

The Effectiveness of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on Depressive Symptoms and Attention of Major Depressive Disorder (MDD)

Abstract

The aim of this study was to determine the effectiveness of tDCS therapy on depressive symptoms and attention of people with major depressive disorder (MDD). The design of the current research was based on the practical purpose, of a semi-experimental type in the form of a pre-test and a post-test with a control group. The statistical population of this study included all adults (men and women) with symptoms of major depressive disorder (MDD), who referred to psychology and psychiatric clinics in Ahvaz city in 2018. The research sample included 24 subjects of experimental group (5 women and 7 men) and control group (6 women and 6 men) with major depressive symptoms, who were randomly selected. The instruments were Beck Depression Inventory (BDI-II) and Rosold Continuous Performance Test (CPT). Then, after 10 sessions of Transcranial Direct Current Stimulation (TDCS) in the experimental group, they completed the same tests again as the post-test. Data were analyzed by using statistical multivariate analysis of covariance (MANCOVA) and software version 26 (SPSS). The results showed that tDCS -based treatment reduced depressive symptoms in subjects with MDD in the experimental group compared to the control group. At the same time, tDCS-based treatment did not affect the reduction of attentional errors in persons with MDD in the experimental group compared with the control group ($P < 0/001$). Therefore, tDCS-based treatment by stimulating the left posterior-lateral prefrontal region and the right posterior-lateral prefrontal region is effective in reducing depressive symptoms in people with major depressive symptoms (MDD). Therefore, mental health specialists in medical centers can use this treatment along with other treatments (especially drug therapy).

Key words: *Electrical Brain Stimulation with Direct Current, Major Depressive Attention, Major depressive disorder (MDD), Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS)*

Extended Abstract

Introduction & Aim

Depression is a prevalent factor contributing to mental health disorders. According to the American Psychiatric Association (APA) guidelines, Major Depressive Disorder (MDD) is characterized by persistent feelings of sadness or loss of interest, accompanied by physical, psychomotor, and neurocognitive symptoms lasting at least 2 weeks and resulting in significant functional impairment across various life domains (American Psychiatric Association, 2015). Several studies have shown cognitive impairments associated with major depression, including deficits in attention, working memory, visual-spatial memory, executive functions, and processing speed (Keefe et al. 2014; Wagner et al., 2012; Moreno et al., 2012). During depressive episodes, evidence suggests interhemispheric functional asymmetry, with the left dorsolateral prefrontal cortex (DLPFC) being underactive and the right DLPFC being overactive (Grimm et al., 2008). The DLPFC communicates with the frontoparietal network (FPN), involved in decision-making, working memory, and attention, which is often underactive in depression (Kaiser et al., 2015).

Noninvasive brain stimulation (NIBS) therapies, such as transcranial Direct Current Stimulation (tDCS), have emerged as promising alternative strategies based on the understanding of specific brain regions involved in psychiatric disorders (Sauvaget, Lagalice, Schirr-Bonnans et al., 2020). tDCS involves applying a low-intensity continuous electric current (1 to 2.5 mA) through scalp electrodes (anode and cathode) for an average of 10 to 30 minutes. Anodal stimulation increases neuronal firing rates and

decreases GABA activity, while cathodal stimulation inhibits neurons and reduces glutamate levels (Brunoni & Palm, 2019; Brunoni et al., 2014; Bennabi, & Haffen, 2018). The antidepressant effects of tDCS on the DLPFC have been suggested since 2006 (Fregni et al., 2021). tDCS is among the most widely used non-invasive techniques, shown to enhance working memory (Carvalho et al., 2015), cognitive flexibility (Leite et al., 2013), inhibition (Leite et al., 2018), and other cognitive functions. Given these factors, this study aims to investigate whether tDCS treatment has an impact on depression symptoms and attention in individuals with depressive symptoms in Ahvaz city. Specifically, the research seeks to determine the effectiveness of tDCS therapy on depressive symptoms and attention in individuals diagnosed with Major Depressive Disorder (MDD).

Methodology:

This study employed a semi-experimental design with pre- and post-test measurements, including a control group. The target population consisted of adult individuals (both men and women) exhibiting symptoms of depression who sought treatment at psychology and psychiatric clinics in Ahvaz city. Initially, 47 subjects diagnosed with depression based on clinical interviews conducted by psychiatrists and clinical psychologists were identified. Subsequently, the Beck Depression Inventory-II (BDI-II) was administered to these individuals, with 34 subjects scoring above 17 on the questionnaire being selected for participation. The final sample comprised 32 subjects, randomly allocated into experimental and control groups, each consisting of 16 individuals. However, some participants were excluded due to incomplete intervention or failure to complete the post-test. Inclusion criteria included a diagnosis of depression for at least 6 months, a minimum of 5th-grade education, age between 25 and 50 years, a BDI-II score of 17 or higher, and consent to participate. Exclusion criteria encompassed psychotic disorders, co-occurrence of other mental disorders such as anxiety, concurrent use of certain medications, presence of metal implants or electrodes in the head, head skin damage, frequent headaches or migraines, absence from more than one session, and lack of consent. Before the intervention, all selected subjects completed the Beck Depression Inventory-21 (BDI-21) questionnaire and the Continuous Performance Test (CPT). Following the application of 10 sessions of transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) intervention on the experimental group, the same tests were repeated as post-tests. The tDCS device utilized in the intervention employed a 9-volt battery, with maximum current and voltage of 4 mA and 80 V DC, respectively. Stimulation parameters involved applying 2 mA for at least 30 minutes daily over 10 sessions. Electrodes were positioned over the left dorsolateral prefrontal cortex (F3) and right dorsolateral prefrontal cortex (F4) using the international 10-20 EEG system.

Findings:

Based on this, treatment based on transcranial direct current stimulation (tDCS) has led to a reduction in the level of Major Depressive Disorder (MDD) in individuals with depression symptoms in the experimental group. Therefore, 83% of the individual differences in post-test scores of depressive symptoms are attributed to the tDCS-based treatment.

With the control of pre-test differences between the experimental and control groups in terms of attention, no significant difference was observed. Therefore, the treatment based on tDCS did not prove to be effective in reducing the level of attentional errors in individuals with depression symptoms in the experimental group.

Conclusion:

In conclusion, direct electrical stimulation of the brain engages the prefrontal cortex in the neural network responsible for processing emotions and mood, leading to enhanced brain processing capabilities and reduced inefficient automatic thoughts, ultimately resulting in a decrease in depressive symptoms (Zhang et al., 2021; Zhu et al., 2020). Therefore, in individuals exhibiting symptoms of depression, direct electrical stimulation therapy targeting the left prefrontal cortex has shown a positive effect on reducing depression symptoms, suggesting it could be an effective intervention for depression treatment.

The cognitive effects of transcranial direct current stimulation (tDCS) may vary due to its association with baseline cognitive performance, gender, and structural brain differences, impacting the stimulation pathway and treatment effects differently (Cotelli et al., 2016).

Based on these results, mental health professionals in medical settings can consider utilizing this therapeutic approach alongside other interventions, particularly pharmacotherapy, for individuals exhibiting symptoms of depression.

اثر بخشی درمان تحریک الکتریکی مغز با جریان مستقیم (tDCS) بر علایم افسردگی و توجه افراد مبتلا به اختلال افسردگی اساسی^۱ (MDD)

چکیده

هدف از پژوهش حاضر تعیین اثر بخشی درمان مبتنی بر تحریک الکتریکی مغز با جریان مستقیم بر علایم افسردگی و توجه افراد مبتلا به اختلال افسردگی بود. طرح پژوهش حاضر بر اساس هدف کاربردی، از نوع نیمه تجربی در قالب پیش آزمون پس آزمون همراه با گروه کنترل بود. جامعه آماری این پژوهش شامل تمامی بزرگسالان (زن و مرد) دارای علایم افسردگی مراجعه کننده به کلینیک های روان شناسی و روان پزشکی در سال ۱۳۹۸ در شهر اهواز بود. نمونه پژوهش شامل ۲۴ نفر (۱۲ نفر گروه آزمایش (۵ زن و ۷ مرد) و ۱۲ نفر گروه کنترل (۶ زن و ۶ مرد) از افراد دارای علایم افسردگی بود، که به صورت تصادفی انتخاب شدند. ابزار مورد استفاده در پژوهش شامل پرسشنامه افسردگی بک (BDI-II) و آزمون عملکرد پیوسته رازولد (CPT) بوده است. سپس بعد از اعمال مداخله ۱۰ جلسه ای تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS) بر روی گروه آزمایش، مجددا همان آزمون ها را به عنوان پس از آزمون تکمیل کردند. داده ها با استفاده از روش تحلیل کواریانس چندمتغیری (مانکوا) و نسخه ۲۶ نرم افزار (SPSS) تجزیه و تحلیل شد. نتایج نشان داد که درمان مبتنی بر tDCS باعث کاهش علایم افسردگی افراد مبتلا به اختلال افسردگی اساسی در گروه آزمایش در مقایسه با گروه کنترل شده است. در عین حال، درمان مبتنی بر tDCS هیچ گونه اثر بخشی، بر کاهش خطا در توجه افراد مبتلا به اختلال افسردگی اساسی در گروه آزمایش در مقایسه با گروه کنترل نداشت ($P < 0/001$). بنابراین درمان مبتنی بر tDCS با تحریک ناحیه پیش پیشانی خلفی - جانبی چپ و پیش پیشانی خلفی - جانبی راست، بر کاهش افسردگی افراد دارای علایم افسردگی موثر است. از این رو متخصصین حوزه ی سلامت و روان در مراکز درمانی می توانند از این درمان در کنار سایر درمان ها (به خصوص دارو درمانی) استفاده کنند.

واژه های کلیدی: تحریک الکتریکی مغز با جریان مستقیم، افسردگی اساسی، توجه افسردگی اساسی، تحریک الکتریکی مغز با جریان مستقیم، توجه

۱. مقدمه

افسردگی یکی از رایج ترین عواملی است که موجب اختلال در سلامت روانی می شود. تخمین زده می شود که بیش از ۳۰۰ میلیون نفر در جهان از افسردگی رنج می برند که شیوع یکساله آن ۶/۶٪ و شیوع مادام العمر ۱۶/۲ درصد است (کوپفر، فرانک و فیلیپس^۲، ۲۰۱۶). طبق دستورالعمل انجمن روان پزشکی آمریکا^۳ (APA) اختلال افسردگی اساسی^۴ (MDD) شامل خلق افسرده و یا کاهش لذت یا علاقه است که حداقل به مدت ۲ هفته، با علائم جسمی، روانی - حرکتی و عصبی شناختی همراه است و باعث اختلال عملکردی قابل توجهی در چندین بخش از زندگی بیمار می شود (انجمن روان پزشکی آمریکا، ۲۰۱۵). برخی مطالعات حاکی از آن است که افسردگی اساسی با اختلالات شناختی در حوزه هایی مانند توجه، حافظه کاری، حافظه دیداری - فضایی، عملکردهای اجرایی و سرعت پردازش مرتبط است (کیف و همکاران^۵، ۲۰۱۴؛ واگنر و همکاران^۶، ۲۰۱۲؛ مورنو و همکاران^۱، ۲۰۲۰).

۱. این پژوهش با گرنت معاونت پژوهشی دانشگاه شهیدچمران اهواز و هزینه شخصی محققین انجام شده است.

2. Kupfer, Frank, & Phillips
3. American Psychiatric Association (APA)
4. major depressive disorder (MDD)
5. Keefe et al.
6. Wagner et al.

فرضیه نوروتروفین^۲ افسردگی بیان می کند که حالت افسردگی با کاهش چندین نوروتروفین مرتبط با انعطاف پذیری عصبی، مانند فاکتور نوروتروفیک مشتق از خون^۳ (BDNF) همراه است (برونونی، لوپس و فرگنی^۴، ۲۰۰۸). به عنوان مثال نشان داده شد که آمیگدال و هیپوکامپ بیماران مبتلا به اختلال افسردگی اساسی از لحاظ حجم، کاهش چشمگیری داشته، که پس از درمان های ضد افسردگی حجم این دو منطقه افزایش می یابد (همیلتون، سیمر و گوتلیب^۵، ۲۰۰۸). از این رو فرضیه نوروتروفین افسردگی بر این اصل بنیادی متکی است که بهبود علائم با افزایش انعطاف پذیری عصبی همراه است (برونونی و پالم^۶، ۲۰۱۹). در دوره های افسردگی شواهدی مبنی بر عدم تقارن عملکردی بین نیمکره ای وجود دارد. به طور کلی قشر پیش پیشانی پشتی جانبی^۷ (DLPFC) نیمکره چپ کم فعال است و قشر پیش پیشانی پشتی جانبی (DLPFC) نیمکره راست بیش فعال است (گریم و همکاران^۸، ۲۰۰۸). قشر پیش پیشانی پشتی جانبی (DLPFC) با شبکه پیشانی-آهیانه ای^۹ (FPN) ارتباط برقرار می کند، که در تصمیم گیری، حافظه فعال و توجه نقش دارد و مشخص شده است که در افسردگی کم فعال است (کیسر و همکاران^{۱۰}، ۲۰۱۵). کم فعالی (FPN) به نوبه خود با بیش فعالی شبکه حالت پیش فرض^{۱۱} (DMN) که توسط قشر پیش پیشانی میانی^{۱۲}، قشر سینگولیت پشتی^{۱۳} و شکنج زاویه ای^{۱۴} تشکیل شده است، مرتبط است (گریسیوس و همکاران^{۱۵}، ۲۰۰۳). (DMN) بیش از حد با رفتارهای افسردگی، مانند نشخوار فکری منفی، پردازش خود ارجاعی ناکارآمد و کاهش تمرکز و توجه مرتبط است (برونونی و همکاران^{۱۶}، ۲۰۱۴؛ ویلیامز^{۱۷}، ۲۰۱۶).

طبق نظر پوسنر و پیترسون (پترسن و پوسنر^{۱۸}، ۲۰۱۲؛ پوسنر و پترسن، ۱۹۹۰). توجه شامل سه شبکه مغزی است: هشدار، جهت دهی و اجرایی. شبکه هشدار برای حفظ حالت آمادگی فعال می شود و به نواحی تالاموس و ناحیه پیشانی آهیانه ای نیمکره چپ متصل می شود (کول و همکاران^{۱۹}، ۱۹۹۶؛ فن و همکاران^{۲۰}، ۲۰۰۵). شبکه جهت گیری با جهت گیری فضایی و همچنین با جهت دادن به توجه برای متمرکز شدن بر برخی محرک های خاص به طور غیر مستقیم مرتبط است (پوسنر، ۲۰۱۶) و با فعال شدن میدان دید پیشانی^{۲۱} (FEF) و قشر فوقانی آهیانه، عمدتاً در نیمکره راست، در ارتباط است (پترسن و پوسنر، ۲۰۱۲). شبکه کنترل اجرایی به فرایند حل تعارض مرتبط با هدف اشاره دارد (فن، مک کندلیس، سامر، راز و پوسنر، ۲۰۰۲). که با فعال شدن ناحیه سینگولیت قدامی پشتی^{۲۲} (DACC) و قشر پیش پیشانی پشتی جانبی (DLPFC) مرتبط است (فن، مک اندلیس، سومر، راز و

1. Moreno et al.
2. neurotrophic hypothesis
3. Blood derived neurotrophic factor (BDNF)
4. Brunoni, Lopes, & Fregni,
5. Hamilton, Siemer, & Gotlib
6. Brunoni, & Palm
7. Dorsolateral prefrontal cortex (DLPFC)
8. Grimm et al.
9. Front parietal network (FPN)
15. Kaiser et al.
11. Default mode network (DMN)
12. medial prefrontal cortex
13. posterior cingulate cortex
14. angular gyrus
15. Greicius, Krasnow, Reiss, & Menon
16. Brunoni et al.
17. Williams
18. Posner, & Petersen
19. Coull et al.
20. Fan et al.
21. Frontal eye field (FEF)
22. Dorsal anterior cingulate cortex (DACC)

پوسنر^۱، فن و همکاران، ۲۰۰۲؛ فن و همکاران، ۲۰۰۵). مطالعات نشان داده مدار پیش پیشانی پشتی جانبی (DLPFC) ناحیه ای مناسب برای هدف قرار دادن افزایش توجه است، زیرا اتصالات زیادی با ساختارهای قشری و زیر قشری مانند هسته دمی^۲، گلوبوس پالیدوس^۳، جسم سیاه^۴ و تالاموس^۵ دارد(سیلی^۶ و همکاران، ۲۰۰۷).

مطالعات روی بزرگسالان افسرده وجود سوگیری‌های شناختی مرتبط با اطلاعات منفی را در سطح توجه (مانند زمان واکنش سریع^۷ (RTs) نسبت به محرک‌های منفی در مقابل محرک‌های خنثی)، تفسیر (مانند تفکیک کلمات مبهم به روش منفی) و حافظه (افزایش یادآوری کلمات منفی) نشان داده است (بری، نوس و رهم^۸، ۲۰۰۴؛ دی رادت و کوستر^۹، ۲۰۱۰؛ لپ پانن^{۱۰}، ۲۰۰۶). شواهد اخیر از یک مدل فرضیه ترکیبی سوگیری‌های شناختی در افسردگی بزرگسالان پشتیبانی می‌کند، که در آن سوگیری توجه برای اطلاعات منفی با خاطرات منفی بیشتر و به نوبه خود تفسیرهای منفی از اطلاعات مبهم جدید مرتبط است(لما و همکاران^{۱۱}، ۲۰۲۱).

علیرغم اقدامات درمانی موثر دارویی و روان درمانی، متخصصین سلامت و روان در حوزه ی مدیریت افسردگی اساسی به طور مرتب با موقعیت‌های بالینی چالش برانگیزی روبرو می‌شوند که مقاومت درمانی از ویژگی‌های بارز و اصلی آن است. درمان‌های متعارف که عمدتاً شامل دارو درمانی و روان درمانی است، تنها برای یک سوم بیماران موثر است و در بیشتر مواقع از مقاومت و مزمن شدن درمان جلوگیری نمی‌کند(ساواژات و همکاران^{۱۲}، ۲۰۲۰؛ ساواژات و همکاران^{۱۳}، ۲۰۱۹). علیرغم درمان‌های مناسب، ۳۰ تا ۴۰ درصد بیماران مبتلا به افسردگی اساسی هیچ بهبودی نشان نمی‌دهند. تنها یک سوم بیماران پس از یک مرحله درمان با داروهای ضد افسردگی به بهبودی بالینی می‌رسند(راش و همکاران^{۱۴}، ۲۰۰۶). علاوه بر این، افزایش خطر عود برای کسانی که برای دستیابی به بهبودی نیاز به بیش از یک درمان دارویی دارند، گزارش شده است(فکادو و همکاران^{۱۵}، ۲۰۰۹). با توجه به مطالب گفته شده به نظر پیامدهای بیماری و محدودیت‌های استراتژیکی درمان‌های دارویی و روانشناختی متعارف، ضرورت توسعه گزینه‌های درمانی جایگزین را قوت می‌دهد(بنابی و هافن^{۱۶}، ۲۰۱۸).

درمان‌های تحریک غیرتهاجمی مغز^{۱۷} (NIBS) به عنوان استراتژی‌های جایگزین مرتبط، بر اساس دانش نوظهور در مورد نواحی خاص مغز درگیر در بیماری‌های روانپزشکی پدیدار شده اند. در میان این تکنیک‌ها، به نظر می‌رسد که تحریک الکتریکی با جریان مستقیم^{۱۸} (tDCS)، به دلیل کم هزینه بودن، سهولت استفاده و قابلیت حمل نوید بخش باشد(ساواژات و همکاران، ۲۰۲۰). تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS)، شامل یک جریان الکتریکی پیوسته با شدت کم (۱ تا ۲/۵ میلی آمپر) است که بین ۲

1. Fan, McCandliss, Sommer, Raz, & Posner
2. caudate nucleus
3. globous pallidum
4. substantia nigari
5. thalamus
6. Seeley
7. Reaction times (RTs)
15. Barry, Naus, & Rehm
9. De Raedt, R., & Koster
10. Leppänen
11. Lema
12. Sauvaget, Lagalice, Schirr-Bonnans et al.
13. Sauvaget, Tostivint, Etcheverrigaray et al.
14. Rush et al.
15. Fekadu et al.
16. Bennabi, & Haffen
- 17 Noninvasive brain stimulation (NIBS)
- 18 Transcranial Direct Current Stimulation (TDCS)

الکتروود (آند^۱ و کاتد^۲)، به طور میانگین به مدت ۱۰ تا ۳۰ دقیقه روی پوست سر قرار می‌گیرد، تحریک آندی باعث دپلاریزاسیون غشاهای عصبی، افزایش سرعت شلیک خود به خودی نورون و کاهش فعالیت گابا می‌شود، در حالی که تحریک کاتدی منجر به مهار عصبی و کاهش سطح گلوتامات می‌شود (برونونی و پالم^۳، ۲۰۱۹؛ برونونی و همکاران، ۲۰۱۴؛ بنابی و هافن، ۲۰۱۸).

اثرات ضد افسردگی درمان با تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS) درمان با بر ناحیه پیش پیشانی پشتی جانبی (DLPFC) از سال ۲۰۰۶ پیشنهاد شده است (فرگنی و همکاران^۴، ۲۰۰۶؛ فرگنی و همکاران، ۲۰۲۱) و از آن زمان توسط مطالعات متعدد (بوجو^۵ و همکاران، ۲۰۰۸؛ شرفی، تقوا، اربابی، دادخواه و قادری، ۲۰۱۹؛ نعیم، رضایی شریف و علیقلی زاده مقدم، ۲۰۲۱) تایید شده است. تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS) یکی از پر کاربردترین تکنیک‌های غیر تهاجمی است که نشان داده است حافظه کاری (کاروالیو و همکاران^۶، ۲۰۱۵)، انعطاف پذیری شناختی (لیت و همکاران^۷، ۲۰۱۱؛ لیت و همکاران، ۲۰۱۳)، بازداری و مهار (لیت و همکاران، ۲۰۱۸) را در میان سایر عملکردهای شناختی افزایش می‌دهد.

در طی دو دهه اخیر چندین کارآزمایی بالینی تصادفی شده، کارایی بالینی درمان با تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS) را در افسردگی اساسی ارزیابی کرده‌اند. یافته‌های به دست آمده از یک کارآزمایی تصادفی دو سو کور شاهددار نشان داد که افراد افسرده‌ای که در گروه مداخله تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS) فعال قرار داشتند نسبت به گروه شاهد، نمرات پایین تری را در آزمون افسردگی همیلتون بعد از مداخله و در پیگیری یک ماه گزارش کردند (شرفی و همکاران، ۲۰۱۹). در یک کارآزمایی آزمایشی، محققان ۱۰ بیمار بزرگسال افسرده را انتخاب کردند، که نتایج مثبتی از اثر بخشی تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS) فعال را در ۵ جلسه ۲۰ دقیقه‌ای بر روی این بیماران مشاهده کردند (فرگنی و همکاران، ۲۰۰۶). نتایج بدست آمده از یک کارآزمایی بالینی موازی و دو سو کور با ۴۰ بیمار مبتلا به افسردگی اساسی، نشان داد که، بیماران با اختلال افسردگی اساسی (MDD) حاضر در گروه مداخله تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS) فعال کاهش میانگین ۴/۴۰٪ را در مقیاس درجه بندی افسردگی همیلتون گزارش کردند که نسبت به سایر گروه‌ها (دارونما) بهبود بالینی قابل توجهی بود (بوجو و همکاران، ۲۰۰۸). در یک مطالعه تصادفی دو سو کور اثر مداخله تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS) بر کیفیت خواب و علائم افسردگی در بیماران مبتلا به اختلال افسردگی اساسی (MDD) و بی خوابی مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد که تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS) نه تنها علائم افسردگی و اضطراب را بهبود می‌بخشد، بلکه تاثیر مثبتی بر کیفیت خواب در بیماران مبتلا به (MDD) دارد (ژو و همکاران^۸، ۲۰۲۰). به طور کلی نتایج به دست آمده از چندین متاآنالیز و کارآزمایی تصادفی کنترل شده، حاکی از اثر بخشی درمان تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS) در کاهش علائم اختلال افسردگی اساسی (MDD) می‌باشد (موسا و همکاران^۹، ۲۰۱۹؛ شیوزاوا و همکاران^{۱۰}، ۲۰۱۴؛ وانگ و همکاران^{۱۱}، ۲۰۲۱؛ رازا و همکاران^{۱۲}، ۲۰۲۰؛ وانگ، ۲۰۱۹؛ ریگوناتی و همکاران^{۱۳}، ۲۰۰۸).

-
- 1 anode
 - 2 cathode
 3. Brunoni & Palm
 4. Fregni et al.
 5. Boggio
 6. Carvalho et al.
 7. Leite et al.
 8. Zhou et al.
 9. Moffa et al.
 10. Shiozawa et al.
 11. Wang
 12. Razza
 13. Rigonatti et al.

در حوزه عملکرد شناختی بیماران مبتلا به اختلال افسردگی اساسی (MDD)، چندین مطالعه اثر بخشی درمان تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS) را در بهبود فعالیت شناختی این بیماران تایید کرده است. به عنوان مثال در یک کارآزمایی کنترل شده تصادفی بین المللی، اثرات عصب شناختی تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS) در افسردگی تک قطبی و دو قطبی مورد مطالعه قرار گرفت، نتایج نشان داد که تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS) منجر به بهبود در یادگیری و یادآوری کلامی، توجه انتخابی، سرعت پردازش اطلاعات و حافظه کاری شد که مستقل از اثرات خلقی بود (مک کلینتاک و همکاران، ۲۰۲۰). تا به امروز، بهبود توجه و حافظه فعال پس از ۱ جلسه (مورنو و همکاران، ۲۰۱۵؛ اولیویرا و همکاران، ۲۰۱۳؛ لو و همکاران، ۲۰۱۲) ۵ جلسه (فرگنی و همکاران، ۲۰۰۶)، ۱۰ جلسه (مصطفوی و همکاران، ۲۰۲۱) و ۱۵ جلسه (مک کلینتاک و همکاران، ۲۰۲۰، مداخله تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS) فعال بر روی قشر پیش پیشانی پشتی جانبی (DLPFC) سمت چپ گزارش شده است. به طور کلی نتایج به دست آمده از چندین مطالعه، حاکی از اثر بخشی درمان (tDCS)، در بهبود و افزایش فعالیت‌های شناختی بیماران می‌باشد (کروز و همکاران، ۲۰۱۸؛ کاکوییرا، ۲۰۱۷؛ گونزالس، فونگ و براون، ۲۰۲۱).

با این وجود نتایج برخی از مطالعات، حاکی از موثر واقع نشدن مداخله تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS) در بهبود و افزایش عملکرد، در سایر حوزه‌های شناختی (به خصوص توجه) می‌باشد. برای مثال نتایج به دست آمده از یک متآنالیز، که در برگیرنده کارآزمایی تصادفی شده و کنترل شده بود، نشان داد که هیچ گونه افزایش عملکرد شناختی پس از درمان با تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS) فعال برای بیماران با اختلال افسردگی اساسی (MDD) در مقایسه با گروه شم برای ۱۲ پیامد شناختی گزارش نشد (مارتین و همکاران، ۲۰۱۸). یافته‌های یک مطالعه نشان داد که عملکرد شناختی به طور جالبی پس از تحریک ساختگی بهبود یافت، و در گروه درمان با تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS) فعال هیچ گونه بهبودی، در حوزه عملکرد شناختی - اجتماعی گزارش نشد (گریگورسکو و همکاران، ۲۰۲۰). علاوه بر این، در مطالعه ای که شامل بیماران مبتلا به اختلال افسردگی بود، عملکرد دقت و توجه در کار یادگیری رویه ای یا ضمنی به دنبال تحریک‌های ساختگی تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS)، اما نه فعال بهبود یافت (برونونی و همکاران، ۲۰۱۳). باید به اینکه توجه داشت که، نتایج برخی از مطالعات حاکی از عدم اثر بخشی درمان با تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS)، در بهبود و افزایش عملکرد شناختی بیماران می‌باشد (لندن و اسلاگتر، ۲۰۲۱؛ هوروات، فورته و کارتر، ۲۰۱۵).

نقص در توجه در افراد افسرده، و افزایش علایم افسردگی، باعث کاهش سلامت روانی افراد می‌شود. در نتیجه وجود اختلالات شناختی در افراد افسرده سبب شده تا وضعیت خلقی آن‌ها با چالش روبه‌رو شود، بر این اساس درمانی که سبب بهبود این علایم و نقص توجه در افراد شود، می‌تواند بازخورد مناسبی در این افراد باشد. افسردگی اساسی با دوره‌های طولانی مدت، تنوع علایم، بالا بودن میزان عود و اختلالات فیزیکی روانی زیادی همراه است، چنین بنظر می‌رسد که شرایط فرهنگی و اقلیمی در تنوع علایم و نشانگان بالینی این اختلال دخیل است. اگرچه تحقیقات پیشین (لندن و اسلاگتر، ۲۰۲۱؛ هوروات، فورته و کارتر، ۲۰۱۵). در خصوص اثربخشی درمان با تحریک غیر تهاجمی مغز (tDCS) به عنوان یکی از روش‌های مؤثر در کاهش نشانگان این اختلال، وجود دارد، اما بررسی اثربخشی آن در بیماران مبتلا به افسردگی اساسی در جامعه مبتلایان به افسردگی اساسی در شهر اهواز با توجه به شرایط خاص خود و تنوع نشانگان بالینی، جهت مقایسه با

1. McClintock et al.
2. Moreno
3. Oliveira
4. Loo et al.
5. Cruz et al.
6. Cachoeira
7. Gonzalez, Fong, & Brown
8. Grigorescu
9. London, & Slagter
16. Horvath, Forte, & Carter

نتایج تحقیقات پیشین قابل اهمیت است. از سوی دیگر، اثرات رفتاری آنچه در تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS) در زیر کاتد تحریک کننده اتفاق می افتد، الزاماً با آن روشنی که انتظار داریم نیست. در بیشتر مطالعات، ناحیه ای که زیر آند قرار گرفته است تحریک و ناحیه ای که زیر کاتد قرار دارد مهیار می شود. به هر حال، مغز بسیار پیچیده است. برای مثال، مطالعاتی وجود دارد که علی رغم اکثر مطالعات نشان می دهد، نواحی مغزی زیر آند، از نظر رفتاری مهیار می شوند. به نظر می رسد که نواحی مختلف مغزی با مورفولوژی، لایه بندی و ساخت سلولی متفاوت، می توانند پاسخی متفاوت به تحریک جریان مستقیم از خود نشان دهند (ساواژت و همکاران، ۲۰۲۰). به همین دلایل، این پژوهش انجام شده است. لذا هدف این پژوهش پاسخ دادن به این سوال است که آیا درمان مبتنی بر (tDCS) تحریک الکتریکی مستقیم مغز بر علایم افسردگی و توجه افراد دارای علایم افسردگی در شهر اهواز، تأثیر گذار است؟

۲. روش

۲-۱. جامعه، نمونه و روش نمونه گیری

این پژوهش به لحاظ هدف کاربردی و از نظر شیوه جمع آوری داده ها، نیمه آزمایشی به صورت طرح پیش آزمون و پس آزمون همراه با گروه کنترل بود. جامعه آماری این پژوهش شامل تمامی بزرگسالان (زن و مرد) دارای علایم افسردگی مراجعه کننده به کلینیک های روان شناسی و روان پزشکی در سال ۱۳۹۸ در شهر اهواز بود. بر اساس مصاحبه بالینی توسط روانپزشک و روانشناس بالینی ۴۷ نفر از افرادی که افسردگی داشتند، به محقق ارجاع داده شدند. سپس پرسشنامه افسردگی بک^۱ (BDI-II) توسط این افراد تکمیل شد و در نهایت ۳۴ نفر که نمره بدست آمده از پرسشنامه تکمیل شده آن ها بالاتر از ۱۷ بود، انتخاب شدند، از آن جا که حداقل حجم نمونه آماری در تحقیقات آزمایشی برای هر زیر گروه ۱۵ نفر است (دلور، ۱۳۹۹). با در نظر گرفتن احتمال ۲۰٪ ریزش نمونه و تخطی از اعتبار پژوهش، حجم نمونه ۳۲ نفر در نظر گرفته شد که به صورت تصادفی به دو گروه ۱۶ نفره (آزمایش و کنترل) گمارده شدند. هر چند برخی از آزمودنی ها به دلیل عدم شرکت کامل در مداخله، یا کامل نکردن پس آزمون از مداخله خارج شدند. در این پژوهش ملاک ورود آزمودنی ها (ابتلا به افسردگی حداقل به مدت ۶ ماه، حداقل سواد پنجم ابتدایی، محدوده سنی ۲۵ تا ۵۰ سال، حداقل نمره ۱۷ افسردگی بر اساس آزمون افسردگی بک و رضایت ورود به مطالعه) و ملاک خروج آزمودنی ها (داشتن بیماری های سایکوتیک و همبودی با اختلالات روانی دیگر مانند اضطراب، مصرف همزمان داروهای چون کاربامازپین، اسیتالوپرام، سرتالین، وجود ایمپلنت های فلزی یا الکترودهای کاشته شده در سر، آسیب های پوستی در ناحیه سر، وجود سردرد مکرر، میگرن، تشنج، غیبت بیش از یک جلسه و عدم رضایت آزمودنی) بود.

۲-۲. شیوه اجرای پژوهش

در این پژوهش، قبل از اجرای متغیر مستقل (مداخله ی تحریک الکتریکی مستقیم مغز) با در نظر گرفتن ملاک های ورود و خروج، آزمودنی های انتخاب شده در هر دو گروه پرسشنامه افسردگی بک^۱ -۲۱ و آزمون عملکرد پیوسته (CPT)^۲ را تکمیل کردند، سپس بعد از اعمال مداخله ۱۰ جلسه ای تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS) بر روی گروه آزمایش، مجدداً همان آزمون ها را به عنوان پس از آزمون تکمیل کردند در این مطالعه برای تحریک الکتریکی مغز از دستگاه (Activates Iontophoresis) ساخت شرکت (Active Tek) استفاده شد. این دستگاه شامل یک باتری ۹ ولتی است که حداکثر شدت جریان و حداکثر ولتاژ آن به ترتیب ۴ میلی آمپر و ۸۰ ولت به صورت DC بود. میزان تحریک اعمال شده در این مداخله، ۲ میلی آمپر برای حداقل ۳۰ دقیقه در روز به مدت ۱۰ جلسه بود. دو الکتروآند و کاتد در اندازه های (۵ در ۷) به ترتیب در ناحیه قشر پیش پیشانی پشتی جانبی (DLPFC) سمت چپ (F3) و ناحیه قشر پیش پیشانی پشتی جانبی (DLPFC) سمت راست (F4) قرار داده شد. در ابتدا به طور آزمایشی هر کدام از آزمودنی ها تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS) را تجربه کردند، تا از استرس آن ها نسبت به این پروتکل درمانی کاسته شود. جهت گزارش ناحیه مغزی قرار گیری الکتروآند، از سیستم بین المللی ۱۰-۲۰ EEG استفاده شد.

1. Beck Depression Inventory

2. Continues performance test software (CPT)

۲-۳. ابزارهای پژوهش

۲-۳-۱. پرسشنامه افسردگی بک (BDI-II)

این آزمون برای اولین بار توسط **بک و همکاران**^۱ (۱۹۶۱) معرفی شد و توسط **بک، ریال و ریکلز**^۲ (۱۹۷۴) بازنگری شد. این ابزار شامل ۲۱ گویه است که شدت علائم افسردگی را ارزیابی می‌کند. ز پاسخ دهندگان خواسته می‌شود تا به هر یک از علائم افسردگی، از ۰ (عدم وجود) تا ۳ (شدید)، بر حسب احساس خود در دو هفته گذشته، امتیاز دهند. این ابزار برای ارائه یک نمره کلی منفرد طراحی شده است که می‌تواند از ۰ تا ۶۳ متغیر باشد سوالات این پرسشنامه شامل خودشناسی، احساس شکست، گریه، گناه، تنبیه، افکار خودکشی، فقدان اشتها، بدبینی، تحریک‌پذیری، از خود بی‌زاری، بی‌خوابی، اشتغال ذهنی و کاهش میل جنسی است. در جمعیت‌های غیر بالینی، نمرات بالای ۲۰ نشان دهنده افسردگی است (کندال، هالون، بک، هامن و اینگرام^۳، ۱۹۸۷). در افرادی که افسردگی تشخیص داده شده است. در این ابزار حداقل افسردگی = ۰-۱۳، افسردگی خفیف = ۱۴-۱۹، افسردگی متوسط = ۲۰-۲۸ و افسردگی شدید = ۲۹-۶۳ می‌باشد (بک، استیر و براون^۴، ۱۹۹۶). این ابزار روایی مناسبی دارد و اعتبار سازه ابزار در همبستگی با مقیاس افسردگی همیلتون^۵ ۱۹۶۰ برابر با ۰/۷۱ و ضریب آلفای آن برای دانشجویان ۰/۹۳ و ضریب بازآزمایی آن به فاصله یک هفته برابر با ۰/۹۳ گزارش شده است (بک، استیر و براون، ۱۹۹۶؛ هریس و جویس^۶، ۲۰۰۸). غرابی و همکاران^۷ (۱۳۷۹) اعتبار مقیاس را با استفاده از روش بازآزمایی. ۸۵٪ تا ۸۹٪ گزارش نمودند. همچنین ضریب همبستگی این مقیاس با پرسشنامه افسردگی بک در ایران ۶۵٪ گزارش شد. در پژوهش حاضر ضریب بازآزمایی ۰/۷۶ برای این پرسشنامه بدست آمد.

۲-۳-۲. نرم افزار آزمون عملکرد پیوسته (CPT)

اولین بار **رازولد و همکاران**^۸ (۱۹۵۶) این آزمون را به‌عنوان ابزاری برای تشخیص اختلالات مغزی تهیه نمودند. در تمام فرم‌های این آزمون، شرکت‌کنندگان لازم است برای مدت زمانی مشخص توجه خود را به یک مجموعه محرک نسبتاً ساده، دیداری و یا شنیداری جلب کند و در هنگام ظهور محرک هدف، با فشار یک کلید پاسخ خود را ارائه دهد. در این نسخه وقتی حرف (X) روی صفحه ظاهر می‌شود و یا حرف دیگری در ادامه حرف هدف می‌آید (A-X) شرکت‌کنندگان باید دکمه ای را فشار دهند (رازولد و همکاران، ۱۹۵۶؛ آلبرتس و ون درمیر^۹، ۱۹۹۲). این آزمون جهت سنجش گوش به زنگ بودن و توجه متمرکز به کار می‌رود و برای سنجش نگهداری توجه، مورد استفاده است (آلبرتس و ون درمیر، ۱۹۹۲). در یک مطالعه ضریب پایایی این آزمون از طریق بازآزمایی در دامنه‌ای بین ۰/۵۹ تا ۰/۹۳ بود که تمام ضرایب محاسبه شده در سطح ۰/۰۰۱ معنی‌دار بود (هادیان فرد، شکرکن، مهرابی زاده و نجاریان، ۱۳۷۹). نرم‌افزار فارسی این آزمون، توسط مؤسسه تحقیقات علوم رفتاری شناختی سینا تهیه شده است که در این پژوهش استفاده شد.

این آزمون شامل ۱۵۰ عدد یا تصویر فارسی به‌عنوان محرک (هدف و غیرهدف) است که محرک هدف شامل ۲۰ درصد محرک و محرک غیرهدف شامل ۸۰ درصد محرک می‌باشد. مدت زمان ارائه برای هر محرک ۲۰۰ هزارم ثانیه و فاصله بین ۲ محرک یک ثانیه است. مدت زمان اجرای آزمایش با احتساب مرحله تمرینی که به منظور درک بیشتر آزمودنی قبل از اجرای مرحله اصلی صورت می‌گیرد ۲۰۰ ثانیه است. در این آزمون دو نوع خطای حذف و خطای ارتکاب نمره‌گذاری

1. Beck et al.
2. Beck, Rial, & Rickels
3. Kendall, Hollon, Beck, Hammen, & Ingram
4. Beck, Steer, & Carbin
5. Hamilton Depression Scale
6. Harris, & Joyce
7. Rosvold
8. Alberts & van der Meere

می‌شود. خطای حذف هنگامی رخ می‌دهد که آزمودنی به محرک هدف پاسخ ندهد و نشان‌دهنده این است که آزمودنی در درک محرک دچار مشکل شده است. این نوع خطا به‌عنوان مشکل در پایداری توجه تفسیر می‌شود و نشانگر بی‌توجهی به محرک‌ها است. خطای ارتکاب هنگامی رخ می‌دهد که آزمودنی به محرک غیرهدف پاسخ دهد. این نوع پاسخ نشان‌دهنده ضعف در بازداری تکانه است و به‌عنوان مشکل در کنترل تکانه یا تکانشگری تفسیر می‌شود. در این آزمون این دو نوع خطا توسط برنامه رایانه شمارش می‌شود علاوه بر آن تعداد پاسخ‌های صحیح و زمان عکس‌العمل آزمودنی به محرک نیز محاسبه می‌شود.

۴-۲. روش تجزیه و تحلیل اطلاعات

داده‌ها با استفاده از روش تحلیل کواریانس چندمتغیری (مانکوا) و نسخه ۲۶ نرم افزار (SPSS) تجزیه و تحلیل شد.

۳. یافته‌ها

۳-۱. ویژگی‌های جمعیت شناختی

مشخصات جمعیت شناختی (تحصیلات، سن، وضعیت تاهل و جنسیت) در دو گروه مورد مطالعه در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول ۱- مشخصات جمعیت شناختی

P-value	گروه		متغیر
	کنترل فراوانی (درصد)	آزمایش فراوانی (درصد)	
۰/۷۴۱	۳۳/۳)۴	۴۱/۶)۵	زیر دیپلم
	۴۹/۹)۶	۴۱/۶)۵	دیپلم
	۱۶/۶)۲	۱۶/۶)۲	بالای دیپلم
۰/۴۶۵	۳۳/۳)۴	۴۱/۶)۵	۲۵-۳۰
	۶۶/۶)۸	۵۸/۳)۷	۳۵-۳۱
۰/۷۲۳	۵۸/۳)۷	۴۹/۹)۶	مجرد
	۴۱/۶)۵	۴۹/۹)۶	متاهل
	۴۹/۹)۶	۴۱/۶)۵	زن
	۴۹/۹)۶	۵۸/۳)۷	مرد
-	۱۰۰)۱۲	۱۰۰)۱۲	جمع

* آزمون کای دو

بیشترین بازه سنی در رده ۳۱-۳۵ در گروه آزمایش ۷ نفر (۵۸/۳٪) و گروه کنترل ۸ نفر (۶۶/۶٪) مشاهده شد همچنین وضعیت تاهل در گروه آزمایش ۶ نفر مجرد (۴۹/۹٪) و گروه کنترل ۷ نفر (۵۸/۳٪) بود.

نتیجه: آزمون کای دو نشان داد که متغیرهای تحصیلات سن و تاهل در دو گروه دارای توضیح یکسان می‌باشد.

$$(P > 0/05)$$

مشخصات توصیفی و شاخص‌های آماری دو گروه در متغیرهای وابسته به پژوهش در مرحله پیش آزمون و پس آزمون در جدول شماره ۲ ارائه شده است.

۳-۲. شاخص‌های توصیفی

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار متغیرهای پژوهش در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون

متغیر	مرحله	شاخص آماری	میانگین	انحراف معیار	حداقل نمره	حداکثر نمره
		← گروه				
علائم افسردگی	پیش آزمون	آزمایش	۴۲/۲۵	۸/۱۸	۳۸	۵۴
		کنترل	۴۸/۰۱	۶/۸۸	۳۷	۵۳
	پس آزمون	آزمایش	۲۲/۸۳	۴/۸۲	۱۸	۲۶
		کنترل	۴۷/۳۳	۵/۵۴	۴۵	۵۳
توجه	پیش آزمون	آزمایش	۳/۵۰	۰/۶۷	۲	۴
		کنترل	۳/۲۵	۰/۷۶	۱	۴
	پس آزمون	آزمایش	۳/۲۷	۰/۷۵	۱	۴
		کنترل	۳/۶۶	۰/۴۹	۱	۴

براساس نتایج جدول ۲ میانگین و انحراف معیار علایم افسردگی در گروه آزمایش در مرحله پیش‌آزمون به ترتیب ۴۲/۲۵، ۸/۱۸ و در گروه کنترل ۴۸/۰۱، ۶/۸۸ و در میانگین و انحراف معیار علایم افسردگی در گروه آزمایش در مرحله پس‌آزمون به ترتیب ۲۲/۸۳، ۴/۸۲ و در گروه کنترل ۴۷/۳۳، ۵/۵۴ بود. میانگین و انحراف معیار توجه در گروه آزمایش در مرحله پیش‌آزمون به ترتیب ۳/۵۰، ۰/۶۷ و در گروه کنترل ۳/۲۵، ۰/۷۶ بود و نیز میانگین و انحراف معیار توجه در گروه آزمایش در مرحله پس‌آزمون به ترتیب ۳/۲۷، ۰/۷۵ و در گروه کنترل ۳/۶۶، ۰/۴۹ بود.

۳-۳. آزمون‌های نرمال

برای اطمینان از این که داده‌ها، از پیش فرض نرمال بودن توزیع نمرات، از آزمون کلموگروف - اسمیرنوف و همگنی شیب‌های رگرسیون استفاده شد. نتایج آن در جدول ۳ و ۴ آورده شده است.

جدول ۳ - نتایج آزمون کلموگروف - اسمیرنوف در مورد پیش فرض نرمال بودن متغیرهای پژوهش

نرمال بودن توزیع نمرات	گروه‌ها	کلموگروف - اسمیرنوف	گروه‌ها	کلموگروف - اسمیرنوف	
		آماره	معنی داری	آماره	معنی داری
علائم افسردگی	آزمایش	۰/۱۷	۰/۱۸	۰/۱۶	۰/۱۹
توجه	آزمایش	۰/۱۹	۰/۰۷	۰/۱۴	۰/۲۰

براساس نتایج جدول ۳ فرض صفر برای نرمال بودن دو گروه آزمایش و کنترل در متغیرهای علایم افسردگی و توجه تایید شد. براین اساس پیش فرض نرمال بودن در هر دو گروه آزمایش و کنترل در پیش‌آزمون برقرار بود.

جدول ۴ - نتایج آزمون بررسی پیش فرض همگنی شیب‌های رگرسیون متغیرهای تحقیق دو گروه در جامعه

متغیر	منبع تغییرات	F	سطح معناداری
علائم افسردگی	تعامل گروه * پیش آزمون	۲/۰۱	۰/۲۴
توجه		۲/۹۸	۰/۲۷

براساس نتایج جدول ۴ مقدار F تعامل برای تمامی متغیرهای پژوهش غیرمعنی‌دار بود. لذا مفروضه همگنی رگرسیون تایید شد. همچنین نتایج آزمون لوین و ام‌باکس^۱ به ترتیب در جدول‌های ۵ و ۶ آورده شده است.

جدول ۵ - نتایج آزمون لوین در مورد پیش فرض تساوی واریانس‌های نمره‌های متغیرهای پژوهش دو گروه

متغیر	F	درجه آزادی اول	درجه آزادی دوم	P
علائم افسردگی	۱/۵۶	۱	۲۸	۰/۲۲
توجه	۰/۳۲	۱	۲۸	۰/۵۷

براساس نتایج جدول ۵ آزمون لوین در متغیرهای علایم افسردگی و توجه معنی‌دار نبود. لذا پیش فرض تساوی واریانس‌های نمرات در دو گروه آزمایش و کنترل تایید شد.

جدول ۶ - آزمون باکس برای بررسی فرض همگنی ماتریس واریانس - کواریانس

آزمون $Box's M$	F	درجه آزادی ۱	درجه آزادی ۲	P
۲/۲۹	۲/۲۶	۳	۸۷۱۲۰/۰۰	۰/۰۱

براساس نتایج جدول ۶ مقدار واریانس و سطح معنی‌داری آزمون باکس نشان می‌دهد که مفروضه همگنی ماتریس واریانس - کواریانس برقرار است.

۳-۴. آزمون فرضیه‌ها

جدول ۷ - نتایج تحلیل کواریانس چند متغیری (مانکوا) بر روی میانگین نمرات پس آزمون علایم افسردگی و توجه گروه‌های آزمایش و کنترل با کنترل پیش آزمون

نام آزمون	مقدار	DF فرضیه	DF خطا	F	P	اندازه اثر	توان آماری
آزمون اثر پیلاهی	۰/۸۷	۲	۱۹	۶۷/۴۰	۰/۰۰۱	۰/۸۷	۱
آزمون لامبدای ویلکز	۰/۱۲	۲	۱۹	۶۷/۴۰	۰/۰۰۱	۰/۸۷	۱
آزمون اثر هنتلینگ	۷/۰۹	۲	۱۹	۶۷/۴۰	۰/۰۰۱	۰/۸۷	۱
آزمون بزرگترین ریشه روی	۷/۰۹	۲	۱۹	۶۷/۴۰	۰/۰۰۱	۰/۸۷	۱

براساس نتایج جدول ۷ نشان می‌دهد که بین افراد دارای علایم افسردگی گروه‌های آزمایش و کنترل حداقل از لحاظ یکی از متغیرهای وابسته (علایم افسردگی و توجه) تفاوت معنی‌داری دارد ($F = ۶۷/۴۰, p < ۰/۰۰۱$). بر این اساس ۸۷ درصد تفاوت‌های فردی در نمرات پس آزمون علایم افسردگی و توجه مربوط به موثر بودن درمان مبتنی بر تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS) بود.

نتایج تحلیل کواریانس یک راهه در متن مانکوا برای متغیرهای پژوهش در جدول‌های ۸ و ۹ ارائه شده است.

جدول ۸ - نتایج تحلیل کواریانس یک راهه در متن مانکوا بر روی میانگین نمرات پس آزمون علایم افسردگی گروه‌های آزمایش و کنترل با کنترل پیش آزمون

¹. Levin and M box test

متغیر	منبع تغییرات	مجموع مجذورات	DF	میانگین مجذورات	F	P	اندازه اثر	توان آماری
علامه افسردگی	پیش آزمون	۱۶/۷۳	۱	۱۶/۷۳	۰/۵۹	۰/۴۴	۰/۰۲	۰/۱۱
	گروه	۲۸۵۲/۴۴	۱	۲۸۵۲/۴۴	۱۰۱/۸۴	۰/۰۰۱	۰/۸۳	۱
	خطا	۵۶۰/۱۷	۲۰	۲۸/۰۹				

بر اساس نتایج جدول ۸ نشان می‌دهد که با کنترل پیش‌آزمون بین گروه آزمایش و گروه کنترل از لحاظ علائم افسردگی تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($F = 101/84, P < 0/001$). بر این اساس درمان مبتنی بر تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS)، موجب کاهش میزان علائم افسردگی افراد دارای علائم افسردگی گروه آزمایش شده است. لذا ۸۳ درصد تفاوت‌های فردی در نمرات پس‌آزمون علائم افسردگی مربوط درمان مبتنی بر تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS) را شامل می‌شود.

جدول ۹ نتایج تحلیل کواریانس یک راهه در متن مانکوا بر روی میانگین نمرات پس‌آزمون توجه گروه‌های آزمایش و کنترل با کنترل پیش‌آزمون

متغیر	منبع تغییرات	مجموع مجذورات	DF	میانگین مجذورات	F	P	اندازه اثر	توان آماری
توجه	پیش آزمون	۱۰/۷۸	۱	۱۰/۷۸	۰/۳۸	۰/۵۴	۰/۰۱	۰/۰۲
	گروه	۱/۱۵	۱	۱/۱۵	۲/۶۵	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۳۴
	خطا	۸/۶۹	۲۰	۰/۴۳				

بر اساس نتایج جدول ۹ نشان می‌دهد که با کنترل پیش‌آزمون بین گروه آزمایش و گروه کنترل از لحاظ توجه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($F = 2/65, P > 0/11$). بر این اساس درمان مبتنی بر tDCS بر کاهش میزان خطای توجه افراد دارای علائم افسردگی گروه آزمایش موثر نبود.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

هدف اصلی این پژوهش تعیین اثر بخشی درمان مبتنی بر تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS) بر علائم افسردگی و توجه افراد مبتلا به اختلال افسردگی بود. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که در گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل درمان مبتنی بر تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS) سبب کاهش میزان علائم افسردگی افراد مبتلا به اختلال افسردگی اساسی (MDD) بود. این یافته با یافته‌های به‌دست‌آمده از مطالعات (فرگنی و همکاران، ۲۰۰۶؛ بوجو و همکاران، ۲۰۰۸؛ ژو و همکاران، ۲۰۲۰؛ برونونی و همکاران، ۲۰۱۶؛ مویا و همکاران، ۲۰۱۹؛ ژانگ و همکاران، ۲۰۲۱؛ شیوزاوا و همکاران، ۲۰۱۴؛ فرگنی و همکاران، ۲۰۲۱؛ رازا و همکاران، ۲۰۲۰؛ وانگ، ۲۰۱۹؛ ریگوناتی و همکاران، ۲۰۰۸) همسو می‌باشد.

در تبیین این یافته می‌توان گفت که سیستم (5-HT) در اثرات ضد افسردگی تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS) دخیل است. یک مطالعه نشان داد که پلی مورفیسم ژنتیکی ناقل سروتونین (SLC6A4)، که ناقل باز جذب سروتونین پیش‌سیناپسی^۱

1. SERT: serotonin reuptake transporter

(SIRT) را کدگذاری می‌کند، اثر بخشی ضد افسردگی تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS) را پیش‌بینی می‌کند (کولیر و همکاران^۱، ۱۹۹۶). علاوه بر این، تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS) از طریق مکانیسم‌های وابسته به گیرنده (ان - متیل - د-آسپاراتات^۲) تغییرات طولانی مدت در انعطاف‌پذیری عصبی ایجاد می‌کند، شبیه به فرآیندهای تقویت طولانی مدت است که منجر به کاهش علائم افسردگی می‌شود (استاگ و نیچه^۳، ۲۰۱۱). تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS) به دلیل این که قشر پیش‌پیشانی در شبکه عصبی را که در پردازش خلق و هیجان نقش دارند، درگیر می‌کند، باعث افزایش توانمندی مغز در پردازش اطلاعات و کاهش افکار خودکار ناکارآمد را شده، که این به نوبه خود منجر به کاهش علائم افسردگی می‌شود (ژانگ و همکاران، ۲۰۲۱؛ رازا و همکاران، ۲۰۲۰؛ فرگنی و همکاران، ۲۰۰۶؛ بوجو و همکاران، ۲۰۰۸؛ ژو و همکاران، ۲۰۲۰). لذا علائم افسردگی در افراد دارای علائم افسردگی درمان مبتنی بر تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS) با تحریک قشر پیش‌پیشانی چپ بر کاهش افسردگی، اثر مثبتی داشت که در نتیجه می‌تواند مداخله‌ای موثر برای درمان افسردگی باشد.

همچنین نتایج حاصل از این پژوهش نیز بیانگر این مسئله بود که در افراد دارای علائم افسردگی، درمان مبتنی بر تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS) بر توجه تاثیر دارد. با توجه به نتایج، مشخص شد که بین گروه آزمایش و گروه کنترل از لحاظ کاهش میزان خطای توجه، تفاوت معنی داری وجود ندارد. به عبارت دیگر، درمان مبتنی بر تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS)، تاثیری بر کاهش میزان خطای توجه افراد مبتلا به اختلال افسردگی اساسی گروه آزمایش، نسبت به گروه کنترل ندارد. بنابراین نتیجه این فرضیه، با یافته‌های به دست آمده از مطالعات (کاروالیو و همکاران، ۲۰۱۵؛ لیت و همکاران، ۲۰۱۱؛ لیت و همکاران، ۲۰۱۳؛ مک کلینتاک و همکاران، ۲۰۲۰؛ مورنو و همکاران، ۲۰۱۵؛ اولیویرا و همکاران، ۲۰۱۳؛ لو و همکاران، ۲۰۱۲؛ فرگنی و همکاران، ۲۰۰۶؛ مصطفوی و همکاران، ۲۰۲۱؛ کاکوییرا، ۲۰۱۷؛ گونزالس، فونگ و براون، ۲۰۲۱) ناهمسو، و با نتایج بدست آمده از مطالعات (مارتین و همکاران، ۲۰۱۸؛ گریگوسکور و همکاران، ۲۰۲۰؛ برونونی و همکاران، ۲۰۱۳؛ لندن و اسلاگتر، ۲۰۲۱؛ هورواث، فورته و کارتر، ۲۰۱۵) همسو می‌باشد.

در جهت تبیین این یافته می‌توان چنین بیان کرد که، اثرات تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS) (وابسته به فعالیت) است، به این معنی که اثرات شناختی و ضد افسردگی ناشی از تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS) را می‌توان با فعالیت شناختی همزمان افزایش داد (سیگریو، آرنولد، هوی و فیتز جرالدا^۴، ۲۰۱۴). به عبارت دیگر این موضوع نشان می‌دهد که کارایی تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS) ممکن است با فعال سازی خارجی همزمان ناحیه تحریک شده مغز، به عنوان مثال، با یک کار آموزشی شناختی در حین تحریک قشر پیش‌پیشانی پشتی جانبی (LDLPFC) افزایش یابد (باجبوج و همکاران^۵، ۲۰۱۸). در این پژوهش از هیچ گونه فعالیت شناختی در جهت افزایش اثربخشی مداخله تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS) استفاده نشد. در تبیین دیگر از یافته‌های بدست آمده از فرضیه دوم می‌توان گفت، تا به امروز شواهد کارآزمایی‌های بالینی مدرن در افسردگی اساسی، نتوانسته اند اثرات شناختی مستقل از خلق را پس از جلسات مکرر تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS) نشان دهند (مارتین و همکاران، ۲۰۱۸؛ برونونی و همکاران، ۲۰۱۴؛ برونونی و همکاران، ۲۰۱۶). اثرات شناختی تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS) ممکن است با عملکرد شناختی پایه، جنسیت، به ویژه با تفاوت‌های ساختاری مغز (به عنوان مثال، حجم، چگالی، اتصال ماده سفید

1. Collier
2. N-methyl-d-aspartate
3. Stagg, & Nitsche
4. Segrave, Arnold, Hoy, & Fitzgerald
5. Bajbouj & et al.

(مرتبط باشد، که می‌تواند به طور متفاوتی بر مسیر محرک تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS) (یعنی میدان الکتریکی) و در نتیجه اثرات درمان تاثیر بگذارد) (سو، لی و کیم، ۲۰۱۲؛ کوتلی و همکاران، ۲۰۱۶).

یک توضیح بالقوه برای یافته‌های بدست آمده از این پژوهش، این است که، هر چند قرار دادن الکتروود در محل (F3) این احتمال را افزایش می‌دهد که فعالیت در ناحیه قشر پیش پیشانی پشتی جانبی (LDLPFC) واقعاً تعدیل شده باشد. ما باید این احتمال را در نظر بگیریم که حداقل در برخی افراد، ساختارهای مجاور مغزی نیز شاید حتی شدیدتر از ناحیه قشر پیش پیشانی پشتی جانبی (LDLPFC) تحت تاثیر تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS) قرار گرفته باشند (سادلیرگ و همکاران، ۲۰۱۰). که این مسئله به نوبه ی خود می‌تواند منجر به عدم اثر بخشی تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS) در حوزه‌های خاص شناختی افراد مبتلا به اختلال افسردگی اساسی (MDD) به خصوص در حوزه ی کاهش خطا در توجه شود (لندن و اسلاگنر، ۲۰۲۱).

البته این احتمال را هم باید در نظر گرفت که در این پژوهش قدرت جریان نسبتاً کم، همراه با انتقال جزئی جریان از طریق مجامه، ممکن است به اندازه کافی قوی نبوده باشد که بتواند اثر قابل اندازه گیری عملکردی را در حوزه ی شناختی ایجاد کند. بنابراین در مطالعه حاضر، اگرچه هیچ اثر شناختی در حوزه ی کاهش خطا در توجه افراد مبتلا به اختلال افسردگی اساسی (MDD) مشاهده نشد، اما ممکن است که تحریک ما دارای اثرات عصبی فیزیولوژیکی باشد، که ممکن است برای تعدیل عملکرد شناختی بسیار ظریف بوده باشد. به نظر می‌رسد برای کاهش خطا در توجه، تعداد جلسات طولانی‌تری برای این درمان در افراد مبتلا به اختلال افسردگی اساسی (MDD) موثرتر باشد. با توجه به ناشناخته بودن اکثر جنبه‌های این روش درمانی، لازم است تا در این حوزه پژوهش‌های بسیاری صورت گیرد تا بتوان بر نقص شناختی این افراد و کندی حرکتی که باعث کندی در واکنش به توجه و محرک در آن‌ها می‌شود، تاثیرگذار باشد.

محدودیت‌ها و پیشنهادهای پژوهش

از جمله محدودیت‌ها در این پژوهش اجرای مداخله روی نمونه داوطلب بود که احتمال دارد اثرات درمان تحت تاثیر انگیزه برای بهبود شرکت کنندگان قرار گرفته باشد. در تعمیم نتایج باید محتاط بود زیرا دوره پیگیری به دلیل عدم همکاری افراد و محدودیت زمانی فراهم نشد.

پیشنهاد می‌شود در سایر پژوهش‌ها، یک دوره پیگیری برای ارزیابی درمان مبتنی بر تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS) انجام شود، زیرا ارزیابی‌های پیگیرانه بلندمدت می‌توانند در درک آثار طولانی مدت این درمان بر متغیرهای بررسی شده کمک کنند.

۵. ملاحظات اخلاقی

در این پژوهش تمام موازین اخلاق پزشکی، از جمله گرفتن رضایت کتبی آگاهانه، محرمانه ماندن داده‌ها رعایت شد. همچنین قبل از شروع آزمایش، به آزمودنی‌ها این اطمینان داده شد که می‌تواند در هر مرحله از پژوهش در صورت عدم تمایل به همکاری از فرایند کناره‌گیری کنند.

۶. تقدیر و تشکر و حمایت مالی

بدینوسیله نویسندگان مقاله تشکر خود را از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز و سایر همکارانی که در انجام پژوهش ما را یاری دادند صمیمانه اعلام می‌دارند. این پژوهش با گرنت معاونت پژوهشی دانشگاه شهیدچمران اهواز و هزینه شخصی محققین انجام شده است.

-
1. Suh, Lee, & Kim
 2. Cotelli et al.
 3. Sadleir et al.

۷. تعارض منافع

نویسندگان این مقاله دارای تعارض منافع نیستند.

منابع

دلاور، ع. (۱۳۹۹). مبانی نظری و عملی پژوهش در علوم انسانی. تهران: رشد.

غرابی، ب؛ مهریار، ا، مهرابی، ف. (۱۳۷۹). سبک های اسنادی در بیماران مبتلا به اضطراب و افسردگی. مجله روانپزشکی و روانشناسی بالینی، ۵(۴)، ۳۷-۴۳.

<http://ijpcp.iuims.ac.ir/article-1-1787-fa.html>

هادیان فرد، نجاریان، ب و مهرابی زاده هنرمند، م. (۱۳۷۹). «تهیه و ساخت فرم فارسی آزمون عملکرد پیوسته». مجله روانشناختی، ۱۶(۴)، ۳۸۸ - ۴۰۴.

<https://www.sid.ir/paper/54421/fa>

References

- Alberts, E., & van der Meere, J. (1992). Observations of hyperactive behavior during vigilance. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 33(8), 1355-1364. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1992.tb00955.x>
- American Psychiatric Association. (2015). *Depressive disorders: DSM-5® selections*. American Psychiatric Pub.
- Bajbouj, M., Aust, S., Spies, J., Herrera-Melendez, A. L., Mayer, S. V., Peters, M., & Padberg, F. (2018). Psychotherapy Plus: augmentation of cognitive behavioral therapy (CBT) with prefrontal transcranial direct current stimulation (tDCS) in major depressive disorder—study design and methodology of a multicenter double-blind randomized placebo-controlled trial. *European archives of psychiatry and clinical neuroscience*, 268(8), 797-808. <https://doi.org/10.1007/s00406-017-0859-x>
- Barry, E. S., Naus, M. J., & Rehm, L. P. (2004). Depression and implicit memory: Understanding mood congruent memory bias. *Cognitive Therapy and Research*, 28(3), 387-414. <https://doi.org/10.1023/B:COTR.0000031808.00502.2e>
- Beck, A. T., Rial, W. Y., & Rickels, K. (1974). Short Form of Depression Inventory: Cross-Validation. *Psychological Reports*, 34(3_suppl), 1184-1186. <https://doi.org/10.1177/003329417403403s01>
- Beck, A. T., Steer, R. A., & Brown, G. K. (1996). Manual for the beck depression inventory-II. *San Antonio, TX: Psychological Corporation*, 1(82), 10-1037. <https://doi.org/10.1037/t00742-000>
- Beck, A. T., Steer, R. A., & Carbin, M. G. (1988). Psychometric properties of the Beck Depression Inventory: Twenty-five years of evaluation. *Clinical psychology review*, 8(1), 77-100. [https://doi.org/10.1016/0272-7358\(88\)90050-5](https://doi.org/10.1016/0272-7358(88)90050-5)
- Beck, A.T., Ward, C.H., Mendelson, M., Mock, J. and Erbaugh, J. (1961) An Inventory for Measuring Depression. *Archives of General Psychiatry*, 4(6), 561-571. <http://dx.doi.org/10.1001/archpsyc.1961.01710120031004>
- Bennabi, D., & Haffen, E. (2018). Transcranial direct current stimulation (tDCS): a promising treatment for major depressive disorder? *Brain sciences*, 8(5), 81-112. <https://doi.org/10.3390/brainsci8050081>
- Boggio, P. S., Rigonatti, S. P., Ribeiro, R. B., Myczkowski, M. L., Nitsche, M. A., Pascual-Leone, A., & Fregni, F. (2008). A randomized, double-blind clinical trial on the efficacy of cortical direct current stimulation for the treatment of major depression. *International Journal of Neuropsychopharmacology*, 11(2), 249-254. <https://doi.org/10.1017/S1461145707007833>
- Brunoni, A.R., & Palm, U. (2019). Transcranial Direct Current Stimulation in Psychiatry: Mood Disorders, Schizophrenia and Other Psychiatric Diseases. In: Knotkova, H., Nitsche, M., Bikson, M., Woods, A. (eds) *Practical Guide to Transcranial Direct Current Stimulation* (pp. 431-471). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-95948-1_15
- Brunoni, A. R., Boggio, P. S., De Raedt, R., Benseñor, I. M., Lotufo, P. A., Namur, V., & Vanderhasselt, M. A. (2014). Cognitive control therapy and transcranial direct current stimulation for depression: a randomized, double-blinded, controlled trial. *Journal of affective disorders*, 162(3), 43-49. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2014.03.026>

- Brunoni, A. R., Lopes, M., & Fregni, F. (2008). A systematic review and meta-analysis of clinical studies on major depression and BDNF levels: implications for the role of neuroplasticity in depression. *The International Journal of Neuropsychopharmacology*, *11*(8), 1169-1180. <https://doi.org/10.1017/S1461145708009309>
- Brunoni, A. R., Moffa, A. H., Fregni, F., Palm, U., Padberg, F., Blumberger, D. M., & Loo, C. K. (2016). Transcranial direct current stimulation for acute major depressive episodes: meta-analysis of individual patient data. *The British Journal of Psychiatry*, *208*(6), 522-531. DOI: <https://doi.org/10.1192/bjp.bp.115.164715>
- Brunoni, A. R., Zanao, T. A., Ferrucci, R., Priori, A., Valiengo, L., de Oliveira, J. F., & Fregni, F. (2013). Bifrontal tDCS prevents implicit learning acquisition in antidepressant-free patients with major depressive disorder. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, *43*(6), 146-150. <https://doi.org/10.1016/j.pnpbp.2012.12.019>
- Cachoeira, C. T., Leffa, D. T., Mittelstadt, S. D., Mendes, L. S. T., Brunoni, A. R., Pinto, J. V., & Schestatsky, P. (2017). Positive effects of transcranial direct current stimulation in adult patients with attention-deficit/hyperactivity disorder A pilot randomized controlled study. *Psychiatry Research*, *247*, 28-32. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2016.11.009>
- Carvalho, S., Boggio, P. S., Gonçalves, Ó. F., Vigário, A. R., Faria, M., Silva, S., & Leite, J. (2015). Transcranial direct current stimulation based met plasticity protocols in working memory. *Brain stimulation*, *8*(2), 289-294. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2014.11.011>
- Collier, D. A., Stöber, G., Li, T., Heils, A., Catalano, M., Di Bella, D., & Lesch, K. P. (1996). A novel functional polymorphism within the promoter of the serotonin transporter gene: possible role in susceptibility to affective disorders. *Molecular psychiatry*, *1*(6), 453-460. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9154246/>
- Cotelli, M., Manenti, R., Paternico, D., Cosseddu, M., Brambilla, M., Petesi, M., & Borroni, B. (2016). Grey matter density predicts the improvement of naming abilities after tDCS intervention in agrammatic variant of primary progressive aphasia. *Brain topography*, *29*(5), 738-751. <https://doi.org/10.1007/s10548-016-0494-2>
- Coull, J. T., Frith, C. D., Frackowiak, R. S. J., & Grasby, P. M. (1996). A fronto-parietal network for rapid visual information processing: a PET study of sustained attention and working memory. *Neuropsychologia*, *34*(11), 1085-1095. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(96\)00029-2](https://doi.org/10.1016/0028-3932(96)00029-2)
- Cruz Gonzalez, P., Fong, K. N., & Brown, T. (2018). The effects of transcranial direct current stimulation on the cognitive functions in older adults with mild cognitive impairment: a pilot study. *Behavioural neurology*, *2018*, *21*(12), 185-208. <https://doi.org/10.1155/2018/5971385>
- De Raedt, R., & Koster, E. H. (2010). Understanding vulnerability for depression from a cognitive neuroscience perspective: A reappraisal of attentional factors and a new conceptual framework. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, *10*(1), 50-70. <https://doi.org/10.3758/CABN.10.1.50>
- Delavar, A. (2019). Theoretical and practical foundations of research in the humanities and social sciences (Persian). Tehran: Roshd Publications, *2*(5), 453-456. (in Persian)
- Fan, J., McCandliss, B. D., Fossella, J., Flombaum, J. I., & Posner, M. I. (2005). The activation of attentional networks. *Neuroimage*, *26*(2), 471-479. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.02.004>
- Fan, J., McCandliss, B. D., Sommer, T., Raz, A., & Posner, M. I. (2002). Testing the efficiency and independence of attentional networks. *Journal of cognitive neuroscience*, *14*(3), 340-347. <https://doi.org/10.1162/089892902317361886>
- Fekadu, A., Wooderson, S. C., Markopoulo, K., Donaldson, C., Papadopoulos, A., & Cleare, A. J. (2009). What happens to patients with treatment-resistant depression? A systematic review of medium to long term outcome studies. *Journal of affective disorders*, *116*(1-2), 4-11. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2008.10.014>
- Fregni, F., El-Hagrassy, M. M., Pacheco-Barrios, K., Carvalho, S., Leite, J., Simis, M., & Brunoni, A. R. (2021). Evidence-based guidelines and secondary meta-analysis for the use of transcranial direct current stimulation in neurological and psychiatric disorders. *International Journal of Neuropsychopharmacology*, *24*(4), 256-313. <https://doi.org/10.1093/ijnp/pyaa051>

- Fregni, F., Boggio, P. S., Nitsche, M. A., Rigonatti, S. P., & Pascual-Leone, A. (2006b). Cognitive effects of repeated sessions of transcranial direct current stimulation in patients with depression. *Depression and anxiety*, 23(8), 482-484. <https://doi.org/10.1002/da.20201>
- Gharabi, B; Mehyar, A., Mehrabi, F. (2000). Attribution Style in Patients with Anxiety and Depression Comorbidity. *Journal of Psychiatry and Clinical Psychology*, 20, 42-37. <http://ijpcp.iums.ac.ir/article-1-1787-en.html> (in Persian)
- Gonzalez, P. C., Fong, K. N., & Brown, T. (2021). Transcranial direct current stimulation as an adjunct to cognitive training for older adults with mild cognitive impairment: A randomized controlled trial. *Annals of physical and rehabilitation medicine*, 64(5), 101536. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2021.101536>
- Greicius, M. D., Krasnow, B., Reiss, A. L., & Menon, V. (2003). Functional connectivity in the resting brain: a network analysis of the default mode hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(1), 253-258. <https://doi.org/10.1073/pnas.0135058100>
- Grigorescu, C., Chalah, M. A., Lefaucheur, J. P., Kumpfel, T., Padberg, F., Ayache, S. S., & Palm, U. (2020). Effects of transcranial direct current stimulation on information processing speed, working memory, attention, and social cognition in multiple sclerosis. *Frontiers in Neurology*, 11, 545377. <https://doi.org/10.3389/fneur.2020.545377>
- Grimm, S., Beck, J., Schuepbach, D., Hell, D., Boesiger, P., Bempohl, F., & Northoff, G. (2008). Imbalance between left and right dorsolateral prefrontal cortex in major depression is linked to negative emotional judgment: an fMRI study in severe major depressive disorder. *Biological psychiatry*, 63(4), 369-376. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2007.05.033>
- Hadian Fard, Najarian, B. and Mehrabizadeh Artman, M. (2000). "Preparation and construction of Persian form of continuous performance test" *Psychological Journal*, 16(4), 388-404. <https://www.sid.ir/paper/54421/env> (in Persian)
- Hamilton, J. P., Siemer, M., & Gotlib, I. H. (2008). Amygdala volume in major depressive disorder: a meta-analysis of magnetic resonance imaging studies. *Molecular psychiatry*, 13(11), 993-1000. <https://doi.org/10.1038/mp.2008.57>
- Harris, C. A., & Joyce, L. D. (2008). Psychometric properties of the Beck Depression Inventory-(BDI-II) in individuals with chronic pain. *Pain*, 137(3), 609-622. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2007.10.022>
- Horvath, J. C., Forte, J. D., & Carter, O. (2015). Quantitative review finds no evidence of cognitive effects in healthy populations from single-session transcranial direct current stimulation (tDCS). *Brain stimulation*, 8(3), 535-550. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2015.01.400>
- Kaiser, R. H., Andrews-Hanna, J. R., Wager, T. D., & Pizzagalli, D. A. (2015). Large-scale network dysfunction in major depressive disorder: a meta-analysis of resting-state functional connectivity. *JAMA psychiatry*, 72(6), 603-611. [doi:10.1001/jamapsychiatry.2015.0071](https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2015.0071)
- Keefe, R. S., McClintock, S. M., Roth, R. M., Doraiswamy, P. M., Tiger, S., & Madhoo, M. (2014). Cognitive effects of pharmacotherapy for major depressive disorder: a systematic review. *The Journal of clinical psychiatry*, 75(8), 764-876. <https://doi.org/10.4088/JCP.13r08609>
- Kendall, P. C., Hollon, S. D., Beck, A. T., Hammen, C. L., & Ingram, R. E. (1987). Issues and recommendations regarding use of the Beck Depression Inventory. *Cognitive therapy and research*, 11(3), 289-299. <https://doi.org/10.1007/BF01186280>
- Krug, M. K., & Carter, C. S. (2012). Proactive and reactive control during emotional interference and its relationship to trait anxiety. *Brain research*, 1481, 13-36. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2012.08.045>
- Kupfer, D. J., Frank, E., & Phillips, M. L. (2016). Major depressive disorder: new clinical, neurobiological, and treatment perspectives. *Focus*, 14(2), 266-276. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(11\)60602-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(11)60602-8)
- Leite, J., Carvalho, S., Fregni, F., & Gonçalves, O. F. (2011). Task-specific effects of tDCS-induced cortical excitability changes on cognitive and motor sequence set shifting performance. *PLoS one*, 6(9), e24140. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0024140>
- Leite, J., Carvalho, S., Fregni, F., Boggio, P. S., & Gonçalves, Ó. F. (2013). The effects of cross-hemispheric dorsolateral prefrontal cortex transcranial direct current stimulation (tDCS) on task switching. *Brain stimulation*, 6(4), 660-667. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2012.10.006>

- Leite, J., Gonçalves, Ó. F., Pereira, P., Khadka, N., Bikson, M., Fregni, F., & Carvalho, S. (2018). The differential effects of unihemispheric and bihemispheric tDCS over the inferior frontal gyrus on proactive control. *Neuroscience research*, *130*(6), 39-46. <https://doi.org/10.1016/j.neures.2017.08.005>
- Lema, A., Carvalho, S., Fregni, F., Gonçalves, Ó. F., & Leite, J. (2021). The effects of direct current stimulation and random noise stimulation on attention networks. *Scientific Reports*, *11*(1), 6201. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-85749-7>
- Leppänen, J. M. (2006). Emotional information processing in mood disorders: a review of behavioral and neuroimaging findings. *Current opinion in psychiatry*, *19*(1), 34-39. <https://doi.org/10.1097/01.yco.0000191500.46411.00>
- London, R. E., & Slagter, H. A. (2021). No effect of transcranial direct current stimulation over left dorsolateral prefrontal cortex on temporal attention. *Journal of cognitive neuroscience*, *33*(4), 756-768. https://doi.org/10.1162/jocn_a_01679
- Loo, C. K., Alonzo, A., Martin, D., Mitchell, P. B., Galvez, V., & Sachdev, P. (2012). Transcranial direct current stimulation for depression: 3-week, randomized, sham-controlled trial. *The British Journal of Psychiatry*, *200*(1), 52-59. [doi:10.1192/bjp.bp.111.097634](https://doi.org/10.1192/bjp.bp.111.097634)
- Martin, D. M., Moffa, A., Nikolin, S., Bennabi, D., Brunoni, A. R., Flannery, W., & Loo, C. K. (2018). Cognitive effects of transcranial direct current stimulation treatment in patients with major depressive disorder: an individual patient data meta-analysis of randomized, sham-controlled trials. *Neuroscience & Bio behavioral Reviews*, *90*(9), 137-145. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2018.04.008>
- Mathews, A., & MacLeod, C. (2005). Cognitive vulnerability to emotional disorders. *Annual Review of Clinical Psychology* (2005), *1*(1), 167-195. <https://doi.org/10.1146/annurev.clinpsy.1.102803.143916>
- Matt, G. E., Vázquez, C., & Campbell, W. K. (1992). Mood-congruent recall of affectively toned stimuli: A meta-analytic review. *Clinical psychology review*, *12*(2), 227-255. [https://doi.org/10.1016/0272-7358\(92\)90116-P](https://doi.org/10.1016/0272-7358(92)90116-P)
- McClintock, S. M., Martin, D. M., Lisanby, S. H., Alonzo, A., McDonald, W. M., Aaronson, S. T., & Loo, C. K. (2020). Neurocognitive effects of transcranial direct current stimulation (tDCS) in unipolar and bipolar depression: Findings from an international randomized controlled trial. *Depression and anxiety*, *37*(3), 261-272. <https://doi.org/10.1002/da.22988>
- Moffa, A., Martin, D., Brunoni, A., Alonzo, A., Blumberger, D., Bennabi, D., & Loo, C. (2019). Transcranial direct current stimulation for acute major depressive episodes: An updated meta-analysis of individual patient data. *Brain Stimulation: Basic, Translational, and Clinical Research in Neuromodulation*, *12*(2), 479-493. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2018.12.562>
- Moreno, M. L., Goerigk, S. A., Bertola, L., Suemoto, C. K., Razza, L. B., Moffa, A. H., & Brunoni, A. R. (2020). Cognitive changes after tDCS and citalopram treatment in major depressive disorder: results from the placebo-controlled ELECT-TDCS trial. *Journal of affective disorders*, *263*(12), 344-352. <https://doi.org/10.1186/s12916-021-02181-4>
- Moreno, M. L., Vanderhasselt, M. A., Carvalho, A. F., Moffa, A. H., Lotufo, P. A., Benseñor, I. M., & Brunoni, A. R. (2015). Effects of acute transcranial direct current stimulation in hot and cold working memory tasks in healthy and depressed subjects. *Neuroscience Letters*, *591*(15), 126-131. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2015.02.036>
- Mostafavi, H., Dadashi, M., Armani Kia, A., Ahmadi, D., Pirzeh, R., & Eskandari, Z. (2021). The effect of bilateral tDCS over dorsolateral prefrontal cortex on the cognitive abilities of men with opioid use disorder under methadone therapy: A sham-controlled clinical trial. *The Egyptian Journal of Neurology, Psychiatry and Neurosurgery*, *57*(1), 146. <https://doi.org/10.1186/s41983-021-00401-5>
- Naeim, M., Rezaeisharif, A., & Moghadam, S. A. (2021). Reduce depression and anxiety in methadone users with transcranial direct current stimulation. *Iranian Journal of Psychiatry and Behavioral Sciences*, *15*(1).1-5. <https://doi.org/10.5812/ijpbs.98062>
- Oliveira, J. F., Zanão, T. A., Valiengo, L., Lotufo, P. A., Benseñor, I. M., Fregni, F., & Brunoni, A. R. (2013). Acute working memory improvement after tDCS in antidepressant-free patients with major depressive disorder. *Neuroscience letters*, *537*(4), 60-64. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2013.01.023>
- Peckham, A. D., McHugh, R. K., & Otto, M. W. (2010). A meta-analysis of the magnitude of biased attention in depression. *Depression and anxiety*, *27*(12), 1135-1142.

<https://doi.org/10.1002/da.20755>

- Petersen, S. E., & Posner, M. I. (2012). The attention system of the human brain: 20 years after. *Annual review of neuroscience*, 35(3), 73-92. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-062111-150525>
- Platt, B., Waters, A. M., Schulte-Koerne, G., Engelmann, L., & Saleminck, E. (2017). A review of cognitive biases in youth depression: attention, interpretation and memory. *Cognition and Emotion*, 31(3), 462-483. <https://doi.org/10.1080/02699931.2015.1127215>
- Posner, M. I. (2016). Orienting of attention: Then and now. *Quarterly journal of experimental psychology*, 69(10), 1864-1875. <https://doi.org/10.1080/17470218.2014.937446>
- Posner, M. I., & Petersen, S. E. (1990). The attention system of the human brain. *annual review neuroscience*, 13(1), 25-42. <https://doi.org/10.1146/annurev.ne.13.030190.000325>
- Razza, L. B., Palumbo, P., Moffa, A. H., Carvalho, A. F., Solmi, M., Loo, C. K., & Brunoni, A. R. (2020). A systematic review and meta-analysis on the effects of transcranial direct current stimulation in depressive episodes. *Depression and Anxiety*, 37(7), 594-608. <https://doi.org/10.1002/da.23004>
- Rigonatti, S. P., Boggio, P. S., Myczkowski, M. L., Otta, E., Fiquer, J. T., Ribeiro, R. B., & Fregni, F. (2008). Transcranial direct stimulation and fluoxetine for the treatment of depression. *European Psychiatry*, 23(1), 74-76. <https://doi.org/10.1016/j.eurpsy.2007.09.006>
- Rosvold, H. E., Mirsky, A. F., Sarason, I., Bransome Jr, E. D., & Beck, L. H. (1956). A continuous performance test of brain damage. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 20(5), 343-354. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/h0043220>
- Rush, A. J., Trivedi, M. H., Wisniewski, S. R., Nierenberg, A. A., Stewart, J. W., Warden, D., Niederehe, G., Thase, M. E., Lavori, P. W., Lebowitz, B. D., McGrath, P. J., Rosenbaum, J. F., Sackeim, H. A., Kupfer, D. J., Luther, J., & Fava, M. (2006). Acute and longer-term outcomes in depressed outpatients requiring one or several treatment steps: a STAR*D report. *The American journal of psychiatry*, 163(11), 1905-1917. <https://doi.org/10.1176/ajp.2006.163.11.1905>
- Sadleir, R. J., Vannorsdall, T. D., Schretlen, D. J., & Gordon, B. (2010). Transcranial direct current stimulation (tDCS) in a realistic head model. *Neuroimage*, 51(4), 1310-1318. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.03.052>
- Sauvaget, A., Lagalice, L., Schirr-Bonnans, S., Volteau, C., Péré, M., Dert, C., Rivalland, A., Tessier, F., Lepage, A., Tostivint, A., Deschamps, T., Thomas-Ollivier, V., Robin, A., Pineau, N., Cabelguen, C., Bukowski, N., Guitteny, M., Beslot, A., Simons, L., Network, H., ... DISCO investigators group (2020). Cost-utility analysis of transcranial direct current stimulation (tDCS) in non-treatment-resistant depression: the DISCO randomised controlled study protocol. *BMJ open*, 10(1), e033376. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-033376>
- Sauvaget, A., Tostivint, A., Etcheverrigaray, F., Pichot, A., Dert, C., Schirr-Bonnans, S., Clouet, J., Sellal, O., Mauduit, N., Leux, C., Cabelguen, C., Bulteau, S., & Riche, V. P. (2019). Hospital production cost of transcranial direct current stimulation (tDCS) in the treatment of depression. *Neurophysiologie clinique = Clinical neurophysiology*, 49(1), 11-18. <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2018.11.001>
- Seeley, W. W., Menon, V., Schatzberg, A. F., Keller, J., Glover, G. H., Kenna, H., & Greicius, M. D. (2007). Dissociable intrinsic connectivity networks for salience processing and executive control. *Journal of Neuroscience*, 27(9), 2349-2356. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.5587-06.2007>
- Segrave, R. A., Arnold, S., Hoy, K., & Fitzgerald, P. B. (2014). Concurrent cognitive control training augments the antidepressant efficacy of tDCS: a pilot study. *Brain stimulation*, 7(2), 325-331. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2013.12.008>
- Sharafi, E., Taghva, A., Arbabi, M., Dadarkhah, A., & Ghaderi, J. (2019). Transcranial direct current stimulation for treatment-resistant major depression: A double-blind randomized sham-controlled trial. *Clinical EEG and neuroscience*, 50(6), 375-382. <https://doi.org/10.1177/1550059419863209>
- Shiozawa, P., Fregni, F., Benseñor, I. M., Lotufo, P. A., Berlim, M. T., Daskalakis, J. Z., & Brunoni, A. R. (2014). Transcranial direct current stimulation for major depression: an updated systematic review and meta-analysis. *International Journal of Neuropsychopharmacology*, 17(9), 1443-1452. <https://doi.org/10.1017/S1461145714000418>
- Stagg, C. J., & Nitsche, M. A. (2011). Physiological basis of transcranial direct current stimulation. *The Neuroscientist*, 17(1), 37-53. <https://doi.org/10.1177/1073858410386614>

- Suh, H. S., Lee, W. H., & Kim, T. S. (2012). Influence of anisotropic conductivity in the skull and white matter on transcranial direct current stimulation via an anatomically realistic finite element head model. *Physics in Medicine & Biology*, 57(21), 6961. <https://doi.org/10.1088/0031-9155/57/21/6961>
- Wagner, S., Doering, B., Helmreich, I., Lieb, K., & Tadić, A. (2012). A meta-analysis of executive dysfunctions in unipolar major depressive disorder without psychotic symptoms and their changes during antidepressant treatment. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 125(4), 281-292. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0447.2011.01762.xc>
- Wang, J., Luo, H., Schülke, R., Geng, X., Sahakian, B. J., & Wang, S. (2021). Is transcranial direct current stimulation, alone or in combination with antidepressant medications or psychotherapies, effective in treating major depressive disorder? A systematic review and meta-analysis. *BMC medicine*, 19(1), 1-14. <https://doi.org/10.1186/s12916-021-02181-4>
- Wang, Y. (2019). Transcranial direct current stimulation for the treatment of major depressive disorder: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Psychiatry research*, 276, 186-190. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2019.05.012>
- Williams, L. M. (2016). Precision psychiatry: a neural circuit taxonomy for depression and anxiety. *The Lancet Psychiatry*, 3(5), 472-480. [https://doi.org/10.1016/S2215-0366\(15\)00579-9](https://doi.org/10.1016/S2215-0366(15)00579-9)
- Zhang, R., Lam, C. L., Peng, X., Zhang, D., Zhang, C., Huang, R., & Lee, T. M. (2021). Efficacy and acceptability of transcranial direct current stimulation for treating depression: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Neuroscience & Bio behavioral Reviews*, 126(3), 481-490. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2021.03.026>
- Zhou, Q., Yu, C., Yu, H., Zhang, Y., Liu, Z., Hu, Z., & Zhou, D. (2020). The effects of repeated transcranial direct current stimulation on sleep quality and depression symptoms in patients with major depression and insomnia. *Sleep Medicine*, 70, 17-26. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2020.02.003>
-

Accepted Manuscript