The Effect of Transcranial Direct Stimulation on Balance in Men with Schizophrenic and Depressive Disorder

Razieh Khanmohammadi[1], Mahmood Sheikh[1*], Fazlolah Bagherzadeh[1], Davood Hoomanian[1], Daryoosh Khajavi[2]

[1]Department of Motor Behavior, University of Tehran, Tehran, Iran
[2]Department of Motor Behavior, Arak University, Arak, Iran

Article Info:

Received: **19 Dec 2019** ***Revised:*** **8 Apr 2020** ***Accepted*****: 22 Sep 2020**

ABSTRACT

Introduction: Rehabilitation interventions contribute to the recovery of impaired postural control. A promising strategy to improve the efficacy of rehabilitation is transcranial direct current stimulation. We investigated whether stimulating the primary motor cortex using transcranial direct current stimulation could affect postural control in schizophrenia patients with depression. ***Materials and Methods:*** 21 men with schizophrenia and depression (mean age: 48±11/9) were selected based on inclusion and exclusion criteria and were homogeneously assigned to the stimulation and control groups. The transcranial direct current stimulation group received 2 mA stimulation for 15 min during 12 weeks over the right and left primary motor cortices. Data of the pre-and post-test studies of standing on the dominant leg with opened and closed eyes were collected. ***Results:*** Significant differences in static balance with opened and closed eyes and dynamic balance were observed between the experimental and control groups. ***Conclusion:*** The results provide preliminary evidence indicating that transcranial direct current stimulation of the primary cortex is a safe non-invasive tool to improve s tatic balance in schizophrenia patients with depression.

Keywords:

1. Schizophrenia
2. Transcranial Direct Current Stimulation
3. Depression

***Corresponding Author:** Mahmood Sheikh

E-mail: *prosheikh@yahoo.com*

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.52547/shefa.9.1.56]

اثربخشی تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای بر تعادل بیماران اسکیزوفرنی مرد با اختلال افسردگی

راضیه خانمحمدی[۱]، محمود شیخ[۱*]، فضل‌الله باقرزاده[۱]، داود حومنیان[۱]، داریوش خواجوی[۲]

[۱]گروه رفتار حرکتی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
[۲]گروه رفتار حرکتی ، دانشگاه اراک، اراک، ایران

اطلاعات مقاله:
دریافت: ۲۸ آذر ۱۳۹۸ **اصلاحیه:** ۲۰ فروردین ۱۳۹۹ **پذیرش:** ۱ مهر ۱۳۹۹

چکیده

مقدمه: مداخلات توانبخشی در بهبود اختلالات کنترل قامتی نقش دارند، اما بهینه سازی اثربخشی این مداخلات در اولویت قرار دارد . یک راهبرد امیدوارکننده ممکن است تحریک ما بررسی کردیم که آیا تحریک قشر حرکتی اولیه با استفاده از باشد. مستقیم الکتریکی مغز تحریک مستقیم الکتریکی مغز از روی جمجمه می‌تواند بر کنترل تعادل در بیماران اسکیزوفرنی در این مطالعهٔ نیمه تجربی **:** مرد با اختلال افسردگی تأثیر داشته باشد. ***مواد و روش‌ها*** ۲۱ بیمار اسکیزوفرنی مرد با اختلال افسردگی با میانگین سنی (۱۱/۹۳±۴۸/۰۰سال) و بر اساس معیارهای ورود و خروج انتخاب شده و به صورت همگن در دو گروه تحریک و کنترل گروه تحریک مستقیم الکتریکی مغز، تحریک با شدت ۲ میلی آمپر به مدت قرار گرفتند. ۱۵ دقیقه در ناحیهٔ قشر حرکتی اولیهٔ نیمکرهٔ راست و چپ در طول ۱۲هفته برای هر نقطه ایستادن روی آزمون دریافت کردند. داده‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون به دست‌آمده از طریق و آزمون برخاستن و حرکت کردن زمان‌دار با استفاده از آزمون پای برتر با چشمان باز و بسته تحلیل کواریانس تجزیه و تحلیل شد. ***یافته‌ها:*** یافته‌ها نشان داد دو گروه در تعادل ایستا با چشم باز و بسته و تعادل پویا تفاوت معناداری با یکدیگر داشتند. ***نتیجه‌گیری:*** این نتایج شواهدی فراهم می‌آورد که نشان می‌دهد تحریک مستقیم الکتریکی مغز، یک ابزار غیرتهاجمی ایمن برای بهبود تعادل ایستا است، هنگامی‌که قشر حرکتی اولیه مورد تحریک قرار بگیرد.

واژه‌های کلیدی:
۱. اسکیزوفرنی
۲. تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای
۳. افسردگی

***نویسنده مسئول:** محمود شیخ

پست الکترونیک: *prosheikh@yahoo.com*

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.52547/shefa.9.1.56]

مقدمه

امروزه اختلالات روانی به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین مشکلات جوامع بشری بوده و از میان اختلالات روانی، سایکوزها و بالاخص اسکیزوفرنی یکی از چالش‌های دولت به سبب هزینه‌ها و پیامدهای آن می‌باشد (۱).

فرضیهٔ تسریع پیری[1] در بیماران اسکیزوفرنی توسط کریک و همکاران ۲۰۰۷، پیشنهاد شد. بر اساس این فرضیه، تغییرات فیزیولوژیکی با افزایش سن در بیماران اسکیزوفرنی در مقایسه با جمعیت عمومی در سن پایین‌تری رخ می‌دهد (۲). یکی از پیامدهای تغییرات فیزیولوژیکی مرتبط با سن سستی و ناتوانی در بیماران اسکیزوفرنی است (۳). سستی باعث افتادن بیماران، بستری شدن در بیمارستان، ناتوانی و مرگ می‌شود (۴). تسای و همکاران ۲۰۱۸ ، در مطالعه‌ای نشان دادند سستی در بیماران اسکیزوفرنی شایع است (۳). بیماران اسکیزوفرنی، فعالیت بدنی اندک، کاهش در تودهٔ استخوانی دارند و داروهای ضد روان‌پریشی مصرف می‌کنند که همهٔ این موارد، عوامل بالقوه برای افتادن و افزایش خطر شکستگی به حساب می‌آیند (۵). افتادن و شکستگی یک مسئلهٔ نگران کنندهٔ مهم در بیماران اسکیزوفرنی است که باعث کاهش کیفیت زندگی، آسیب و مرگ و میر می‌شود (۳). ناتوانی در حفظ تعادل یکی از عوامل اصلی افتادن است (۶). اختلالات هماهنگی حرکتی در بیماران اسکیزوفرنی وجود دارد. یک نوع خاص از اختلال حرکتی دیده شده در اسکیزوفرنی کاهش کنترل قامت و تعادل است (۷)،مارول و همکاران ۲۰۰۴، در مطالعه‌ای ۳۶ بیمار اسکیزوفرنی را با ۳۶ فرد سالم همسن در تاب بدن مقایسه کردند. نتایج آنها نشان داد بیماران مبتلا به اسکیزوفرنی تاب بدنی بیشتری در مقایسه با گروه کنترل نشان دادند (۸).

وجود اختلالات ساختاری در کرمینهٔ مخچه در بیماران اسکیزوفرنی می‌تواند آسیب شناختی اساسی برای اختلال در تعادل و کنترل قامت را تبیین کند (۸). یکی دیگر از دلایل اختلال حرکتی در بیماران اسکیزوفرنی ، نقص در سیستم گابائرژیک و بدکارکردی میانجی عصبی گابا می باشد (۹). نورثف وهمکاران ۱۹۹۹ کاهش در حجم گابا در قشر حرکتی اولیه و قشر مکمل حرکتی در بیماران کاتاتونیک اسکیزوفرنی را گزارش کردند (۱۰).

برخی مطالعات کاهش فعالیت در قشر مکمل حرکتی و قشر حرکتی اولیه را در تکالیف حرکتی دست نشان دادند (۱۱). از طرفی افسردگی یکی از مشکلات رایج در بیماران مبتلا به اسکیزوفرنی است (۱۲). افسردگی خطر افتادن را افزایش می‌دهد (۱۳). علاوه بر این تغییراتی در نواحی مختلف مغز برای مثال، تغییر در عقده‌های قاعده‌ای در این بیماران مشاهده شده است (۱۴).

به‌علاوه اختلال در عقده‌های قاعده‌ای باعث تغییراتی در فعالیت‌های حرکتی پایه مانند حفظ ثبات قامتی می‌شود. عقده‌های قاعده‌ای نقش مهمی در فعالیت‌های حرکتی غیرارادی مانند حفظ قامت دارد (۱۵). با این حال مراقبت‌های رایج بیماران روانی، درمان‌های دارویی است که خطر افتادن را افزایش می‌دهد (۱۶).

در اسکیزوفرن‌ها، ضد سایکوزها یا نورولپتیک‌های سنتی، گیرندهٔ دوپامینی را مسدود می‌کنند و علایم مثبت اسکیزوفرنی (مانند توهم، خیالات باطل و اختلال تفکر) را تخفیف می‌دهند. این علایم مثبت به واسطهٔ زیادی دوپامین در مسیر مزولیمبیک ایجاد می‌شوند.

نورولپتیک‌ها، گیرنده‌های دوپامین را در مسیر نیگرواستریاتال و توبرواینفوندیبولار در مغز نیز مسدود می‌کنند و به ترتیب منجر به بروز عوارض جانبی مانند اختلالات حرکتی و هایپرپرولاکتینمی می‌شوند (۱۷). از تحریک مغز به‌عنوان ابزاری برای ایجاد ارتباط عملکردی مناطق مغزی با رفتار حرکتی و تسهیل فعالیت در مناطق خاص به‌منظور بهبود نتایج حرکتی استفاده شده است. از این رو یک راهبرد درمانی می‌تواند ترمیم این تغییرات با استفاده از تکنیک عصبی مانند تحریک مستقیم الکتریکی مغز از روی جمجمه (tDCS)[2] باشد. در این راستا، یک سری از مطالعات از تحریک آندی tDCS به‌عنوان یک روش تعدیل کننده عصبی غیر تهاجمی برای بهبود تعادل استفاده کرده‌اند. پیشینهٔ اثرات tDCS بر رفتار حرکتی در ابتدا بر نقش قشرحرکتی اولیه متمرکز شده است که تحریک آندی tDCS بر قشرحرکتی اولیه نشان دهندهٔ افزایش تحریک‌پذیری قشری نخاعی تا ۹۰ دقیقه بعد از تحریک است (۱۸).

از لحاظ اثرات رفتاری، این با سازگاری حرکتی مرتبط شده است (۱۹). این نشان می‌دهد که تحریک آندی tDCS بر قشرحرکتی اولیه با تقویت طولانی مدت عصبی فیزیولوژیکی همراه است و انعطاف پذیری مغزی را تغییر می‌دهد (۲۰).M1 در کنترل قامت نقش دارد زیرا در شبکهٔ قشر پیشانی –عقده‌های قاعده‌ای قرار گرفته است (۲۱). دوتا و هی ۲۰۱۲، نشان دادند تحریک آنلاین آندی tDCS بر قشر حرکتی، ثبات قامتی ایستا با چشم‌های بسته را در بزرگسالان جوان بهبود بخشد (۲۲). کاسکی و همکاران ۲۰۱۳ دریافتند ترکیب تحریک آنلاین آندی tDCS بر قشر حرکتی اولیه و تمرین تعادلی باعث بهبود تعادل می‌شود (۲۳). سو و همکاران ۲۰۱۳ تأثیر آندی tDCS را در بیماران همی‌پلژی بررسی کردند. نتایج آنها حاکی از بهبود تعادل با چشم باز و بسته بعد از ۲ جلسه ۱۰ دقیقه‌ای تحریک بود (۲۴). در واقع نتایج آنها افزایش در قدرت عضلات اندام تحتانی و در نتیجه بهبود تعادل را نشان داد. ورهیدن

[1] Accelerated aging hypothesis
[2] transcranial direct current stimulation

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-11-05]
[DOI: 10.52547/shefa.9.1.56]

و همکاران ۲۰۱۳، اثر فوری تحریک آندی tDCS بر قشر حرکتی اولیهٔ نیمکرهٔ غالب را بررسی کردند. آن‌ها بهبود در تعادل را نشان دادند (۲۵). دارته و همکاران ۲۰۱۴ نشان دادند ترکیب تمرین راه رفتن روی تردمیل به همراه تحریک آنلاین آندی tDCS بر قشر حرکتی اولیه در کودکان فلج مغزی باعث بهبود تعادل ایستا با چشمان باز و بسته شد (۲۶). کریگ و دوماس ۲۰۱۷، اثر آندی tDCS را بر مخچه و قشر حرکتی در بزرگسالان مسن و جوان بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد تأثیر تحریک بر کنترل قامتی حداقل بود و به شدت بین گروه‌های سنی و شرایط بینایی و اندازه‌های قامتی، متفاوت بود و هیچ اثری از تحریک روی تحریک‌پذیری قشری نخاعی وجود نداشت (۲۷). یوسفی و همکاران ۲۰۱۸، در مطالعه‌ای تأثیر تحریک آندی tDCS به‌همراه تمرین تعادلی روی تعادل سالمندان با ترس از افتادن بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد تحریک آندی tDCS بر قشر حرکتی و نیز بر مخچه همزمان با تمرین تعادلی باعث بهبود تعادل می‌شود (۲۸). نهایتا، نشان داده شده است که علائم حرکتی در بیماران اسکیزوفرنی برای درمان و توانبخشی مهم است (۲۹). علائم حرکتی ممکن است ارتباط را مختل کند. در واقع پارکینسونیسم در این بیماران باعث تغییر صحبت کردن می‌شود و علائم منفی در این بیماران با کاهش توانایی تقلید ابراز صورتی هیجانات و حرکات دست همراه است (۳۱-۳۰).

ابعاد دیگر حرکت جهت ارتباط غیر کلامی مانند تعادل و راه رفتن در بیماران اسکیزوفرنی تغییر کرده است (۳۲). بنابراین اختلال در ارتباط در بیماران اسکیزوفرنی نه تنها به اختلال در تفکر مربوط می‌شود بلکه تحت تأثیر علائم حرکتی هم قرار می‌گیرد (۳۳). تکنیک تحریک الکتریکی مغزی کاملا غیر تهاجمی بوده و عمدتا جهت تعدیل در میزان تحریک‌پذیری سلول‌های مناطق مختلف مغزی براساس اهداف مربوطه استفاده می‌گردد. شواهد نشان داده‌اند که تحریکات الکتریکی مغز تکنیکی مطمئن، کاربردی و کم هزینه می‌باشد. بسیاری از مطالعات اثرtDCS بر قشر مغز در عملکرد اندام فوقانی را بررسی کرده‌اند (۲۴). مطالعات اندکی اثر tDCS بر قشر مغز در عمکرد اندام تحتانی را بررسی کرده‌اند. از طرفی، تاکنون هیچ مطالعه‌ای اثربخشی tDCS بر تعادل در بیماران اسکیزوفرنی را چه در داخل کشور و چه در خارج کشور بررسی نکرده است. هدف مطالعهٔ حاضر بررسی اثر آندی tDCS در قشر حرکتی اولیه بر تعادل بیماران اسکیزوفرنی با اختلال افسردگی بود.

مواد و روش‌ها

در پژوهش حاضر که یک مطالعهٔ نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون –پس‌آزمون همراه با گروه کنترل است. جامعهٔ آماری پژوهش حاضر کلیهٔ بیماران اسکیزوفرنی مرد مبتلا با اختلال افسردگی شهر اراک بودند. پس از کسب کد اخلاق با شناسهIR.SSRC.REC.1398.098 از کمیتهٔ اخلاق در پژوهش‌های زیست پزشکی پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی و کسب موافقت سازمان بهزیستی شهر اراک در یک مرکز توانبخشی روی بیماران اسکیزوفرنی و زیر نظر یک روانپزشک و با همکاری دو متخصص بالینی و دو پرستار انجام شد. آزمون افسردگی بک توسط روان‌پزشک روی بیماران به‌عمل آمد. بیمارانی که در آزمون بک نمره بیشتر از یازده را کسب کردند تحت مصاحبهٔ روان‌پزشک قرار گرفتند و بر اساس معیارهای تشخیصی DSM-IV، مبتلایان به اختلال افسردگی تشخیص داده شدند. ۲۱ بیمار (با میانگین سن ۱۱/۹۳±۴۸/۰۰ سال) با توجه به معیارهای ورود و خروج به‌عنوان نمونه انتخاب شدند. سپس بیماران به صورت همگن (از لحاظ سن و نمره MMSE) در ۲ گروه آزمایشی و کنترل قرار گرفتند (۱۱-۱۰). از شرکت کنندگان در پژوهش یا از قیم آن‌ها، رضایت‌نامه دریافت گردید.

معیارهای ورود به تحقیق عبارت بودند از کسب نمرهٔ مساوی یا بالای یازده در پرسشنامهٔ فرم کوتاه افسردگی بک، دامنهٔ سنی بین ۱۸ تا ۶۵ ساله، توانایی درک کردن و صحبت کردن، نداشتن هر گونه بیماری مغزی از قبیل جراحی جمجمه، سرگیجه و سردردهای مزمن. معیارهای خروج شرکت کنندگان عبارت بودند از: وابستگی به الکل در سه ماه گذشته، تاریخچهٔ آسیب سر، تشنج قبلی، ایمپلنت‌های مغزی، باتری قلب و وابستگی به مواد مخدر به جز نیکوتین و استفاده از داروهای ضد صرع یا بنزودیازپین‌ها ۱ میلیگرم. در طول دورهٔ مطالعه داروهای شرکت کنندگان بدون تغییر نگه داشته شدند.

پرسشنامهٔ معاینهٔ مختصر وضعیت ذهنی

پرسشنامهٔ معاینهٔ مختصر وضعیت ذهنی در سال ۱۹۷۵ توسط فولستین طراحی شد و دارای ۱۴ سوال است که وضعیت ذهنی افراد را مورد بررسی قرار می‌دهد. نمرات کمتر از ۱۸ ضعیف، بین ۹ تا ۲۴ متوسط و بیشتر از ۲۵ طبیعی محسوب می‌گردد (۳۴). پایایی نسخهٔ فارسی این ابزار در ایران توسط فروغان و همکاران مورد بررسی قرار گرفته و میزان آلفای کرونباخ آن ۰/۸۷ محاسبه شده است. همچنین در خط برش ۲۱ میزان حساسیت و ویژگی این ابزار به ترتیب ۹۰ درصد و ۸۴ درصد گزارش شده است (۳۵). در این پژوهش افرادی که نمرات بیشتر یا مساوی ۲۴ را کسب کردند وارد مطالعه شدند (۳۴).

پرسشنامهٔ فرم کوتاه افسردگی بک

ابزار اندازه‌گیری در این پژوهش، فرم کوتاه پرسشنامهٔ افسردگی بک ویرایش ایرانی، بود. این پرسشنامه شامل

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-11-05]
[DOI: 10.52547/shefa.9.1.56]

۱۳ گزاره خود گزارشی است که نشانه‌های خاص افسردگی را بیان می‌کند. هر گزارهٔ این پرسشنامه شامل یک مقیاس چهار گویه‌ای است که دامنهٔ آن از ۰ تا ۳ مرتب شده است. بیشینه و کمینهٔ نمرهٔ آن ۳۹ و صفر است. این پرسشنامه برای اندازه‌گیری در جمعیت ایرانی رواسازی شده است (۳۶).

تعادل ایستا

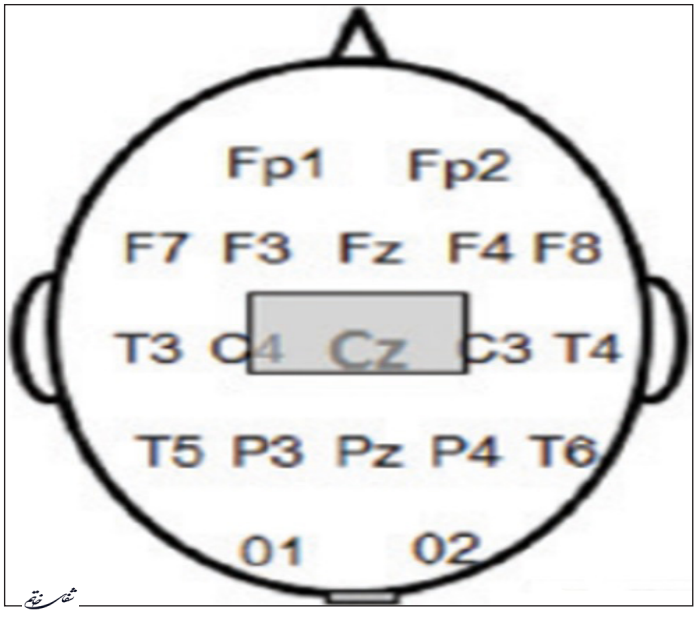
برای اندازه‌گیری تعادل از آزمون تعادل ایستا در حالت چشم باز و بسته با پای برتر خود گزارش شده، استفاده شد. از شرکت‌کنندگان در پژوهش خواسته شد در حالی که دست‌ها در جلوی سینه قرار دارد روی یک پا بایستند و پای دیگر خود را تا ارتفاع حداقل ۵ سانتی متر از زمین بالا بیاورند. زمان سنج هنگامی متوقف می‌شود که فرد با پای اتکا از وضعیت اصلی جا به جا شود یا پای راهنما به دور پای اتکا حلقه شود. زمان حفظ تعادل رکورد فرد محسوب می‌شود و حداکثر نمره ۱۲۰ ثانیه خواهد بود (۳۷). تمام آزمون‌های تعادل بدون کفش و با پای برهنه انجام شد.

تعادل پویای برخاستن و حرکت کردن زمان‌دار

آزمون برخاستن و حرکت کردن زمان دار که نسخهٔ اصلاح شدهٔ آزمون برخاستن و رفتن است، توسط پودسیالدو ریچاردسون در ۱۹۹۱ معرفی شد (۳۸). روش انجام این آزمون به این صورت است که آزمودنی روی یک صندلی استاندارد شده (با ارتفاع ۴۶ سانتیمتر و ارتفاع دسته ۶۳ سانتیمتر) به حالت نشسته قرار می‌گیرد و پس از شنیدن فرمان حرکت از طرف آزمونگر، ایستاده و طول یک مسیر ۳ متری را با حرکت عادی خود به طرف جلو می‌پیماید و سپس چرخیده و به محل صندلی برگشته و روی صندلی می‌نشیند. در طی این فرایند آزمونگر با استفاده از کرونومتر زمان را ثبت می‌کند. نمرهٔ وی بهترین تلاش از دو تلاش است و به ثانیه محسوب می‌شود (۳۷). در مطالعه‌ای صادقی، نوروزی، کریمی اصل و منتظر ۲۰۰۸ پایایی آزمون برخاستن و حرکت کردن زمان‌دار ۰/۹۹ محاسبه شده است (۳۹).

تحریک مستقیم الکتریکی مغز از روی جمجمه

در این مطالعه از دستگاه تحریک الکتریکی مغز دو کاناله مدل نورواستیم [۳] ساخت شرکت مدیناطب در ایران برای تحریک مغزی استفاده شده است. منبع جریان این دستگاه یک باتری ۸/۴ ولت و ابعاد آن ۵×۹/۵×۱۵/۵ سانتیمتر و وزن آن ۰/۳۵ کیلوگرم است. حداکثر شدت جریان ۲ میلی‌آمپر بود. الکترود آند (۱۶سانتیمترمربع) بر روی قشرحرکتی اولیه (ناحیه ۲۰-۱۰ درصد نقطه Cz در هر دو نیمکره بر اساس سیستم ۲۰-۱۰) (مشخص شده در تصویر۱)، قرار گرفت و به وسیله کش بر روی سر محکم شد و الکترود کاتد (۲۴ سانتیمترمربع) برای جلوگیری از جریان مستقیم جانبی در مرکز پیشانی قرار گرفت (۴۰). اندازهٔ بزرگ الکترود کاتد، آن را از لحاظ عملکردی بی اثر می‌کند بدون اینکه تأثیری بر آند داشته باشد (۴۱). قشر حرکتی اولیه را نقطهٔ تحریک آند برای بهبود تعادل انتخاب کردیم به دلیل اینکه دی مورا، آپاریسیو، گریکو، برونونی و هزوئه ۲۰۱۹، در مطالعهٔ مروری اظهار داشتند برای درک اثر بخشی tDCS بر بهبود کنترل ارادی و عملکرد تعادل، ناحیهٔ مورد تحریک قشر حرکتی اولیه باشد. اما برای بررسی اثرات tDCS بر مؤلفهٔ غیر ارادی یا مؤلفهٔ یادگیری کنترل قامتی می‌بایست تحریک روی مخچه انجام شود (۴۲). گروه تحریک آندی بر ناحیهٔ حرکتی و پیش حرکتی به مدت ۲۴ جلسه در طول ۱۲ هفته (۲بار در هفته) به مدت ۱۵ دقیقه تحریک دریافت کردند. به این صورت که تحریک قشر حرکتی اولیه در نیمکره راست در صبح و تحریک قشر حرکتی اولیه در نیمکره سمت چپ در بعد از ظهر انجام می‌شد.



تصویر ۱- ناحیهٔ حرکتی و پیش‌حرکتی (ناحیهٔ ۲۰-۱۰ درصد نقطه Cz در هر دو نیمکره بر اساس سیستم ۲۰-۱۰)

[3] Neurostism 2

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-11-05]
[DOI: 10.52547/shefa.9.1.56]

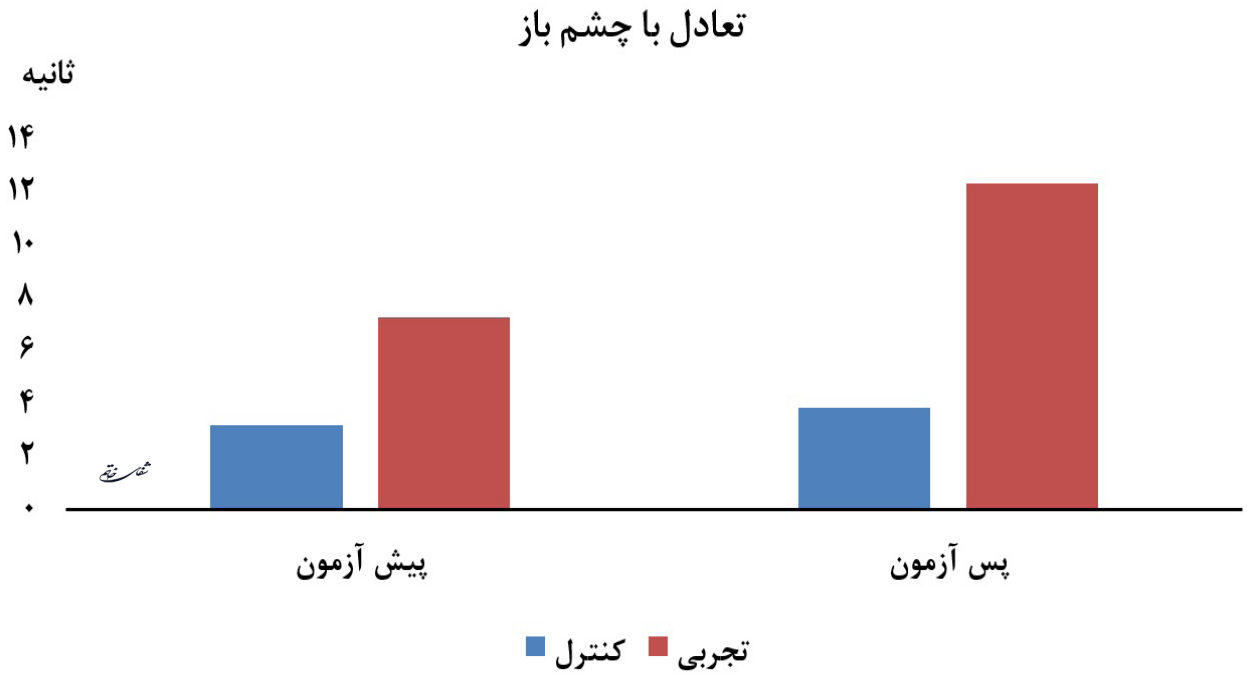
این طرح در محیط کاملا ساکت و آرام اجرا شد. متغیرهایی مانند دما، نور و صدا در تمام جلسات تا حد امکان کنترل شدند. پس از بررسی شرایط ورود به طرح، جهت انجام پژوهش حاضر، ابتدا شرکت کنندگان در پژوهش مورد مصاحبه قرار گرفتند و نسبت به شرایط و طول مداخله و همچنین بی خطر بودن آن اطلاعات کافی به آنان ارائه شد. از همهٔ شرکت کنندگان یا قیم آنها قبل شروع آزمایش رضایت آگاهانه کتبی گرفته شد. سپس عملکرد دستگاه tDCS با ذکر تأثیرات جانبی و نیز توضیحاتی دربارهٔ روند آزمون به بیماران ارائه شد. مصرف داروها در طی انجام پژوهش ثابت نگه داشته شد. سپس تعادل ایستا و تعادل پویا ارزیابی شد. گروه کنترل به فعالیت‌های روزمره خود ادامه دادند. سپس برنامهٔ مداخله‌ای و تحریک tDCS آندال تک موضعی منطبق با پروتکل درمانی پژوهش بر روی گروه تجربی به میزان ۲ میلی آمپر با الکترودهای به اندازه ۱۶ سانتیمترمربع و الکترودهای ۲۴ سانتی‌مترمربع به مدت ۱۵ دقیقه در ۲۴ جلسهٔ متوالی برای هرنقطه به مناطق قشرحرکتی اولیه و تحریک کاتد در مرکز پیشانی وارد شد. در شروع جلسه، بیمار روی صندلی راحتی می‌نشست و تحریک الکتریکی در نواحی ذکر شده صورت می‌گرفت. روش اجرای تحریک به گونه‌ای بود که پد اسفنجی که در واقع پوشش الکترودها محسوب می‌شود به سدیم کلرید ۹ درصد آغشته می‌شد و الکترودها درون آن قرار می‌گرفت. الکترودها بدین ترتیب که الکترود آند بر روی نقطهٔ مورد نظر و الکترود کاتد بر مرکز پیشانی قرار می‌گرفت و به وسیلهٔ کش محکم می‌شدند. هرگونه عوارض جانبی احتمالی مربوط به تحریک مغزی مانند احساس خارش، سوزش، درد، سردرد در حین و بعد از تحریک به شرکت کنندگان توضیح داده شده بود و از طریق پرسش از آنها کنترل می‌شد. نهایتاً پس از اتمام ۲۴ جلسه تمامی بیماران در دو گروه آزمایشی و کنترل مجدداً به وسیلهٔ آزمون‌های ذکر شده به‌عنوان پس‌آزمون مورد بررسی قرار گرفتند.

روش آماری

برای تجزیه و تحلیل داده‌های پژوهش از آمار توصیفی مانند میانگین، انحراف معیار، نمودار و همچنین از آمار استنباطی نظیر آزمون شاپیروویلک برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها و آزمون تحلیل کواریانس برای تجزیه و تحلیل داده‌ها در سطح ۰/۰۵ استفاده شد. از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد.

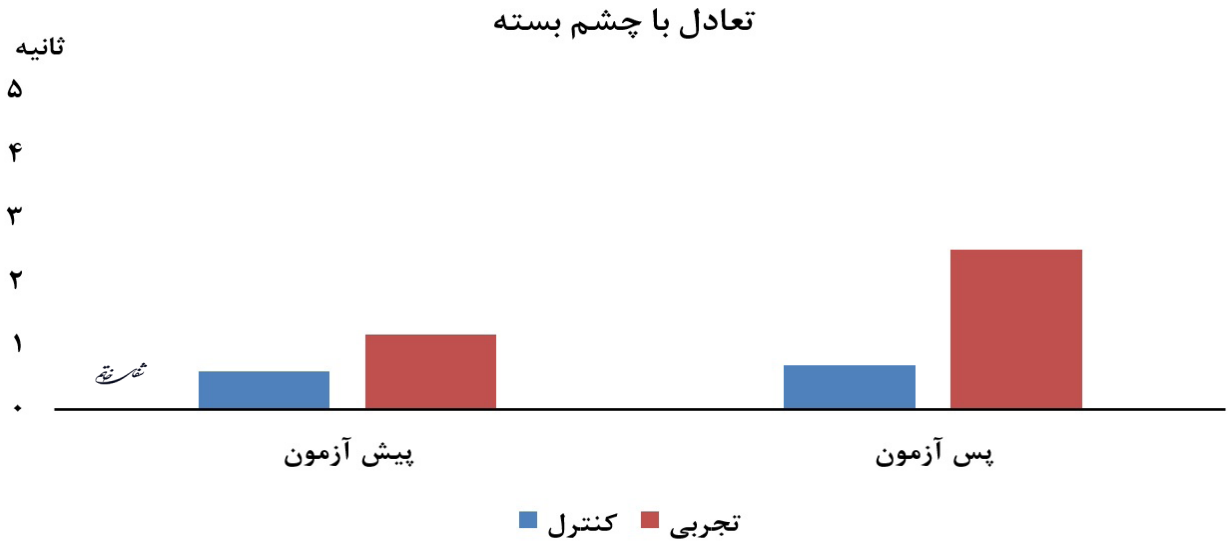
یافته‌ها

در نمودارهای زیر شاخص‌های پراکندگی و گرایش به مرکز نمرات تعادل ایستا با چشم باز و بسته (اعداد هرچه بیشتر باشند نتیجه بهتر است) و تعادل پویای (اعداد هرچه کمتر باشند نتیجه بهتر است) بیماران در پیش‌آزمون و پس‌آزمون دیده می‌شود. نتایج آزمون شاپیروویلک نرمال بودن توزیع نمرات و آزمون لوین همگن بودن واریانس‌ها در هر دو گروه را تایید نمود. برای مقایسهٔ متغیرهای پژوهش در پس‌آزمون همراه با حذف اثر احتمالی مقادیر پیش‌آزمون از

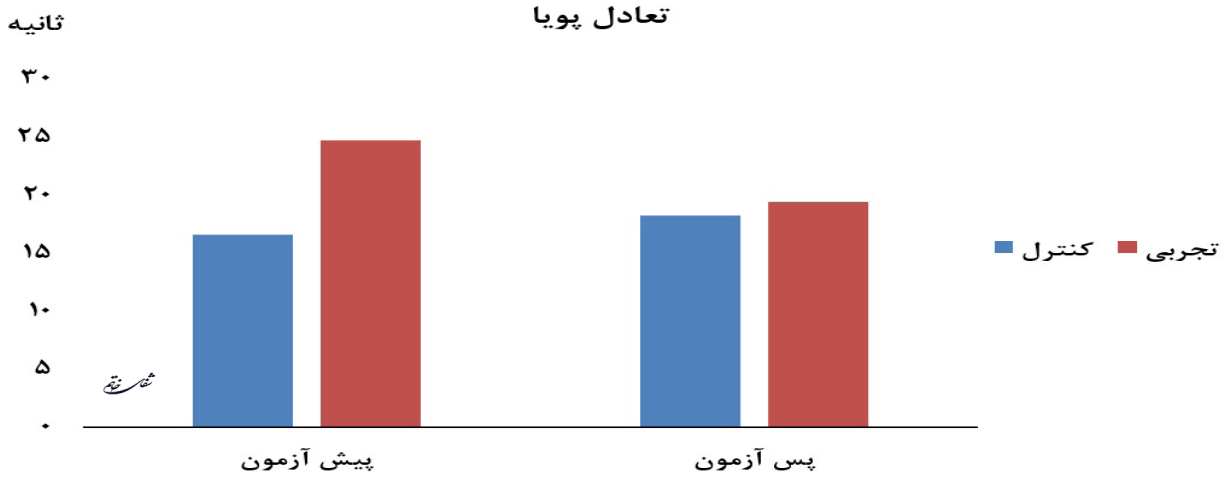


نمودار ۱- شاخص‌های پراکندگی و گرایش به مرکز گروه‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون تعادل با چشم باز

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-11-05]
[DOI: 10.52547/shefa.9.1.56]



نمودار ۲- شاخص‌های پراکندگی و گرایش به مرکز گروه‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون تعادل با چشم بسته



نمودار ۳- شاخص‌های پراکندگی و گرایش به مرکز گروه‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون تعادل پویا

طرح تحلیل کوواریانس، استفاده شد که نتایج آن در جدول ۱ گزارش شده است.بر اساس نتایج به دست آمده از تحلیل کواریانس (جدول۱) در مؤلفهٔ تعادل با چشم باز با کنترل عامل پیش‌آزمون اختلاف معناداری بین دو گروه آزمایشی و کنترل مشاهده شد (F<۶/۶۱۱، P<۰/۰۱۹). مقدار مجذور اتا در این حالت برابر ۰/۲۶ بود؛ بنابراین، تقریبا ۲۶ درصد از تغییرات بین نمرات پس‌آزمون تعادل با چشم باز ناشی از تفاوت بین گروه آزمایشی است. در مؤلفهٔ تعادل با چشم بسته با کنترل عامل پیش‌آزمون اختلاف معناداری بین دو گروه آزمایشی و کنترل مشاهده شد (F<۵/۱۸، P<۰/۰۳). مقدار مجذور اتا در این حالت برابر ۰/۲۲ بود؛ بنابراین، تقریبا ۲۲ درصد از تغییرات بین نمرات پس‌آزمون تعادل با چشم بسته ناشی از تفاوت بین گروه آزمایشی است. در مؤلفهٔ تعادل پویا با کنترل عامل پیش‌آزمون اختلاف معناداری بین دو گروه آزمایشی و کنترل مشاهده شد (F<۷/۸۱۲، P<۰/۰۱۲). مقدار مجذور اتا در این حالت برابر ۰/۳۰ بود؛ بنابراین، تقریبا ۳۰ درصد از تغییرات بین نمرات پس‌آزمون تعادل پویا ناشی از تفاوت بین گروه آزمایشی است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که تحریک الکتریکی مغز باعث بهبود معنادار تعادل ایستا با چشم باز و بسته، تعادل پویا شد.

بحث و نتیجه‌گیری

این مطالعه با هدف بررسی اثر تحریک آندال مغز با جریان مستقیم بر بهبود تعادل بیماران اسکیزوفرنی با اختلال افسردگی انجام شد. نتایج این مطالعه نشان داد تحریک آند بر روی قشر حرکتی اولیه، باعث بهبود معنادار تعادل ایستا و پویا شد. نتایج این پژوهش با یافته‌های دوتا و هی ۲۰۱۲، سو و همکاران ۲۰۱۳،

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-11-05]
[DOI: 10.52547/shefa.9.1.56]

متغیر	منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجات آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معناداری	اندازه اثر
تعادل با چشم باز	پیش‌آزمون	۲۹۸/۳۷۶	۱	۲۹۸/۳۷۶	۱۳/۴۷	*۰/۰۰۲	
	گروه	۱۴۶/۴۲۲	۱	۱۴۶/۴۲۲	۶/۶۱۱	*۰/۰۱۹	۰/۲۶
	خطا	۳۹۸/۶۹۲	۱۸	۲۲/۱۵۰			
تعادل با چشم بسته	پیش‌آزمون	۱۶/۱۵۳	۱	۱۶/۱۵۳	۸/۶۷۷	*۰/۰۰۹	
	گروه	۹/۶۴۴	۱	۹/۶۴۴	۵/۱۸	*۰/۰۳	۰/۲۲
	خطا	۳۳/۵۱	۱۸	۱/۸۶			
تعادل پویا	پیش‌آزمون	۸۵۳/۶۶۲	۱	۸۵۳/۶۶۲	۹۲/۳۱۴	*۰/۰۰	
	گروه	۷۲/۲۳	۱	۷۲/۲۳	۷/۸۱۲	*۰/۰۱۲	۰/۳۰
	خطا	۱۶۶/۴۵۲	۱۸	۹۰/۲۴			

جدول ۱- تحلیل کواریانس تعیین تاثیر مداخله بر تعادل ایستا و تعادل پویا. * نشانهٔ معناداری در سطح P<۰/۰۵ است.

ورهیدن و همکاران ۲۰۱۳، دارته و همکاران ۲۰۱۴، یوسفی و همکاران ۲۰۱۸، هم راستا است (۲۸، ۲۶-۲۴، ۲۲). دوتا و هی ۲۰۱۲ به مدت ۸ روز از تحریک آندال مغز با جریان مستقیم در قشر حرکتی استفاده کردند. هر روز بعد از تحریک همزمان با ایستادن با چشم بسته، تغییر در تحریک‌پذیری قشری نخاعی با MEP از عضلهٔ تیبیای قدامی و EMG عضلهٔ تیبیای قدامی در ۴ نوبت (۱۵ دقیقه، ۳۰ دقیقه، ۴۵ دقیقه و ۶۰ دقیقه بعد از تحریک) اندازه‌گیری شد. آنها ۴۵ دقیقه و ۶۰ دقیقه بعد از تحریک افزایش معناداری در تحریک‌پذیری قشری در مقایسه با تحریک ساختگی مشاهده کردند. همچنین دریافتند داده‌های به دست آمده از EEG و EMG در حین ایستادن با چشم بسته در ۴۵ و ۶۰ دقیقه بعد از تحریک، انسجام معناداری با یکدیگر دارند. براساس فرضیهٔ سفتی عضلات مچ پا، تحریک آندال مغز با جریان مستقیم، پروجکشن‌های قشری نخاعی نزولی را فعال می‌کند و باعث افزایش استواری مفصل مچ پا می‌شود. بنابراین تحریک آندال مغز با جریان مستقیم نه تنها موجب تأثیر بر تحریک‌پذیری سطح قشری بلکه باعث تحریک‌پذیری شبکهٔ نخاعی شده و این کاربرد گسترده‌ای در توانبخشی حرکتی به‌ویژه در تعادل دارد. انتقال تکانه در سلول عصبی توسط پتانسیل غشا سلول عصبی،کنترل می‌شود. در حالی‌که پتانسیل‌های مثبت‌تر، منجر به افزایش میزان تخلیه و پتانسیل منفی‌تر منجر به کاهش میزان شلیک (تخلیه) می‌شود. tDCS این فرایندها را به طور انتخابی بسته به شدت جریان، مدت تحریک در قشر حرکتی انسان تعدیل می‌کند (۱۸). اثری که تحریک آندال مغز با جریان مستقیم بر جای می‌گذارد مربوط به فعال‌سازی نورون‌های موجود در ناحیهٔ تحریک است. به این صورت که تحریک آندی باعث تغییر در تحریک‌پذیری قشر می‌شود که نه تنها شلیک[4] خودبه‌خودی نورون‌ها را با تغییر پتانسیل الکتریکی غشا تغییر می‌دهد بلکه با تغییر عملکرد سیناپس‌ها به ایجاد تغییرات نوروپلاستیک[5] کمک می‌کند (۴۳). مکانیسم‌های اساسی برای تغییرات تحریک‌پذیری به دلیل دپلاریزاسیون زیر آستانهٔ غشاء عصبی در اثر تحریک آندی است. با توجه به یافته‌های موجود می‌توان حدس زد که کاهش در مهار گابائرژیک باعث بهبود اثر سیناپسی بین نورون‌های داخل قشری و قشری نخاعی شده باشد (۴۴). در حمایت این یافته‌ها مطالعات قبلی روی قشر حرکتی اولیه در موش‌ها اظهار داشته‌اند انعطاف‌پذیری سیناپسی با رهاسازی مهار درون قشری افزایش یافته است (۴۵). از طرفی قابل درک است که مسیرهای کنترل حرکتی دیگر مانند شبکه‌های درون نیمکره‌ای، مدارهای هسته‌های قاعده‌ای و قشر سینگولیت خلفی درگیر در سیناپس‌های گابائرژیک ممکن است در تحریک‌پذیری قشری نخاعی و بهبود عملکرد حرکتی بعد از tDCS نقش نداشته باشد (۴۶). همچنین با توجه به اینکه تغییرات ساختاری و عملکردی در قشر حرکتی می‌تواند تأثیر منفی بر راه رفتن و تعادل داشته باشد بنابراین تحریک این ناحیه می‌تواند باعث بهبود تعادل شود (۲۸). نتایج این پژوهش با یافته‌های کریگ و دوماس ۲۰۱۷، مخالف بود (۲۷). آنها اثر مثبت tDCS

[4] Firing
[5] Neuro Plastics

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-11-05]
[DOI: 10.52547/shefa.9.1.56]

بـر تعـادل ایسـتا را نتیجه‌گیـری نکردنـد. مـا معتقدیـم ایـن تفـاوت بـه دلیـل تفـاوت در انـدازۀ پدهـا، مـدت تحریـک و نمونـه بـوده باشـد. آنهـا اثـر فـوری tDCS را در یـک جلسـه بررسـی کردنـد در حالی‌کـه مـا ۱۲ جلسـه تحریـک بـرای هـر نیمکـره داشـتیم. از طرفـی، آنهـا از پـد ۵۰ سـانتی‌متر مربعـی بـرای تحریـک خـط میانـی قشـر حرکتـی (تحریـک هـر دو نیمکـره بـه صـورت همزمـان) اسـتفاده نمودنـد در حالـی کـه در پژوهـش حاضـر از پـد ۱۶ سـانتی مربعـی بـرای تحریـک قشـر حرکتـی در هـر نیمکـره اسـتفاده می‌شـد.

چـن و همـکاران ۲۰۱۵، نشـان داده‌انـد تحریـک آنـدال مغـز بـا جریـان مسـتقیم بـر تعـادل بزرگسـالان جـوان تأثیـری نداشـته اسـت (۴۷). یکـی از دلایـل مغایـرت یافته‌هـای پژوهـش حاضـر بـا ایـن مطالعـات ممکـن اسـت مـدت تحریـک یـا شـدت جریـان باشـد زیـرا چـن و همـکاران ۲۰۱۵، یـک جلسـه ۲۰ دقیقـه‌ای تحریـک قشـر حرکتـی اولیـه را بـا شـدت جریـان ۱ میلی‌آمپـر داشـتند. در حالی‌کـه در مطالعـۀ دیگـری تأثیـر تحریـک آنـدی tDCS بـا جریـان ۱ میلی‌آمپـری بـر تحریک‌پذیـری انـدام فوقانـی نشـان داده شـده بـود. ایـن یافته‌هـا احتمـالا بـه ایـن دلیـل اسـت کـه ناحیـۀ مربـوط بـه پـا در قشـر حرکتـی اولیـه در مقایسـه بـا ناحیـۀ مربـوط بـه دسـت در قسـمت داخل‌تـر قـرار گرفتـه اسـت در نتیجـه بـرای تحریـک ناحیـۀ مربـوط بـه پـا در قشـر حرکتـی اولیـه شـدت جریـان بایـد از ۱ میلی‌آمپـر بیشـتر باشـد (۲۴). یکـی دیگـر از یافته‌هـای پژوهـش حاضـر بهبـود معنـادار در تعـادل پویـای گـروه تحریـک آنـدال مغـز بـا جریـان مسـتقیم بـود. یافتـه مـا بـا پژوهـش کاسـکی و همـکاران ۲۰۱۳ همخوانـی داشـت (۲۳). البتـه آنهـا بهبـود در تعـادل پویـای بیمـاران ایسـکمی مغـزی را بعـد از یـک جلسـه تحریـک خـط میانـی قشـر حرکتـی اولیـه همزمـان بـا تمریـن بدنـی نشـان دادنـد. بـا توجـه بـه اینکـه آزمـون تعـادل پویـا در هـر دو پژوهـش آزمـون برخاسـتن و حرکـت کـردن زمـان‌دار بـود. امـا کاسـکی و همـکاران ۲۰۱۳، از تحریـک آنلایـن بـه همـراه تمریـن بدنـی اسـتفاده کردنـد و ممکـن اسـت بهبـود در تعـادل پویـا بـه دلیـل تمریـن تعادلی بـوده باشـد. همچنیـن آنهـا تحریـک قشـر حرکتـی اولیـه را در هـر دو نیمکـره بـه صـورت همزمـان تحریـک دادنـد در حالی‌کـه در پژوهـش حاضـر تحریـک هـر نیمکـره جداگانـه بـود. همچنیـن یافته‌هـای مـا بـا نتایـج اسـتاینرو همـکاران ۲۰۱۶ همخوانـی نداشـت (۴۸). آنهـا بهبـود در تعـادل پویـا بعـد از یـک جلسـه تحریـک بـر مخچـه را نتیجه‌گیـری نکردنـد. ممکـن اسـت دلیـل نتایـج مغایـر تفـاوت در نقطـۀ تحریـک و تعـداد جلسـات تحریـک و تفـاوت در آزمودنی‌هـا بـوده باشـد. یکـی از محدودیت‌هـای ایـن پژوهـش، عـدم تحریـک شـم بـرای گـروه کنتـرل بـود. بنابرایـن نیـاز اسـت در آینـده، پژوهش‌هـای دیگـری بـا رعایـت ایـن مـورد روی بیمـاران اسـکیزوفرنی انجـام گیـرد. محدودیـت دیگـر ایـن بـود کـه تحریـک بـرای قشـر حرکتـی اولیـه در نظـر گرفتـه شـد امـا بـا توجـه بـه ماهیـت tDCS ، محـل تحریـک فراتر از قشـر حرکتـی اولیـه بـود. بنابرایـن بـرآورد اینکـه آیـا بهبـود بـه دسـت آمـده، تنهـا بـه دلیـل تغییـر در قشـر حرکتـی اولیـه اسـت یـا اینکـه نواحـی دیگـر قشـر مغـز در بهبـود نقـش داشـته اسـت، مشـکل اسـت. مطالعـات بیشـتری نیـاز اسـت تـا از تجزیـه و تحلیـل تصویربـرداری عصبـی اسـتفاده کننـد. عواملـی کـه بـر عملکـرد تعـادل تأثیـر می‌گذارنـد شـامل قـدرت، عملکـرد مخچـه، تیزبینـی، ادراک حـس عمقـی، عملکـرد گـوش داخلـی، وضعیـت پـا روی زمیـن، اختـلاف در قـد پـا، دارو، سـن، ضربـان قلـب، تنفـس و عملکـرد شـنوایی می‌باشـند. مطالعـات بیشـتری می‌بایسـت همـه ایـن عوامـل اثرگـذار بـر تعـادل را ارزیابـی کننـد و بـه ایـن سـوال پاسـخ دهنـد کـه آیـا ایـن عوامـل تحـت تأثیـر tDCS قـرار می‌گیرنـد (۴۹). ایـن یافته‌هـا اظهـار مـی‌دارد tDCS یـک ابـزار خـوب بـرای بهبـود کنتـرل تعـادل اسـت. تعـادل یـک مؤلفـۀ مهـم در راه رفتـن اسـت و از افتـادن پیشـگیری می‌کنـد. بنابرایـن اسـتفاده از tDCS به‌عنـوان یـک درمـان مکمـل بـرای توانبخشـی بیمـاران اسـکیزوفرنی بـا اختـلال افسـردگی پیشـنهاد می‌شـود و انتظـار مـی‌رود نتایـج درمانـی را بهینـه کنـد.

تشکر و قدردانی

ایـن مقالـه برگرفتـه از پایـان نامـه دکتـری رفتـار حرکتـی خانـم راضیـه خانمحمـدی بـه راهنمایـی آقـای دکتـر محمـود شـیخ و فضـل‌الله باقـرزاده و مشـاوره آقـای دکتـر حومنیـان و آقـای دکتـر خواجـوی می‌باشـد. از خانـم دکتـر کاوه (روان‌پزشـک کلینیـک طلـوع)، خانـم کربلایـی و آقـای پریـور (کارشناسـان بالینـی و مسـئول فنـی کلینیـک توانبخشـی)، کـه در انجـام ایـن پژوهـش مـا را یـاری کردنـد، کمـال تشـکر را داریـم.

منابع

1 .Kalateh-jari M, Bagheri H, Hassani M. The effect of aerobic exercise program on quality of life in schizophrenic patients. J Shahrekord Univ Med Sci. 2007; 9 (3): 28-36. [Persian]

2. Kirkpatrick B, Messias E, Harvey PD, Fernandez-Egea E, Bowie CR. Is schizophrenia a syndrome of accelerated aging? Schizophr Bull. 2007; 34(6): 1024-32.

3. Tsai M-T, Lee S-M, Chen H-K, Wu B-J. Association between frailty and its individual components with the risk of falls in patients with schizophrenia spectrum disorders. Schizophr Res. 2018; 197: 138-43.

4. Bartley MM, Geda YE, Christianson TJ, Shane Pankratz V, Roberts RO, Petersen RC. Frailty and mortality outcomes in cognitively normal older people:

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.52547/shefa.9.1.56]

sex differences in a population-based study. J Am Geriatr Soc. 2016; 64(1): 132-7.

5. Stubbs B, Gaughran F, Mitchell AJ, De Hert M, Farmer R, Soundy A, et al. Schizophrenia and the risk of fractures: a systematic review and comparative meta-analysis. Gen Hosp Psychiatry. 2015; 37(2): 126-133.

6. Mirmoezzi M, Amini M, Khaledan A, Khorshidi D. Effect of 8-week of selected aerobic exercise on static and dynamic balance in healthy elderly inactive men. Iranian Journal of Ageing. 2016; 11(1): 202-9 [Persian].

7. Bhattacharya A, Morgan R, Shukla R, Ramakrishanan H, Wang L. Non-invasive estimation of afferent inputs for postural stability under low levels of alcohol. Ann Biomed Eng. 1987; 15(6): 533-50.

8. Marvel CL, Schwartz BL, Rosse RB. A quantitative measure of postural sway deficits in schizophrenia. Schizophr Res. 2004; 68(2-3): 363-72.

9. Northoff G. Catatonia and neuroleptic malignant syndrome: psychopathology and pathophysiology. J Neural Transm. 2002; 109(12): 1453-67.

10. Northoff G, Steinke R, Czcervenka C, Krause R, Ulrich S, Danos P, et al. Decreased density of GABA-A receptors in the left sensorimotor cortex in akinetic catatonia: investigation of in vivo benzodiazepine receptor binding. J Neurol Neurosurg Psychiatry Res. 1999; 67(4): 445-50.

11. Schröder J, Wenz F, Schad L, Baudendistel K, Knopp M. Sensorimotor cortex and supplementary motor area changes in schizophrenia: a study with functional magnetic resonance imaging. Br J Psychiatry. 1995; 167(2): 197-201.

12. Hasan A, Nitsche MA, Herrmann M, Schneider-Axmann T, Marshall L, Gruber O, et al. Impaired long-term depression in schizophrenia: a cathodal tDCS pilot study. Brain Stimul. 2012; 5(4): 475-83.

13. Prizer LP, Smith ML, Housman J, Ory MG. Depressive symptomology management and falls among middle aged and older adults. Aging & mental health. 2016; 20(1): 13-21.

14. Drevets WC, Furey ML. Replication of scopolamine's antidepressant efficacy in major depressive disorder: a randomized, placebo-controlled clinical trial. .Biol Psychiatry. 2010; 67(5): 432-8.

15. Visser JE, Bloem BR. Role of the basal ganglia in balance control. Neural plasticity. 2005; 12(2-3): 161-74.

16. Sterke CS, Ziere G, van Beeck EF, Looman CW, van der Cammen TJ. Dose-response relationship between selective serotonin re-uptake inhibitors and injurious falls: a study in nursing home residents with dementia. .Br J Clin Pharmacol. 2012; 73(5): 812-20.

17. Lohr J, Wisniewski A, Jeste D. Neurological aspects of tardive dyskinesia. Handbook of schizophrenia. 1986; 1: 97-119.

18. Nitsche MA, Paulus W. Excitability changes induced in the human motor cortex by weak transcranial direct current stimulation. J Physiol. 2000; 527(3): 633-9.

19. Kaski D, Quadir S, Patel M, Yousif N, Bronstein AM. Enhanced locomotor adaptation aftereffect in the "broken escalator" phenomenon using anodal tDCS. J Neurophysiol. 2012; 107(9): 2493-505.

20. Goodwill AM, Reynolds J, Daly RM, Kidgell DJ. Formation of cortical plasticity in older adults following tDCS and motor training. Front Aging Neurosci. 2013; 5 87.

21. Demain A, Westby GM, Fernandez-Vidal S, Karachi C, Bonneville F, Do MC, et al. High-level gait and balance disorders in the elderly: a midbrain disease? J Neurol. 2014; 261(1): 196-206.

22. Dutta A, Chugh S, editors. Effect of transcranial direct current stimulation on cortico-muscular coherence and standing postural steadiness. The 2nd IASTED International Conference on Assistive Technologies; Conf. Proc. IEEE Eng. Med. Biol. Soc; 2011: 7643-646.

23. Kaski D, Dominguez RO, Allum JH, Bronstein AM. Improving gait and balance in patients with leukoaraiosis using transcranial direct current stimulation and physical training: an exploratory study. Neurorehabil Neural Repair. 2013; 27(9): 864-71.

24. Sohn MK, Jee SJ, Kim YW. Effect of transcranial direct current stimulation on postural stability and lower extremity strength in hemiplegic stroke patients. Ann Rehabil Med. 2013; 37(6): 759.

25. Verheyden G, Purdey J, Burnett M, Cole J, Ashburn

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.52547/shefa.9.1.56]

A. Immediate effect of transcranial direct current stimulation on postural stability and functional mobility in Parkinson's disease. .Mov Disord. 2013; 28(14): 2040-1.

26. Duarte NdAC, Grecco LAC, Galli M, Fregni F, Oliveira CS. Effect of transcranial direct-current stimulation combined with treadmill training on balance and functional performance in children with cerebral palsy: a double-blind randomized controlled trial. PloS one. 2014; 9(8): e105777.

27. Craig CE, Doumas M. Anodal transcranial direct current stimulation shows minimal, measure-specific effects on dynamic postural control in young and older adults: a double blind, sham-controlled study. PloS one. 2017; 12(1): e0170331.

28. 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 Stimul. 2018; 11(6): 1239-50.

29. Aubin G, Stip E, Gélinas I, Rainville C, Chapparo C. Daily activities, cognition and community functioning in persons with schizophrenia. Schizophr Res. 2009; 107(2-3): 313-8.

30. Cannizzaro MS, Cohen H, Rappard F, Snyder PJ. Bradyphrenia and bradykinesia both contribute to altered speech in schizophrenia: a quantitative acoustic study. Cogn Behav Neurol. 2005; 18(4): 206-10.

31. Park S, Matthews N, Gibson C. Imitation, simulation, and schizophrenia. Schizophr Bull. 2008; 34(4): 698-707.

32. Peralta V, Campos MS, De Jalón EG, Cuesta MJ. Motor behavior abnormalities in drug-naïve patients with schizophrenia spectrum disorders. Mov Disord. 2010; 25(8): 1068-76.

33. Kring AM, Moran EK. Emotional response deficits in schizophrenia: insights from affective science. Schizophr Bull. 2008; 34(5): 819-34.

34. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. "Mini-mental state": a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. J Psychiatr Res. 1975; 12(3): 189-98.

35. Foroughan M, JAFARI Z, SHIRIN BP, GHAEM MFZ, RAHGOZAR M. Validation of mini-mental state examination (MMSE) in the elderly population of Tehran. 2008 Adv Cogn Sci. 2008; 10(2): 29-37 [Persian].

36. Dadfar M, Kalibatseva Z. Psychometric properties of the Persian version of the short Beck Depression Inventory with Iranian psychiatric outpatients. Scientifica. 2016.

37. SUZUKI T. Thresholds of physical activities necessary for living a self-supporting life in elderly women. Osaka City Med J. 2007; 53: 53-61.

38. Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. J Am Geriatr Soc. 1991; 39(2): 142-8.

39. Sadeghi H, Norouzi H, Karimi Asl A, Montazer M.]Functional Training Program Effect on Static and Dynamic Balance in Male Able-bodied Elderly[. Salmand: Iranian Journal of Ageing. 2008; 3(2): 565-571 [Persian]

40. Poortvliet P, Hsieh B, Cresswell A, Au J, Meinzer M. Cerebellar transcranial direct current stimulation improves adaptive postural control. Clin Neurophysiol. 2018; 129(1): 33-41.

41. Stagg CJ, Nitsche MA. Physiological basis of transcranial direct current stimulation. Neuroscientist. 2011; 17(1): 37-53.

42. de Moura MCDS, Hazime FA, Marotti Aparicio LV, Grecco LA, Brunoni AR, Hasue RH. Effects of transcranial direct current stimulation (tDCS) on balance improvement: a systematic review and meta-analysis. Somatosens Mot Res. 2019: 1-14.

43. Madhavan S, Shah B. Enhancing motor skill learning with transcranial direct current stimulation-a concise review with applications to stroke. Front Psychiatry. 2012; 3: 66.

44. Nitsche M, Fricke K, Henschke U, Schlitterlau A, Liebetanz D, Lang N, et al. Pharmacological modulation of cortical excitability shifts induced by transcranial direct current stimulation in humans. Adv Physiol Educ. 2003; 553(1): 293-301.

45. Hess G, Aizenman CD, Donoghue JP. Conditions for the induction of long-term potentiation in layer II/III horizontal connections of the rat motor cortex. J

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.52547/shefa.9.1.56]

Neurophysiol. 1996; 75(5): 1765-78.

46. Lindenberg R, Nachtigall L, Meinzer M, Sieg MM, Flöel A. Differential effects of dual and unihemispheric motor cortex stimulation in older adults. J Neurosci.. 2013; 33(21): 9176-83.

47. Chen T-Y, Hwang I-S, Chang G-C. Effects of transcranial direct current stimulation on balance in healthy adults. Physiotherapy. 2015; 101: e229.

48. Steiner KM, Enders A, Thier W, Batsikadze G, Ludolph N, Ilg W, et al. Cerebellar tDCS does not improve learning in a complex whole body dynamic balance task in young healthy subjects. PloS one. 2016; 11(9): e0163598.

49. Jeffery DT, Norton JA, Roy FD, Gorassini MA. Effects of transcranial direct current stimulation on the excitability of the leg motor cortex. Exp Brain Res. 2007; 182(2): 281-7.

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.52547/shefa.9.1.56]