–50.

Carling A, Forsberg A, Gunnarsson M, Nilsagard Y. (2017). CoDuSe group exercise programme improves balance and reduces falls in people with multiple sclerosis: a multi-Centre, randomized, controlled pilot study. Mult Scler J, 23(10),1394–404.

Cole CR, Foody JM, Blackstone EH, Lauer MS. (2000). Heart rate recovery after submaximal exercise testing as a predictor of mortality in a cardiovascularly healthy cohort. Annals of internal medicine, 4,132(7),552-5.

Filippi M, Bar-Or A, Piehl F, Preziosa P, Solari A, Vukusic S. (2018). Multiple sclerosis. Nat Rev Dis Prim,4(1),43.

Ghasemi N, Razavi S, Nikzad E. (2017). Multiple sclerosis: pathogenesis, symptoms, diagnoses and cell-based therapy. Cell J, 19,1–10. (In Persian)

Grecco LA, Oliveira C, Duarte NA, Lima VLCC, Zanon N, Fregni F. (2016). Cerebellar transcranial direct current stimulationin children with ataxic cerebral palsy.pdf. Dev Neurorehabil.

Gunn H, Markevics S, Haas B, Marsden J, Freeman J. (2015). Systematic review: the effectiveness of interventions to reduce falls and improve balance in adults with multiple sclerosis. Arch Phys Med Rehabil, 96(10),1898–912.

Hammond DC. (2005). Neurofeedback to improve physical balance, incontinence, and swallowing. J Neurother, 9,27-36

Hammond DC. (2007). Neurofeedback for the enhancement of athletic performance and physical balance. The Journal of the American Board of Sport Psychology, 1,1-9.

Hammond DC. (2011). What is neurofeedback: An update. J Neurother, 15,305-36.

[Downloaded from shenakht.muk.ac.ir on 2026-06-27]

[DOI: 10.32598/shenakht.11.5.45]

Hiew S, Nguemeni C, Zeller D. (2021). Efficacy of transcranial direct current stimulation in people with multiple sclerosis: A review. Eur. J. Neurol, 29:648–664,

Horak FB. (2006). Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? Age Ageing,35 Suppl 2: ii7–ii11.

Iodice R, Manganelli F, Dubbioso R. (2017). The therapeutic use of non-invasive brain stimulation in multiple sclerosis-a review. Restor. Neurol. Neurosci, 35,497–509

Jouven X, Empana JP, Schwartz PJ, Desnos M, Courbon D, Ducimetière P. (2005). Heart-rate profile during exercise as a predictor of sudden death. New England journal of medicine, 12,352(19),1951-8.

Kaminski E, Hoff M, Rjosk V, Steele CJ, Gundlach C, Sehm B, et al. (2017). Anodal transcranial direct current stimulation does not facilitate dynamic balance task learning in healthy old adults. Frontiers in human neuroscience, 11,16.

Kannel WB, Kannel C, Paffenbarger Jr RS, Cupples LA. (1987). Heart rate and cardiovascular mortality: The Framingham Study. American heart journal, 1,113(6),1489-94.

Koorania F, Foroughipour M, Khosravi A. (2018). Association of disability with urinary and sexual dysfunction in patients with multiple sclerosis. Iranian Journal of Obstetrics, Gynecology and Infertility,20(11),39-46.

Marotta N, de Sire A, Marinaro C, Moggio L, Inzitari MT, Russo I, Tasselli A, Paolucci T, Valentino P, Ammendolia A. (2022). Efficacy of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on Balance and Gait in Multiple Sclerosis Patients: A Machine Learning Approach. J. Clin. Med, 11, 3505.

Messner B, Bernhard D. (2014). Smoking and cardiovascular disease: mechanisms of endothelial dysfunction and early atherogenesis. Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology,34(3),509-15.

Mihara M, Fujimoto H, Hattori N, Otomune H, Kajiyama Y, Konaka K, Watanabe Y, Hiramatsu Y, Sunada Y, Miyai I, & Mochizuki H. (2021). Effect of neurofeedback facilitation on poststroke gait and balance recovery: A randomized controlled trial. Neurology, 96(21), 2587- 2598.

Moghtaderi A, Shahidi-Pourakbari M, Izadi Sh, Khosravi A, Hashemzehi Z. (2023). Ongoing increase in incidence and prevalence of multiple sclerosis in south-eastern Iran: A three-decade study. Multiple Sclerosis and Related Disorders, 71, 104557. (In Persian)

Mojarad Azar Gharabaghi MJ, & Dehghanizadeh J. (2021). The effectiveness of a period of brain gym exercises on the balance and inhibitory control in the elderly with mild cognitive impairment. Aging Psychology, 7(3), 211-228.

Oldrati V, Dennis J, Schutter L. (2018). Targeting the human cerebellum with transcranial direct current simulation to modulate behavior: a meta-analysis. Cerebellum, 17(2), 228–236.

Paul M, Ganesan S, Sandhu JS, Simon JV. (2012). Effect of Sensory Motor Rhythm Neurofeedback on Psycho-physiological, Electro-encephalographic Measures and Performance of Archery Players. Ibnosina Journal of Medicine & Biomedical Sciences, 4(2),32-39.

Pérez-Elvira R, Oltra-Cucarella J, Carrobles JA, Moltó J, Flórez M, Parra S, Agudo M, Saez C, Guarino S, Costea RM, & Neamtu B. (2021). Enhancing the effects of neurofeedback training: The motivational value of the reinforcers. Brain Sciences, 11(4),457.

Pilloni G, Choi C, Coghe G, Cocco E, Krupp LB, Pau M, Charvet LE. (2020). Gait and Functional Mobility in Multiple Sclerosis: Immediate Effects of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) Paired with Aerobic Exercise. Front. Neurol, 11,310. (A).

Poortvliet P, Hsieh B, Cresswell A, Au J, Meinzer M. (2018). Cer ebellar transcranial direct current stimulation improves adaptive postural control. Clin Neurophysiol, 129(1), 33–41

Pourabadei P, Amraei K, Mahmoodkhani M, Ghazanfari F (2024). Effectiveness of interventions of cognitive training, cranial electrical stimulation (CES) and their combination on attention and delayed memory of patients with mild cognitive impairment (MCI). Shenakht

[Downloaded from shenakht.muk.ac.ir on 2026-06-27]

[DOI: 10.32598/shenakht.11.5.45]

Journal of Psychology and Psychiatry, 11 (4),49-63. (In Persian)

Rezaei K, Nami M, Sinaei E, Bagheri Z & Yoosefinejad AK. (2021). A comparison between effects of neurofeedback and balance exercise on balance of healthy older adults. Journal of Biomedical Physics & Engineering, 11(6), 713-722. (In Persian)

Scholz M, Haase R, Trentzsch K, Weidemann ML, Ziemssen T. (2021). Fear of falling and falls in people with multiple sclerosis: a literature review Mult. Scler. Relat. Disord, 47, 102609.

Shahrbanian S, Hashemi A, & Hemayattalab R. (2021). The comparison of the effects of physical activity and neurofeedback training on postural stability and risk of fall in elderly women: A single-blind randomized controlled trial. Physiotherapy Theory and Practice, 37(2), 271-278. (In Persian).

Solis-Escalante T, van der Cruijsen J, de Kam D, van Kordelaar J, Weerdesteyn V, Schouten AC. (2019). Cortical dynamics during preparation and execution of reactive balance responses with distinct postural demands. NeuroImage,188, 557-71.

Sosnoff JJ, Socie MJ, Boes MK, Sandroff BM, Pula JH, Suh Y, et al. (2011). Mobility, balance and falls in persons with multiple sclerosis. PLoS ONE, 6, e28021.

Srivastava R, Blackstone EH, Lauer MS. (2000). Association of smoking with abnormal exercise heart rate responses and long-term prognosis in a healthy, population-based cohort. The American journal of medicine, 28,109(1),20-6.

Taheri H, Teymuri E, Saberi Kakhki A. (2020). The Effect of Cerebellar transcranial direct current stimulation on fall risk and walking speed in women with multiple sclerosis. medical journal of mashhad university of medical sciences, 63(1), 2121-2129. (In Persian)

Takai H, Tsubaki A, Sugawara K, Miyaguchi Sh, Oyanagi K, Matsumoto T, et al. (2016). Effect of transcranial direct current stimulation over the primary motor cortex on cerebral blood flow: A time course study using near-infrared spectroscopy. In: Elwell CE, Leung TS, Harrison DK, editors. Oxygen Transport to Tissue XXXVII. Advances in Experimental Medicine and Biology. 876. New York, NY: Springer. p. 335-341.

Walton C, King R, Rechtman L, Kaye W, Leray E, Ann Marrie R, Robertson N, La Rocca N, Uitdehaag B, Van der Mei I, Wallin M, Helme A, Angood Napier C, Rijke N, Bane P. (2020). Rising prevalence of multiple sclerosis worldwide: Insights from the Atlas of MS, third edition. Mult Scler, 26(14),1816–1821.

Yousefi Afrashte M, Khanahmady F, Masoumi S. The effectiveness of neurofeedback in reducing attention deficit and aggression in children aged 7-9 years. Shenakht Journal of Psychology and Psychiatry. 2021; 8 (3): 52-62. (In Persian)

Zandvliet SB, Meskers CGM, Kwakkel G, van Wegen EEH. (2018). Short-term efects of cerebellar tdcs on standing balance performance in patients with chronic stroke and healthy age-matched elderly. The Cerebellum, 17(5),575–89.

[Downloaded from shenakht.muk.ac.ir on 2026-06-27]

[DOI: 10.32598/shenakht.11.5.45]