

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

Razieh Khanmohammadi<sup>1</sup>, Mahmood Sheikh<sup>1\*</sup>, Fazlolah Bagherzadeh<sup>1</sup>, Davood Hoomanian<sup>1</sup>, Daryoosh Khajavi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Motor Behavior, University of Tehran, Tehran, Iran

<sup>2</sup>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 static 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

# اثر بخشی تحریک الکتریکی مستقیم فراجمعه‌ای بر تعادل بیماران اسکیزوفرنی مرد با اختلال افسردگی

راضیه خانمحمدی<sup>۱</sup>، محمود شیخ<sup>۱\*</sup>، فضل‌الله باقرزاده<sup>۱</sup>، داود حومنیان<sup>۱</sup>، داریوش خواجوی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>گروه رفتار حرکتی، دانشگاه تهران، تهران، ایران  
<sup>۲</sup>گروه رفتار حرکتی، دانشگاه اراک، اراک، ایران

## اطلاعات مقاله:

پذیرش: ۱ مهر ۱۳۹۹

اصلاحیه: ۲۰ فروردین ۱۳۹۹

دریافت: ۲۸ آذر ۱۳۹۸

## 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 مطالعه نیمه تجربی: مرد با اختلال افسردگی تأثیر داشته باشد. **مواد و روش‌ها** ۲۱ بیمار اسکیزوفرنی مرد با اختلال افسردگی با میانگین سنی ( $48/0 \pm 11/93$  سال) 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 ناحیه قشر حرکتی اولیه نیمکره راست و چپ در طول ۱۲ هفته 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، هنگامی که قشر حرکتی اولیه مورد تحریک قرار بگیرد.

## واژه‌های کلیدی:

۱. اسکیزوفرنی
۲. تحریک الکتریکی مستقیم
۳. فراجمعه‌ای
۴. افسردگی

\*نویسنده مسئول: محمود شیخ

پست الکترونیک: prosheikh@yahoo.com

## مقدمه

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، گیرنده‌ی دوپامینی را مسدود می‌کنند و علائم مثبت اسکیزوفرنی (مانند توهم، خیالات باطل و اختلال تفکر) را تخفیف می‌دهند. این علائم مثبت به واسطه‌ی زیادیی دوپامین در مسیر مزولیمبیک ایجاد می‌شوند.

نورولپتیک‌ها، گیرنده‌های دوپامین را در مسیر نیکرواستریاتال 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)<sup>۱</sup> باشد. در این راستا، یک سری از مطالعات از تحریک آنودی tDCS به‌عنوان یک روش تعدیل‌کننده عصبی غیرتهاجمی برای بهبود تعادل استفاده کرده‌اند. پیشینه‌ی اثرات tDCS بر رفتار حرکتی در ابتدا بر نقش قشر حرکتی اولیه متمرکز شده است که تحریک آنودی tDCS بر قشر حرکتی اولیه نشان‌دهنده‌ی افزایش تحریک‌پذیری قشری نخاعی تا ۹۰ دقیقه بعد از تحریک است (۱۸).

از لحاظ اثرات رفتاری، این با‌سازگاری حرکتی مرتبط شده است (۱۹). این نشان می‌دهد که تحریک آنودی tDCS بر قشر حرکتی اولیه با تقویت طولانی مدت عصبی فیزیولوژیکی همراه است و انعطاف‌پذیری مغزی را تغییر می‌دهد (۲۰). MI در کنترل قامت نقش دارد زیرا در شبکه‌ی قشر پیشانی -عقدده‌های قاعده‌ای قرار گرفته است (۲۱). دوتا و هی (۲۰۱۲)، نشان دادند تحریک آنالین آنودی tDCS بر قشر حرکتی، ثبات قامتی ایستا با چشم‌های بسته را در بزرگسالان جوان بهبود بخشید (۲۲). کاسکی و همکاران ۲۰۱۳ دریافتند ترکیب تحریک آنالین آنودی tDCS بر قشر حرکتی اولیه و تمرین تعادلی باعث بهبود تعادل می‌شود (۲۳). سو و همکاران ۲۰۱۳ تأثیر آنودی 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

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).

فرضیه‌ی تسریع‌پیری<sup>۱</sup> 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 توده‌ی استخوانی دارند و داروهای ضد روان‌پریشی مصرف می‌کنند که همه‌ی این موارد، عوامل بالقوه برای افتادن و افزایش خطر شکستگی به حساب می‌آیند (۵). افتادن و شکستگی یک مسئله‌ی نگران‌کننده‌ی 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 کرینه‌ی مخچه در بیماران اسکیزوفرنی می‌تواند آسیب‌شناختی اساسی برای اختلال در تعادل و کنترل قامت را تبیین کند (۸). یکی دیگر از دلایل اختلال حرکتی در بیماران اسکیزوفرنی، نقص در سیستم گابائریک و بدکارکردی میانجی عصبی گابا می‌باشد (۹). نورثف و همکاران 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).

<sup>1</sup> Accelerated aging hypothesis<sup>2</sup> transcranial direct current stimulation

جامعه آماری پژوهش حاضر کلیه بیماران اسکیزوفرنی مرد مبتلا با اختلال افسردگی شهر اراک بودند. پس از کسب کد اخلاق با شناسه IR.SSRC.REC.1398.098 از کمیته 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 به عمل آمد. بیمارانی که در آزمون بک نمره بیشتر از یازده را کسب کردند تحت مصاحبه روان‌پزشک قرار گرفتند و بر اساس معیارهای تشخیصی DSM-IV، مبتلایان به اختلال افسردگی تشخیص داده شدند. ۲۱ بیمار (با میانگین سن  $48/00 \pm 11/93$  سال) با توجه به معیارهای ورود و خروج به عنوان 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 قییم آن‌ها، رضایت‌نامه دریافت گردید.

معیارهای ورود به تحقیق عبارت بودند از کسب نمره مساوی یا بالای یازده در پرسشنامه فرم کوتاه افسردگی بک، دامنه 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، تاریخچه 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 دوره مطالعه داروهای شرکت کنندگان بدون تغییر نگه داشته شدند.

### پرسشنامه معاینه مختصر وضعیت ذهنی

پرسشنامه معاینه 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 نسخه 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).

### پرسشنامه فرم کوتاه افسردگی بک

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

و همکاران ۲۰۱۳، اثر فوری تحریک آندی tDCS بر قشر حرکتی اولیه نیمکره 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 آنالین 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 به همراه 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). نهایتاً، 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 کاملاً غیر تهاجمی بوده و عمدتاً 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 اثر tDCS بر قشر مغز در عملکرد اندام فوقانی را بررسی کرده‌اند (۲۴). مطالعات اندکی اثر tDCS بر قشر مغز در عملکرد 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 مطالعه 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 مطالعه نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون همراه با گروه کنترل است.

و به ثانیه محسوب می‌شود (۳۷). در مطالعه‌ای صادقی، نوروزی، کریمی اصل و منتظر ۲۰۰۸ پایایی آزمون برخاستن و حرکت کردن زمان دار ۰/۹۹ محاسبه شده است (۳۹).

### تحریک مستقیم الکتریکی مغز از روی مجسمه

در این مطالعه از دستگاه تحریک الکتریکی مغز دو کاناله مدل نورواستیم ۳۲ ساخت شرکت مدیناطب در ایران برای تحریک مغزی استفاده شده است. منبع جریان این دستگاه یک باتری ۸/۴ ولت و ابعاد آن  $۱۵/۵ \times ۹/۵ \times ۵$  سانتیمتر و وزن آن ۰/۳۵ کیلوگرم است. حداکثر شدت جریان ۲ میلی‌آمپر بود. الکتروود آند (۱۶ سانتیمترمربع) بر روی قشر حرکتی اولیه (ناحیه ۲۰-۱۰ درصد نقطه Cz در هر دو نیمکره بر اساس سیستم ۱۰-۲۰) (مشخص شده در تصویر ۱)، قرار گرفت و به وسیله کش بر روی سر محکم شد و الکتروود کاتد (۲۴ سانتیمترمربع) برای جلوگیری از جریان مستقیم جانبی در مرکز پیشانی قرار گرفت (۴۰). اندازه بزرگ الکتروود کاتد، آن را از لحاظ عملکردی بی اثر می‌کند بدون اینکه تأثیری بر آند داشته باشد (۴۱). قشر حرکتی اولیه را نقطه تحریک آند برای بهبود تعادل انتخاب کردیم به دلیل اینکه دی مورا، آپاریسیو، گریکو، برونونی و هزونه ۲۰۱۹، در مطالعه مروری اظهار داشتند برای درک اثر بخشی tDCS بر بهبود کنترل ارادی و عملکرد تعادل، ناحیه مورد تحریک قشر حرکتی اولیه باشد. اما برای بررسی اثرات tDCS بر مؤلفه غیر ارادی یا مؤلفه یادگیری کنترل قلمتی می‌بایست تحریک روی مخچه انجام شود (۴۲). گروه تحریک آندی بر ناحیه حرکتی و پیش حرکتی به مدت ۲۴ جلسه در طول ۱۲ هفته (۲ بار 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.

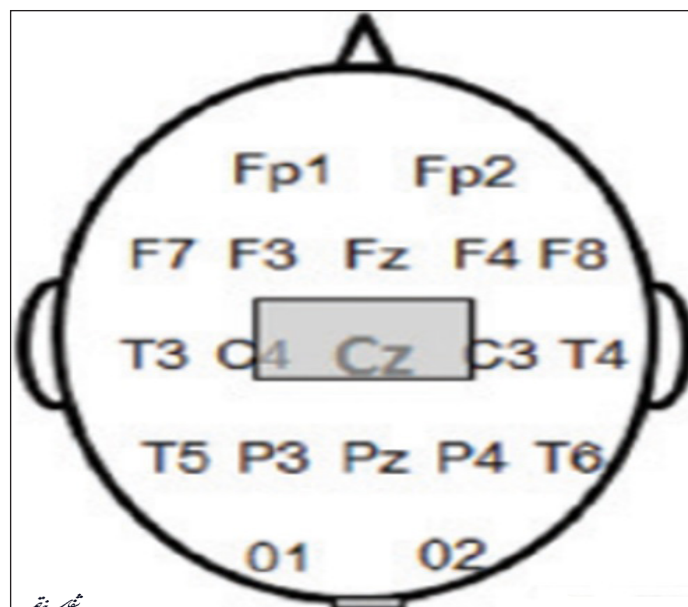
۱۳ گزاره خود گزارشی است که نشانه‌های خاص افسردگی را بیان می‌کند. هر گزاره این پرسشنامه شامل یک مقیاس چهار گویه‌ای است که دامنه آن از ۰ تا ۳ مرتب شده است. بیشینه و کمینه نمره آن ۳۹ و صفر است. این پرسشنامه برای اندازه‌گیری در جمعیت ایرانی رواسازی شده است (۳۶).

### 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 زمان دار

آزمون برخاستن و حرکت کردن زمان دار که نسخه اصلاح شده آزمون برخاستن و رفتن است، توسط پودسیالو 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 کرومومتر زمان را ثبت می‌کند. نمره وی بهترین تلاش از دو تلاش است



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

وسیله 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 وسیله 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 شاپیروویلیک 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.

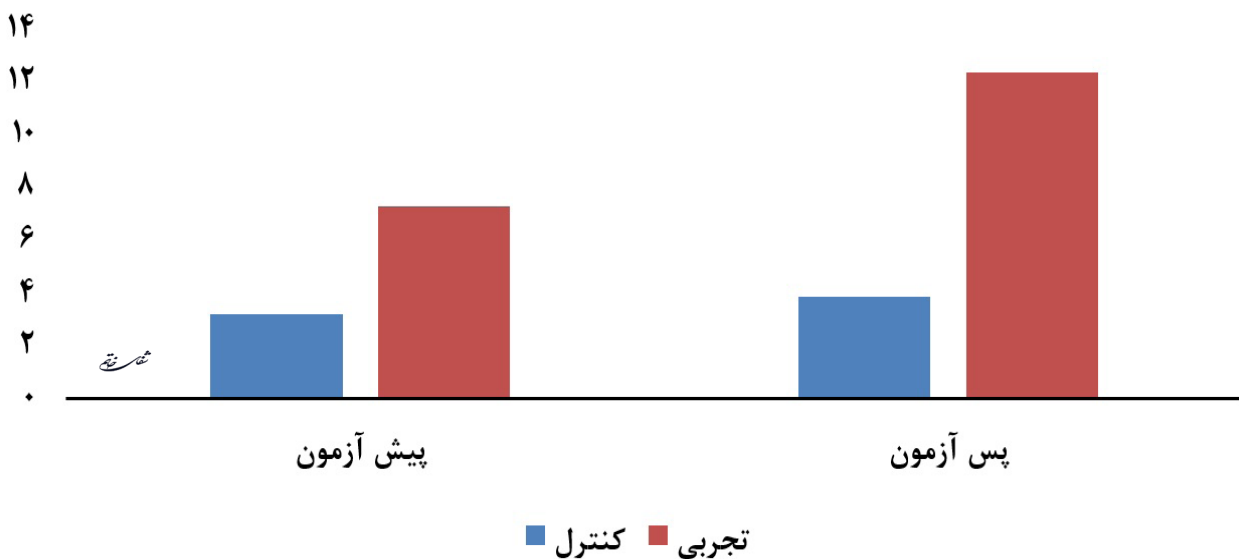
### یافته‌ها

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 شاپیروویلیک نرمال بودن توزیع نمرات و آزمون لوین همگن بودن واریانس‌ها در هر دو گروه را تایید نمود. برای مقایسه متغیرهای پژوهش در پس‌آزمون همراه با حذف اثر احتمالی مقادیر پیش‌آزمون از

این طرح در محیط کاملاً 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 بی‌خطر بودن آن اطلاعات کافی به آنان ارائه شد. از همه شرکت کنندگان یا قیم آنها قبل شروع آزمایش رضایت آگاهانه کتبی گرفته شد. سپس عملکرد دستگاه tDCS با ذکر تأثیرات جانبی و نیز توضیحاتی درباره 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 برنامه 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 سانتی‌متر مربع و الکترودهای ۲۴ سانتی‌متر مربع به مدت ۱۵ دقیقه در ۲۴ جلسه متوالی برای هر نقطه به مناطق قشر حرکتی 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 الکتروود آند بر روی نقطه مورد نظر و الکتروود کاتد بر مرکز پیشانی قرار می‌گرفت و به

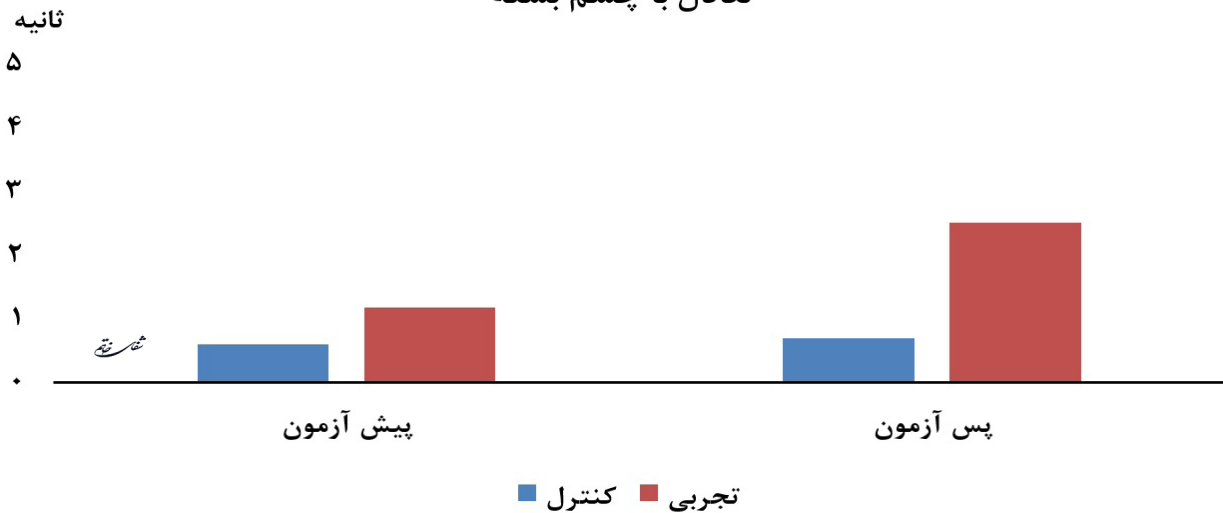
### تعادل با چشم باز

ثانیه



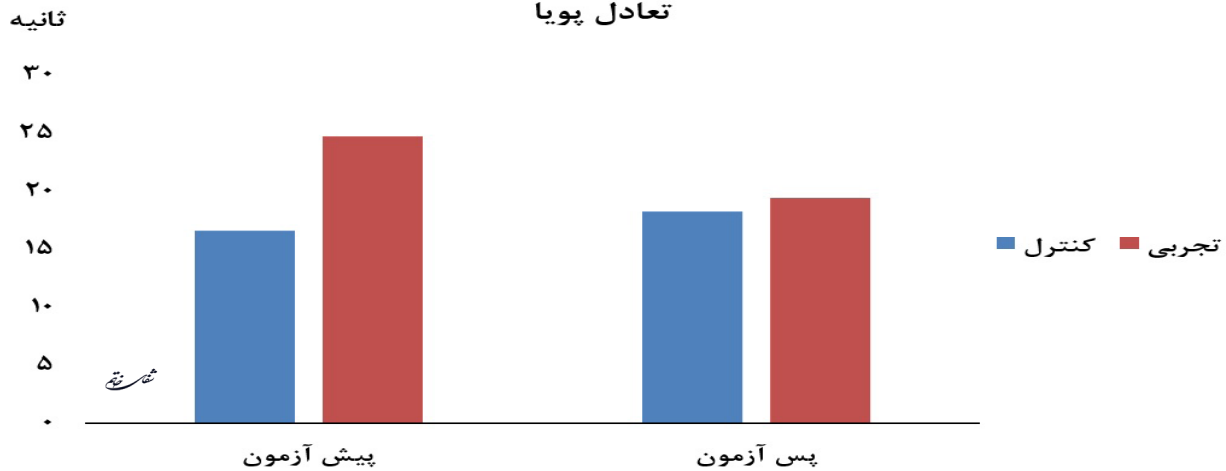
نمودار ۱- شاخص‌های پراکندگی و گرایش به مرکز گروه‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون تعادل با چشم باز

## تعالد با چشم بسته



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

## تعالد پویا



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

معناداری بین دو گروه آزمایشی و کنترل مشاهده شد ( $P < 0/012$ ,  $F < 7/812$ ). مقدار مجذور اتا در این حالت برابر  $0/30$  بود؛ بنابراین، تقریباً 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 آندال 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،

طرح تحلیل کوواریانس، استفاده شد که نتایج آن در جدول ۱ گزارش شده است. بر اساس نتایج به دست آمده از تحلیل کوواریانس (جدول ۱) در مؤلفه تعادل با چشم باز با کنترل عامل پیش‌آزمون اختلاف معناداری بین دو گروه آزمایشی و کنترل مشاهده شد ( $F < 6/611$ ,  $P < 0/019$ ). مقدار مجذور اتا در این حالت برابر  $0/26$  بود؛ بنابراین، تقریباً ۲۶ درصد از تغییرات بین نمرات پس‌آزمون تعادل با چشم باز ناشی از تفاوت بین گروه آزمایشی است. در مؤلفه تعادل با چشم بسته با کنترل عامل پیش‌آزمون اختلاف معناداری بین دو گروه آزمایشی و کنترل مشاهده شد ( $F < 5/118$ ,  $P < 0/03$ ). مقدار مجذور اتا در این حالت برابر  $0/22$  بود؛ بنابراین، تقریباً ۲۲ درصد از تغییرات بین نمرات پس‌آزمون تعادل با چشم بسته ناشی از تفاوت بین گروه آزمایشی است. در مؤلفه تعادل پویا با کنترل عامل پیش‌آزمون اختلاف

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	*۰/۰۲	
	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	۹/۰۲۴			

جدول ۱- تحلیل کواریانس تعیین تاثیر مداخله بر تعادل ایستا و تعادل پویا. \* نشانه معناداری در سطح  $P < 0.05$  است.

تعدیل می‌کند (۱۸). اثری که تحریک آندال مغز با جریان مستقیم بر جای می‌گذارد مربوط به فعال‌سازی نورون‌های موجود در ناحیه تحریک است. به این صورت که تحریک آندی باعث تغییر در تحریک‌پذیری قشر می‌شود که نه تنها شلیک خودبه‌خودی نورون‌ها را با تغییر پتانسیل الکتریکی غشا تغییر می‌دهد بلکه با تغییر عملکرد سیناپس‌ها به ایجاد تغییرات نوروپلاستیک<sup>۵</sup> کمک می‌کند (۴۳). مکانیسم‌های اساسی برای تغییرات تحریک‌پذیری به دلیل دپلاریزاسیون زیر آستانه غشاء عصبی در اثر تحریک آندی است. با توجه به یافته‌های موجود می‌توان حدس زد که کاهش در مهار گابائریک 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 گابائریک 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

ورھیدن 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 عضله تیبیای قدامی و EMG عضله 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 فرضیه 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 شبکه 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 حالی که 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

<sup>4</sup> Firing

<sup>5</sup> Neuro Plastics



بعد از یک جلسه تحریک بر مچچه را نتیجه‌گیری نکردند. ممکن است دلیل نتایج مغایر تفاوت در نقطه تحریک و تعداد جلسات تحریک و تفاوت در آزمودنی‌ها بوده باشد. یکی از محدودیت‌های این پژوهش، عدم تحریک ششم برای گروه کنترل بود. بنابراین نیاز است در آینده، پژوهش‌های دیگری با رعایت این مورد روی بیماران اسکیزوفرنی انجام گیرد. محدودیت دیگر این بود که تحریک برای قشر حرکتی اولیه در نظر گرفته شد اما با توجه به ماهیت tDCS، محل تحریک فراتر از قشر حرکتی اولیه بود. بنابراین برآورد اینکه آیا بهبود به دست آمده، تنها به دلیل تغییر در قشر حرکتی اولیه است یا اینکه نواحی دیگر قشر مغز در بهبود نقش داشته است، مشکل است. مطالعات بیشتری نیاز است تا از تجزیه و تحلیل تصویربرداری عصبی استفاده کنند. عواملی که بر عملکرد تعادل تأثیر می‌گذارند شامل قدرت، عملکرد مچچه، تیزبینی، ادراک حس عمقی، عملکرد گوش داخلی، وضعیت پا روی زمین، اختلاف در قد پا، دارو، سن، ضربان قلب، تنفس و عملکرد شنوایی می‌باشند. مطالعات بیشتری می‌بایست همه این عوامل اثرگذار بر تعادل را ارزیابی کنند و به این سوال پاسخ دهند که آیا این عوامل تحت تأثیر tDCS قرار می‌گیرند (۴۹). این یافته‌ها اظهار می‌دارد tDCS یک ابزار خوب برای بهبود کنترل تعادل است. تعادل یک مؤلفه مهم در راه رفتن است و از افتادن پیشگیری می‌کند. بنابراین استفاده از tDCS به‌عنوان یک درمان مکمل برای توانبخشی بیماران اسکیزوفرنی با اختلال افسردگی پیشنهاد می‌شود و انتظار می‌رود نتایج درمانی را بهینه کند.

### تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان نامه دکتری رفتار حرکتی خانم راضیه خانمحمدی به راهنمایی آقای دکتر محمود شیخ و فضل‌الله باقرزاده و مشاوره آقای دکتر حومنیان و آقای دکتر خواجه‌سوی می‌باشد. از خانم دکتر کاوه (روان‌پزشک کلینیک طلوع)، خانم کربلایی و آقای پریور (کارشناسان بالینی و مسئول فنی کلینیک توانبخشی)، که در انجام این پژوهش ما را یاری کردند، کمال تشکر را داریم.

بر تعادل ایستا را نتیجه‌گیری نکردند. ما معتقدیم این تفاوت به دلیل تفاوت در اندازه پدها، مدت تحریک و نمونه بوده باشد. آنها اثر فوری tDCS را در یک جلسه بررسی کردند در حالی که ما ۱۲ جلسه تحریک برای هر نیمکره داشتیم. از طرفی، آنها از پد ۵۰ سانتی‌متر مربعی برای تحریک خط میانی قشر حرکتی (تحریک هر دو نیمکره به صورت همزمان) استفاده نمودند در حالی که در پژوهش حاضر از پد ۱۶ سانتی‌مربعی برای تحریک قشر حرکتی در هر نیمکره استفاده می‌شد.

چن و همکاران ۲۰۱۵، نشان داده‌اند تحریک آندال مغز با جریان مستقیم بر تعادل بزرگسالان جوان تأثیری نداشته است (۴۷). یکی از دلایل مغایرت یافته‌های پژوهش حاضر با این مطالعات ممکن است مدت تحریک یا شدت جریان باشد زیرا چن و همکاران ۲۰۱۵، یک جلسه ۲۰ دقیقه‌ای تحریک قشر حرکتی اولیه را با شدت جریان ۱ میلی‌آمپر داشتند. در حالی که در مطالعه دیگری تأثیر تحریک آندی tDCS با جریان ۱ میلی‌آمپری بر تحریک‌پذیری اندام فوقانی نشان داده شده بود. این یافته‌ها احتمالاً به این دلیل است که ناحیه مربوط به پا در قشر حرکتی اولیه در مقایسه با ناحیه مربوط به دست در قسمت داخل‌تر قرار گرفته است در نتیجه برای تحریک ناحیه مربوط به پا در قشر حرکتی اولیه شدت جریان باید از ۱ میلی‌آمپر بیشتر باشد (۲۴). یکی دیگر از یافته‌های پژوهش حاضر بهبود معنادار در تعادل پویای گروه تحریک آندال مغز با جریان مستقیم بود. یافته ما با پژوهش کاسکی و همکاران ۲۰۱۳ همخوانی داشت (۲۳). البته آنها بهبود در تعادل پویای بیماران ایسکمی مغزی را بعد از یک جلسه تحریک خط میانی قشر حرکتی اولیه همزمان با تمرین بدنی نشان دادند. با توجه به اینکه آزمون تعادل پویا در هر دو پژوهش آزمون برخاستن و حرکت کردن زمان‌دار بود. اما کاسکی و همکاران ۲۰۱۳، از تحریک آنالین به همراه تمرین بدنی استفاده کردند و ممکن است بهبود در تعادل پویا به دلیل تمرین تعادلی بوده باشد. همچنین آنها تحریک قشر حرکتی اولیه را در هر دو نیمکره به صورت همزمان تحریک دادند در حالی که در پژوهش حاضر تحریک هر نیمکره جداگانه بود. همچنین یافته‌های ما با نتایج استاینرو همکاران ۲۰۱۶ همخوانی نداشت (۴۸). آنها بهبود در تعادل پویا

### منابع

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

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, Ramakrishnan 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, Czervinka 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

- 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, Dumas 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*

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.