Advances in Cognitive Sciences
Vol 27, No. 3, Autumn 2025
Research Article
Pages 16-27

Comparative efficacy of transcranial direct current stimulation and Forbrain on auditory attention in children with attention-deficit/hyperactivity disorder

Seyedeh Nina Ghadamgahi Sani[1], **Ahmad Suri**[2*]

1. Master's Degree in Psychology, General Orientation, Islamic Azad University, Roudehen Branch, Roudehen, Iran
2. Associate Professor of Psychology Department, Amin Police University, Tehran, Iran

Recieved: 30 Sep. 2025
Revised: 26 Nov. 2025
Accepted: 27 Nov. 2025

Keywords
Attention
Auditory
Forebrain stimulation
Hyperactivity
Transcranial direct current stimulation

Corresponding author
Ahmad Suri, Associate Professor of Psychology Department, Amin Police University, Tehran, Iran

Email: Souri.ah@yahoo.com

doi.org/10.30514/icss.27.3.16

Abstract

Introduction: The present study aimed to determine the Comparative Efficacy of Transcranial Direct Current Stimulation and Forbrain on Auditory Attention in Children with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD).

Methods: The research method used a quasi-experimental design with a pre-test, post-test, and a control group. The statistical population included all children diagnosed with ADHD who were referred to the Tehran Tavanesh Treatment Center in 2022. From this population, 60 children were purposefully selected and administered the IVA-2 test. Based on the test results, participants were randomly assigned to three equal groups: transcranial direct current stimulation (tDCS), Forbrain, and control. The two experimental groups received ten 20-minute intervention sessions, while the control group received none.

Results: The results revealed that both treatment methods were significantly effective in improving auditory attention. At the same time, no significant difference was observed between the effectiveness of the two methods. The findings indicate that both tDCS and Forebrain can be used as non-invasive and safe interventions to improve auditory attention in children with ADHD.

Conclusion: Both tDCS and Forbrain interventions significantly improved auditory attention in children with ADHD. The absence of significant differences between them suggests that they have equivalent therapeutic potential. Given their non-invasive nature and ease of administration, these interventions offered a valuable support for cognitive rehabilitation in ADHD management. Additional studies should be conducted to compare this method with other methods.

Citation: Ghadamgahi Sani SN, Suri A. Comparative efficacy of transcranial direct current stimulation and Forbrain on auditory attention in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. Advances in Cognitive Sciences. 2025;27(3):16-27.

Extended Abstract

Introduction

Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) is a neurodevelopmental disorder that affects cognitive skills, such as working memory and attention, as well as emotional self-control. In the United States, the prevalence of ADHD is around 7%, while internationally it ranges from 2% to 29%. A study conducted in Tehran found that ADHD affects 3% to 6% of 7-12-year-old students. Boys are three times more likely to have ADHD than girls.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

Additionally, 30% to 85% of adults who had ADHD as children continue to experience symptoms in adulthood. Genetic factors account for over 80% of the causes of ADHD, with other factors including biology, environment, psycho-social factors, psychology, neurochemistry, and nutrition. Neurologically, dysfunction in the frontal lobe-basal nuclei and dopamine pathways can lead to difficulties in attention control and behavior inhibition.

Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) is a safe, noninvasive, and painless technique that modulates cortical excitability by applying a weak electrical current through electrodes placed on the scalp; anodic stimulation increases and cathodic stimulation decreases neuronal activity. Studies have shown that tDCS can improve attention, motivation, and behavioral inhibition in children with ADHD by stimulating the frontal areas.

In addition to tDCS, the Forbrain device has also been introduced as a novel intervention for cognitive-auditory stimulation.

The Forbrain device is designed to assist individuals with ADHD by using a microphone and bone-conduction technology to enhance speech sounds. It filters and manipulates the intensity of high frequencies. The device has two types of settings that adjust based on the user's voice energy at a frequency of 1 kHz. Given the importance of auditory attention in children with ADHD and the need for new methods to manage and treat the disorder, this research aims to explore the comparative efficacy of tDCS and Forbrain on auditory attention in children with ADHD.

The goal is to prevent academic failure during the early years of learning and provide complementary treatments for this condition.

Methods

This research has a specific purpose and uses a semi-experimental method with a pre-test, post-test design, and a control group. This study focuses on the Forebrain stimulation treatment and includes three groups. The first group received ten sessions of tDCS stimulation, and the second group received ten sessions of forebrain stimulation, each lasting 20 minutes and delivered three times a week. The third group serves as a control. The research population consists of children aged 6 to 11 with hyperactivity who were referred to Tehran Tavanesh Treatment Center in 2022. To ensure a sufficient sample size, a minimum of 15 people per group is required. Therefore, 20 people were selected for each group, accounting for potential dropouts or non-participation. These people were diagnosed with hyperactivity by a psychiatrist and met the inclusion criteria.

To collect information on the literature and research background, the library method has been used by reviewing books, articles, and related sources. The researcher, in collaboration with the Tavanesh Treatment Center, Tehran, Iran, gathered information about the sample. They explained the specialized and ethical aspects of the study. After obtaining consent from the child's parents, they filled out the child's information form and completed the 48-question Connors questionnaire. The IVA-2 test was also utilized to collect additional data. In this way, three groups perform tests before and after treatment, and the control group performs tests in two stages without treatment. Psychiatrists did the initial referral of children to the Tavanesh Treatment Center. During the initial pretest session, a clinical interview took place with both the child and their parents present. This interview confirmed the diagnosis and medication status and provided basic explanations. It also verified the absence of epilepsy, tumors, metal implants, pacemakers, and other mental disorders. The session proceeded after the family and child expressed their readiness. The children were required to perform the IVA-2 test in a separate environment, then, with the help of the family, to implement the therapeutic

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

interventions to determine a specific schedule for the day and time of the sessions the children would attend. After completing ten intervention sessions across two experimental groups, the first post-test session was conducted exactly as the pre-test session.

Data analysis included descriptive and inferential parts. In the descriptive section, the mean, standard deviation, age, and education level were presented. In the inferential part, covariance analysis was performed using SPSS-26 statistical software. The significance level for all tests was set at 0.05.

Results

In this study, 60 children with ADHD were recruited based on age, education, gender, and type of hyperactivity. 20% of 6-year-olds, 15% of 7-year-olds, 20% of 8-year-olds, 15% of 9-year-olds, 20% of 10-year-olds, and 10% of 11-year-olds, for a total of 55% of male participants. And 49% of them were girls. Furthermore, 50% of children with attention deficit and 50% of them were diagnosed with hyperactivity and attention deficit.

The average pre-test and post-test auditory attention for the tDCS group is 68.45 and 96.40; for the Forbrain group, 65.90 and 99.40; for the control group, 63.20 and 68.65. Auditory attention scores increased in two intervention and control groups after the study. However, this increase was much higher in the Forbrain and tDCS intervention groups, indicating the effectiveness of the Forbrain and tDCS interventions on samples' the auditory attention. The univariate covariance analysis revealed that the average post-test listening attention scores for the forebrain group (99.40) and the tDCS group (96.40) were significantly higher than those of the control group (68.65). This shows that forbrain and tDCS interventions are effective on the auditory attention variable in the samples.

The results of the present study showed that, after controlling for pre-test scores, the effect of the groups on post-test listening attentiveness scores was also significant. Regarding the effectiveness of the Forbrain and tDCS methods, after controlling for pre-test scores, the effect of the groups on the post-test scores of listening attention scores is also significant, indicating that these-methods have been effective.

Therefore, these methods appear to affect auditory attention in children with ADHD and can be considered a suitable option given the patient's clinical conditions and available facilities. In addition, the time and cost required for this method should be considered to help therapists and patients choose the best method.

Conclusion

The findings of this study have important implications for the treatment of ADHD in children. The Forebrain and tDCS methods offer a novel approach that targets the neurobiological mechanisms responsible for auditory attention deficits in ADHD. By strengthening the neural circuits involved in auditory processing, these techniques have the potential to improve attentional abilities and reduce the negative impact of ADHD symptoms on a child's daily functioning. The Forebrain method is a unique auditory feedback system that uses bone conduction to enhance the user's perception of sound. It is specifically designed to improve speech, language, and communication skills. It has been used to help individuals with various learning disabilities.

The tDCS method, it works by modulating cortical excitability.

Despite differences in mechanism of action, the similarity in the outcome (increased auditory attention) suggests that both methods are effective for cognitive intervention in children with ADHD.

The results of this study show that even after controlling for pre-test scores, the group that used transcranial electrical stimulation and the control group showed a signif-

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

icant difference in mean auditory attention scores at the post-test. This indicates that the Forbrain method and TDCS are effective in improving auditory attention. By targeting auditory attention deficits and improving auditory abilities, these techniques can enhance daily functioning and overall well-being in children with ADHD. Both methods can have the same effect on auditory attention in hyperactive children. Therefore, when choosing the appropriate method, it is essential to consider the patient's clinical condition and the available facilities.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This research project was approved by the Ethics Committee of the University of Research Sciences with the code IR.IEU.REC.1402.050. This study is original research, and the implementation of this project does not contradict society's beliefs and traditions . In the review of sources and the use of articles mentioned in the list of sources, honesty and reliability have been observed, and suspicious or unreliable sources have not been used. The most appropriate research methods and the latest possible techniques have been used.

Compliance with ethical principles in research is a key requirement for any research. Especially when the intervention or training is done, the following ethical principles in the current research are:

- Compliance with the company's consent in the research and completion of the consent form by individuals (the form includes the experimental and research work, the purpose, and treatment without payment to the individual, and contact number).
- Preservation of people's information (information used only for research purposes).
- Commitment to hold similar meetings for the control group after conducting the research.
- Evaluation of profit and loss, research budget, and possible report required.
- Payment of compensation in case of subjects re-entering the clinical trial.
- All clinical work information is recorded and stored in the image so that it is possible to interpret it accurately.
- If, for whatever reason, the clinical trial was premature, the investigator should follow up with the individual on appropriate treatment.

Authors' contributions

All the authors have participated equally in the design of the study, execution, and writing, as well as in the stages of editing and corrections.

Funding

This article is taken from the master's degree thesis in the field of general psychology at Islamic Azad University, Rudehen Branch. This university funded this thesis.

Acknowledgments

The authors would like to express their gratitude to the patients and their families for their participation, as well as to everyone who supported and guided them throughout this research.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

مجله تازه‌های علوم شناختی
دوره ۲۷، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۴
صفحات ۲۷-۱۶
مقاله پژوهشی

مقایسه اثربخشی روش تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای با جریان مستقیم و روش Forbrain بر توجه شنیداری در کودکان دارای اختلال بیش‌فعالی/نقص توجه ۱۱-۶ سال

سیده نینا قدمگاهی ثانی[۱]، احمد سوری[۲*]

۱. کارشناسی ارشد رشته روان‌شناسی، گرایش عمومی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رودهن، رودهن، ایران
۲. دانشیار گروه روان‌شناسی، دانشگاه علوم انتظامی امین، تهران، ایران

دریافت: ۱۴۰۴/۰۷/۰۸
اصلاح نهایی: ۱۴۰۴/۰۹/۰۵
پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۰۶

واژه‌های کلیدی
بیش‌فعالی/نقص توجه
تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای با جریان مستقیم
تحریک Forbrain
توجه شنیداری

نویسنده مسئول
احمد سوری، دانشیار گروه روان‌شناسی، دانشگاه علوم انتظامی امین، تهران، ایران
ایمیل: Souri.ah@yahoo.com

doi.org/10.30514/icss.27.3.16

چکیده

مقدمه: پژوهش حاضر، مقایسه اثربخشی دو روش تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای با جریان مستقیم و Forbrain بر توجه شنیداری در کودکان مبتلا به اختلال بیش‌فعالی/نقص توجه (ADHD) در بازه سنی ۶ تا ۱۱ سال انجام شد.

روش کار: این مطالعه به شیوه نیمه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون_پس‌آزمون با گروه کنترل انجام شد. جامعه آماری شامل کلیه کودکان مبتلا به اختلال بیش‌فعالی/نقص توجه مراجعه‌کننده به مرکز درمانی توانش تهران در سال ۱۴۰۱ بودند که از میان این افراد ۶۰ نفر به صورت هدفمند انتخاب و با استفاده از ابزار IVA-2 مورد سنجش قرار گرفته‌اند و بر اساس نتایج این آزمون به صورت تصادفی در سه گروه مساوی (تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای با جریان مستقیم، Forbrain و کنترل) جای‌دهی شدند. گروه‌های آزمایشی طی ده جلسه ۲۰ دقیقه‌ای تحت مداخله قرار گرفتند، در حالی که گروه کنترل مداخله‌ای دریافت نکرد.

یافته‌ها: یافته‌ها نشان داد که هر دو روش مداخله در بهبود توجه شنیداری به طور معناداری مؤثر بودند، ولی تفاوت معناداری میان اثربخشی این دو روش مشاهده نشد. یافته‌ها بیانگر آن است که هر دو روش tDCS و Forbrain می‌توانند به عنوان مداخلات غیرتهاجمی و ایمن برای بهبود توجه شنیداری در کودکان مبتلا به بیش‌فعالی/نقص توجه مورد استفاده قرار گیرند.

نتیجه‌گیری: روش‌های تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای با جریان مستقیم و تحریک Forbrain بر توجه شنیداری در کودکان دارای اختلال بیش‌فعالی/نقص توجه اثربخش است و در مراکز سلامت روان و محیط‌های آموزشی و درمانی جهت تسریع درمان این کودکان و بالا بردن عملکرد آنها استفاده کنند. مطالعات تکمیلی جهت مقایسه این روش با دیگر روش‌ها صورت گیرد.

مقدمه

اختلال بیش‌فعالی/نقص توجه (Attention-deficit/ hyperactivity disorder (ADHD)) یکی از شایع‌ترین اختلالات عصبی_رشدی در دوران کودکی است که با سه ویژگی اصلی شامل نقص توجه، بیش‌فعالی و تکانشگری شناخته می‌شود (۱). این اختلال موجب بروز مشکلاتی در جنبه‌های مختلف شناختی، زبانی، رفتاری و تحصیلی کودکان می‌شود و عملکرد تحصیلی و اجتماعی آنها را به طور جدی تحت تأثیر قرار می‌دهد (۲). همچنین یکی از ابعاد حیاتی اما کمتر مورد توجه این اختلال، نقص در توجه شنیداری است؛ فرآیندی شناختی که در آن فرد توانایی تمرکز بر صداهای هدف و نادیده‌گیری محرک‌های شنیداری نامربوط را دارد. اختلال در این نوع توجه منجر به بروز نشانه‌هایی نظیر حواس‌پرتی در تکالیف شنیداری، پاسخ‌دهی ناهماهنگ به محرک‌های صوتی و نیاز مکرر به تکرار مطالب می‌شود (۳). شیوع

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

این اختلال در ایالات متحده حدود ۷ درصد و در سطح جهانی بین ۲ تا ۲۹ درصد گزارش شده است (۴). در ایران نیز در مطالعه‌ای روی کودکان ۷ تا ۱۲ ساله، شیوع ADHD بین ۳ تا ۶ درصد و این اختلال در پسران تا سه برابر بیشتر از دختران مشاهده شد (۵). همچنین بالاترین میزان این اختلال در شهر تهران و پایین‌ترین مربوط به ایلام گزارش شده است (۶). طبق ملاک‌های تشخیصی DSM-5، عوامل محیطی، ژنتیکی و رشدی در بروز این اختلال مؤثرند. در بیش از ۸۰ درصد موارد علت اصلی را عوامل رشدی می‌دانند (۷). این در حالی است که مطالعات نورولوژیک نشان داده‌اند که نواحی قشری مغز، به ویژه لوب پیش‌پیشانی، نقش مهمی در کنترل توجه و رفتارهای بازداری ایفا می‌کنند و اختلال در این ناحیه با ADHD در ارتباط است (۸). بر این اساس، روش‌هایی که عملکرد این نواحی را بهبود می‌دهند، می‌توانند در درمان این اختلال مؤثر واقع شوند.

از نظر علوم اعصاب، نواحی پیش‌پیشانی و عقده‌های قاعده‌ای مغز که در کارکردهای اجرایی مانند حافظه کاری، برنامه‌ریزی، مهار رفتاری و توجه نقش دارند، در مبتلایان به ADHD دچار اختلال عملکرد هستند (۹). پژوهش‌های اخیر از رویکردهای غیر دارویی مداخله در اختلال بیش‌فعالی/نقص توجه از جمله تحریک مغزی غیرتهاجمی استقبال کرده‌اند که یکی از آنها روش تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای با جریان مستقیم (Transcranial direct-current stimulation (tDCS)) است.

tDCS تکنیکی ایمن، غیرتهاجمی و بدون درد است که با اعمال جریان الکتریکی ضعیف از طریق الکترودهایی که روی پوست سر قرار می‌گیرند، باعث تعدیل تحریک‌پذیری قشر مغز می‌شود؛ به طوری که تحریک آندی موجب افزایش و تحریک کاتدی موجب کاهش فعالیت نورونی می‌شود (۱۰، ۱۱).کاربردهای بالینی tDCS شامل درمان افسردگی، توان‌بخشی شناختی، کاهش درد و درمان اختلالات عصبی_روانی همچون ADHD است (۱۲، ۱۳). مطالعات نشان داده‌اند که tDCS با تحریک نواحی پیشانی مغز می‌تواند باعث بهبود توجه، انگیزش و مهار رفتاری در کودکان مبتلا به ADHD شود (۱۴). همچنین این روش سطح گلوتامات و گلوتامین را افزایش می‌دهد که در ارتقاء عملکردهای شناختی مؤثر هستند (۱۵). در کنار tDCS، دستگاه Forbrain نیز به عنوان مداخله‌ای نوین جهت تحریک شناختی_شنیداری معرفی شده است. دستگاه Forbrain یکی از ابزارهای نوین تحریک شنیداری_عصبی است که با استفاده از رسانای استخوانی، فیلترهای دینامیک و حلقه آوایی_شنیداری طراحی شده است. این دستگاه صدای کاربر را دریافت و پس از پردازش مجدد، آن را از طریق استخوان به گوش داخلی منتقل می‌کند و از این طریق موجب تقویت توجه شنیداری، روانی گفتار، حافظه و تمرکز می‌شود. عملکرد Forbrain از طریق تغییرات نوروپلاستیسیتی در قشر شنوایی و تحریک مکانیسم‌های اجرایی کنترل توجه تبیین شده است (۱۶).

مطالعات فنی نشان داده‌اند که این دستگاه با دو تنظیم مختلف در بازه‌های فرکانسی خاص، قادر به تقویت یا کاهش سیگنال‌های صوتی است و به صورت خودکار بر اساس شدت و مدت‌زمان سیگنال دریافتی تنظیم می‌شود. این دو نوع تنظیمات با انرژی صوتی صدای کاربر در فرکانس ۱ کیلوهرتز (ورودی میکروفون) تغییر می‌کنند. یکی از تنظیمات (تنظیم ۱) فرکانس‌های پایین (۱۰۰-۸۰۰ هرتز، + ۱۲ دسی‌بل) را افزایش می‌دهد در حالی که فرکانس‌های بالا (۱۵۰۰۰-۸۰۰ هرتز، -۱۲ دسی‌بل) را هنگامی که انرژی سیگنال ورودی در ۱ کیلوهرتز از -۵۶ دسی‌بل برای یک‌زمان ماشه t1=10-50 ms بیشتر می‌شود، جریان را کنترل می‌کند. تنظیم دیگر (تنظیم ۲) برعکس عمل می‌کند (کاهش فرکانس‌های پایین ۸۰۰-۱۰۰ هرتز و بالا بردن فرکانس‌های بالا در محدوده ۱۵۰۰۰-۸۰۰ هرتز) زمانی که سیگنال ورودی در ۱ کیلوهرتز برای مدت‌زمان نگهداری t2=20-200 ms به زیر ۶۶ تا ۷۰ دسی‌بل کاهش می‌یابد (۱۷).

با وجود اثربخشی مداخلات غیر دارویی در اختلال ADHD، تاکنون توجه شنیداری به عنوان یکی از ابعاد مهم این اختلال کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است. همچنین، مقایسه مستقیم بین دو روش غیرتهاجمی tDCS و Forbrain که از مکانیسم‌های متفاوتی بهره می‌برند، در پژوهش‌های پیشین نادیده گرفته شده است. بنابراین، با توجه به شیوع گسترده ADHD و ضرورت استفاده از درمان‌های مکمل ایمن و مؤثر، این پژوهش با هدف مقایسه اثربخشی دو روش tDCS و Forbrain بر توجه شنیداری در کودکان مبتلا به اختلال ADHD در بازه سنی ۶ تا ۱۱ سال انجام می‌گیرد. این مطالعه با هدف بررسی و مقایسه اثربخشی این دو روش بر بهبود توجه شنیداری طراحی شده است تا راهکاری مؤثر، ایمن و کاربردی برای مداخلات شناختی در کودکان مبتلا به ADHD ارائه دهد.

روش کار

این پژوهش از نظر کاربردی، از نوع پژوهش‌های نیمه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون پس‌آزمون با گروه کنترل بود. بدین منظور سه گروه، درمان tDCS در ۱۰ جلسه ۲۰ دقیقه‌ای (هفته‌ای سه جلسه) و گروه دوم ۱۰ جلسه ۲۰ دقیقه‌ای Forbrain (هفته‌ای سه جلسه) و گروه سوم به عنوان کنترل در نظر گرفته شد.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

جامعه آماری این پژوهش شامل کلیه کودکان ۶ تا ۱۱ ساله مبتلا به بیش‌فعالی/نقص توجه مراجعه‌کننده به مرکز درمانی توانش تهران در سال ۱۴۰۱ بودند. برای تعیین حجم نمونه، از نرم‌افزار G*Power و با در نظر گرفتن سطح معناداری ۰/۰۵، توان آزمون ۰/۸۰ و اندازه اثر متوسط f=۰/۲۵، حداقل حجم نمونه برای هر گروه ۱۵ نفر محاسبه شده است. برای افزایش دقت و در نظر گرفتن احتمال ریزش، در هر گروه ۲۰ نفر (جمعاً ۶۰ نفر در سه گروه) از بین افرادی که توسط متخصص روان‌پزشکی تشخیص ADHD داشته‌اند و ملاک‌های ورود را دارا می‌باشند به روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند و سپس به صورت هدفمند در گروه‌ها قرار گرفتند.

ملاک‌های ورود شامل: قرار گرفتن در محدوده سنی ۶ و حداکثر ۱۱ سال، نداشتن سابقه اختلالات روان‌شناختی و ایمپلنت فلزی داخل بدن و جمجمه و باتری قلب، عفونت و التهاب داخل سر، صرع و دریافت تشخیص اختلال ADHD از روان‌پزشک.

ملاک‌های خروج نیز شامل: غیبت ۲ جلسه یا بیشتر، همکاری نکردن در طول جلسات، داشتن جلسات درمانی متفاوت و هم‌زمان، ابتلا به اختلال‌های نورولوژی و عصبی_روانی در طول مطالعه طبق گزارش پزشک و وجود ایمپلنت فلزی داخل بدن و جمجمه و باتری قلب، عفونت و التهاب داخل سر، صرع، تومور بود.

این مطالعه با کد اخلاق: IR.IEU.REC.1402.050 مورد تأیید کمیته اخلاق دانشگاه علوم تحقیقات قرار گرفت.

ابزار

در این مطالعه از پرسشنامه Conners (فرم ۴۸ سؤالی ویژه والدین) و آزمون IVA-2 به عنوان ابزار ارزیابی استفاده شد. فرم والدین مقیاس Conners یکی از شناخته‌شده‌ترین ابزارهای سنجش مشکلات رفتاری کودکان، به ویژه ADHD، است که توسط والدین تکمیل می‌گردد. این مقیاس دارای ۴۸ گویه با طیف لیکرت چهار درجه‌ای (۰ تا ۳) بوده و نمره کلی آن بین ۰ تا ۱۴۴ متغیر است. این ابزار شش مؤلفه اصلی شامل اختلال سلوک، مشکلات یادگیری، روان‌تنی، بیش‌فعالی_تکانشگری، اضطراب و شاخص کلی بیش‌فعالی را ارزیابی می‌کند. اعتبار این مقیاس در پژوهش‌های مختلف داخلی و خارجی مورد تأیید قرار گرفته و ضریب پایایی آن ۰/۹۰ گزارش شده است. برخورداری از فرم‌های متنوع و امکان اخذ دیدگاه‌های والدین و معلمان، از مزایای برجسته این ابزار محسوب می‌شود. این مقیاس با بیش از سه دهه کاربرد پژوهشی و بالینی، در فرهنگ‌های مختلف نیز از روایی و پایایی لازم برخوردار بوده و توسط روان‌پزشک به عنوان ابزار تشخیصی معتبر برای ADHD استفاده می‌شود. نمره بالاتر از ۶۰ به عنوان نشانگر وجود اختلال در نظر گرفته می‌شود.

آزمون رایانه‌ای IVA-2 ابزاری استاندارد و چندمقیاسی برای ارزیابی اختلال بیش‌فعالی/نقص توجه (ADHD) و سایر مشکلات شناختی مرتبط با توجه است. این آزمون شامل بیش از ۸۰ مقیاس عملکردی است که در نسخه‌های مختلف IVA-2، IVA-QS و IVA-AE برای گروه‌های سنی ۶ تا ۹۶ سال طراحی شده‌اند. آزمون دارای گزارش‌های تحلیلی متعددی نظیر تحلیل تمارض، زمان واکنش، تمرکز ذهنی و توزیع پاسخ‌ها است و با بهره‌گیری از معیارهای DSM-5، انواع زیرمجموعه‌های ADHD را افتراق می‌دهد. در این آزمون بیش از ۵۰۰ محرک دیداری و شنیداری در مدت زمان حدود ۳۰ دقیقه نمایش داده شده و پاسخ‌ها با دقتی در حد هزارم‌ثانیه ثبت می‌شوند. IVA-2 دارای ساختار مرحله‌ای شامل آموزش، تمرین، آزمون اصلی و فاز آرام‌سازی است. صحت تشخیص این ابزار در مطالعات مختلف برای اختلال ADHD بین ۸۷ درصد تا ۹۲ درصد گزارش شده است و از آن برای بررسی اختلالات دیگری همچون افسردگی، اضطراب، اختلال خواب، آسیب‌های مغزی و دمانس نیز استفاده می‌شود.

در جلسه پیش‌آزمون، مصاحبه بالینی با حضور کودک و والدین به منظور بررسی وضعیت روان‌پزشکی، شرایط پزشکی (از جمله عدم وجود صرع، تومور، ایمپلنت فلزی یا باطری قلب) و اخذ رضایت‌نامه انجام شد. سپس کودکان به طور انفرادی در محیطی مجزا، آزمون رایانه‌ای IVA-2 را در مدت زمان تقریبی ۴۰ دقیقه اجرا کردند. پس از اعلام آمادگی، برنامه‌ریزی دقیق جلسات مداخله با همکاری خانواده‌ها صورت گرفت.

مداخلات در سه گروه آزمایشی انجام شد:

گروه اول: مداخله با دستگاه tDCS (تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز)، با هدف بهبود عملکردهای شناختی از طریق جریان ضعیف الکتریکی در به صورت تحریک آنودی قشر پیش‌پیشانی خلفی جانبی (Dorsolateral Prefrontal Cortex (DLPFC)) نیمکره چپ بود. در گروه آزمایشی بر اساس سیستم تقسیم‌بندی بین‌المللی ۲۰-۱۰، الکترود آند روی نقطه F3 و الکترود کاتد روی بازوی دست راست فرد قرار گرفت. جریان با شدت ۲ میلی‌آمپر و به مدت ۲۰ دقیقه اعمال می‌گردد. در **گروه دوم** پلاسبو یا گروه کنترل مشارکت‌کننده‌ها همان پروتکل‌ها را دریافت کردند ولی تحریک در این افراد به شکل‌های متفاوتی بود. در گروه‌های آزمایشی و شاهد تحریک به صورت صعودی تا ۲ میلی‌آمپر انجام شد، که در گروه آزمایشی این تحریک بعد از ۲۰ دقیقه به طور اتوماتیک خاموش شد ولی در گروه شاهد بعد از ۳۰ ثانیه تحریک الکتریکی قطع شد.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

در **گروه سوم** مداخله با دستگاه Forbrain، یک هدست فیلترکننده صداهای محیطی که با بازخورد شنوایی تقویت شده، درک شنیداری و کیفیت گفتار را بهبود می‌بخشد. تمرین‌ها شامل خواندن با صدای بلند، مکالمه با مربی و تکرار تمرینات شنیداری بودند.

هر مداخله در قالب ۱۰ جلسه ۲۰ دقیقه‌ای اجرا شد. پس از اتمام دوره، جلسه پس‌آزمون مشابه جلسه آغازین برگزار شد. داده‌ها در دو سطح توصیفی (میانگین، انحراف معیار، کجی و کشیدگی، سن و مقطع تحصیلی) و استنباطی تحلیل گردید. پس از تأیید نرمال بودن داده‌ها با آزمون شاپیرو_ویلک، آزمون تحلیل کوواریانس (ANCOVA) با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ انجام شد. سطح معناداری در تمامی آزمون‌ها ۰/۰۵ تعیین گردید.

یافته‌ها

یافته‌های جمعیت‌شناختی نشان داد ۲۰ درصد از کودکان ۶ ساله، ۱۵ درصد از کودکان ۷ ساله، ۲۰ درصد از کودکان ۸ ساله، ۱۵ درصد از کودکان ۹ ساله، ۲۰ درصد از کودکان ۱۰ ساله و ۱۰ درصد کودکان ۱۱ ساله بوده‌اند. به طور کلی ۵۵ درصد از شرکت‌کنندگان پسر و ۴۹ درصد از آنها دختر بوده‌اند. همچنین ۵۰ درصد از کودکان تشخیص نقص توجه و ۵۰ درصد از آنها تشخیص بیش‌فعالی و نقص توجه را دریافت کرده بودند (جدول ۱).

جدول ۱. اطلاعات جمعیت‌شناختی نمونه‌های مورد بررسی در این مطالعه

		فراوانی	درصد
	پیش‌دبستانی	۴	۲۰
تحصیلات	اول	۳	۱۵
	دوم	۴	۲۰
	سوم	۳	۱۵
	چهارم	۴	۲۰
	پنجم	۲	۱۰
نوع اختلال	ADD	۱۰	۵۰
	ADHD	۱۰	۵۰
جنسیت	پسر	۱۱	۵۵
	دختر	۹	۴۵
مجموع		۲۰	۱۰۰

به منظور ارزیابی مقایسه اثربخشی روش tDCS و روش Forbrain بر توجه شنیداری در کودکان ۱۱-۶ سال بیش‌فعال از تحلیل کوواریانس تک متغیری استفاده شد. در این تحلیل، گروه‌های (tDCS، Forbrain و کنترل) به عنوان عامل بین مشارکت‌کنندگان، نمرات توجه شنیداری (نمرات آزمون IVA به عنوان ابزار سنجش توجه شنیداری) مشارکت‌کننده در مرحله پیش‌آزمون به عنوان متغیر کنترل و نمرات مشارکت‌کنندگان در این متغیر در مرحله پس‌آزمون به عنوان متغیر وابسته وارد مدل شدند.

در ادامه، جدول ۲ و نمودار ۱ میانگین و انحراف معیار نمرات توجه شنیداری را در سه گروه مورد مطالعه در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون نشان می‌دهد

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار نمرات توجه شنیداری (پیش‌آزمون و پس‌آزمون)

گروه	پیش‌آزمون (میانگین ± انحراف معیار)	پس‌آزمون (میانگین ± انحراف معیار)
tDCS	۶/۱۵±۷۴/۲۰	۵/۳۰±۸۵/۷۵
Forbrain	۶/۳۰±۷۳/۸۵	۵/۱۰±۸۴/۹۰
کنترل	۶/۲۵±۷۴/۰۰	۶/۰۰±۷۴/۹۰

همان‌طور که جدول ۲ نشان می‌دهد، هر دو گروه مداخله‌ای افزایش قابل توجهی در نمرات پس‌آزمون توجه شنیداری نشان داده‌اند. برای بررسی دقیق‌تر تفاوت آماری بین گروه‌ها، تحلیل کوواریانس با کنترل اثر پیش‌آزمون انجام شد که نتایج آن در جدول ۳ آمده است:

جدول ۳. نتایج تحلیل کوواریانس نمرات توجه شنیداری

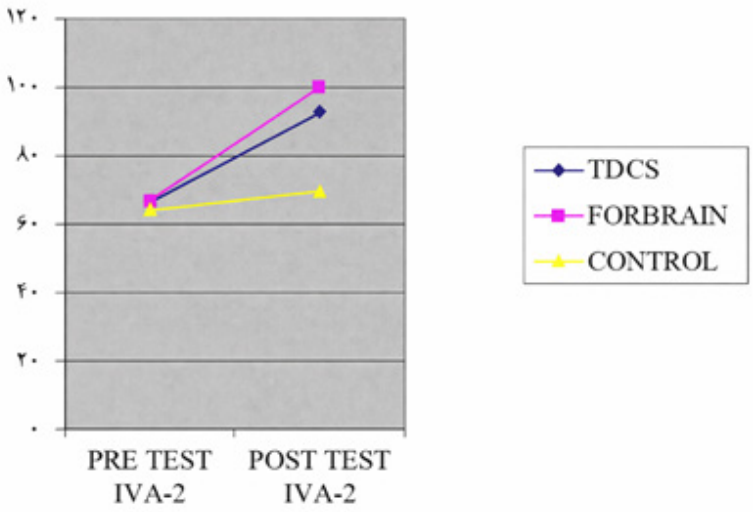
منبع	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار F	مقدار P
پیش‌آزمون	۸۱۴/۶۷	۱	۸۱۴/۶۷	۱۹/۸۴	۰/۰۰۰
گروه	۱۳۹۷/۴۵	۲	۶۹۸/۷۳	۱۷/۰۲	۰/۰۰۰
خطا	۲۲۶۲/۵۴	۵۶	۴۰/۴۰	—	—
کل	—	۶۰	—	—	—

تحلیل نشان داد اثر گروه بر نمرات پس‌آزمون معنادار است (جدول ۳). به منظور بررسی دقیق‌تر، از آزمون تعقیبی شفه برای مقایسه گروه‌ها به صورت زوجی استفاده شد. نتایج آزمون شفه در جدول ۴ نشان داد که هر دو روش tDCS و Forbrain در مقایسه با گروه کنترل تأثیر مثبت معناداری بر افزایش توجه شنیداری داشتند، اما تفاوت معناداری بین اثربخشی این دو روش مشاهده نشد. لذا هر دو گروه تقریبا به یک میزان بر توجه شنیداری نمونه‌ها مؤثر هستند.

جدول ۴. آزمون تعقیبی شفه برای مقایسه میانگین نمرات توجه شنیداری

مقایسه گروهی	میانگین تفاوت	مقدار P
tDCS – کنترل	۱۰/۸۵	۰/۰۰۱
Forbrain – کنترل	۱۰/۰۰	۰/۰۰۱
tDCS - Forbrain	۰/۸۵	۰/۸۷۲

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License



نمودار ۱. میانگین و انحراف معیار نمرات توجه شنیداری (پیش‌آزمون و پس‌آزمون)

بحث

هدف از این پژوهش مقایسه اثربخشی روش تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای و روش Forbrain بر توجه شنیداری در کودکان بیش‌فعال ۱۱-۶ سال بود. نتایج این پژوهش نشان داد که هر دو روش tDCS و Forbrain تأثیر معناداری بر بهبود توجه شنیداری در کودکان مبتلا به ADHD دارند، در حالی که گروه کنترل فاقد تغییر معنادار بود. با توجه به این که بین اثربخشی این دو روش تفاوت معناداری مشاهده نشد، می‌توان استنباط کرد که هر دو از کارایی مشابهی در مداخله بر مؤلفه توجه شنیداری برخوردارند.

مطابق با یافته‌های این مطالعه، پژوهش Fregni و همکاران نشان داد که تحریک tDCS بر ناحیه DLPFC می‌تواند منجر به بهبود عملکردهای اجرایی از جمله توجه در بیماران مبتلا به اختلالات نوروسایکولوژیک شود (۱۲). تحریک الکتریکی این ناحیه موجب افزایش تحریک‌پذیری نورونی و تقویت مسیرهای دوپامینرژیک مرتبط با توجه می‌شود. در مطالعه حاضر نیز قرارگیری الکترودها بر قشر پیش‌پیشانی راست و چپ با شدت ۱/۵ میلی‌آمپر، موجب افزایش معنادار عملکرد توجه شنیداری شد.

در خصوص اثربخشی Forbrain، نتایج با مطالعه قدمگاهی ثانی و همکاران هم‌راستا است. آنان گزارش کردند که استفاده از بازخورد صوتی دینامیک از طریق هدایت استخوانی می‌تواند عملکردهای توجهی در بیماران روان‌پزشکی را بهبود بخشد این مکانیسم از طریق تحریک مسیرهای قشر شنوایی و ادغام با حافظه فعال، موجب افزایش تمرکز و کاهش حواس‌پرتی می‌شود (۱۸). در پژوهش حاضر نیز پس از ۱۰ جلسه مداخله با دستگاه Forbrain، نمرات توجه شنیداری به طور معناداری افزایش یافت.

در تحلیل نتایج به دست آمده می‌توان گفت، عدم وجود تفاوت معنادار میان دو روش مداخله‌ای به معنای هم‌ارزی اثربخشی، نه عدم تأثیر، تلقی می‌شود. هر دو روش از مسیرهای نوروفیزیولوژیک متفاوتی بهره می‌برند: tDCS از طریق مدولاسیون تحریک‌پذیری قشری و Forbrain از طریق تحریک ورودی‌های شنیداری و حلقه‌های بازخورد صوتی عمل می‌کند. با وجود تفاوت در مکانیسم عملکرد، شباهت در خروجی (افزایش توجه شنیداری) بیانگر مؤثر بودن هر دو روش برای مداخله شناختی در کودکان ADHD است.

از نظر بالینی، کاربرد tDCS نیازمند تجهیزات درمانی خاص و نظارت متخصص است، در حالی که دستگاه Forbrain با کاربری ساده‌تر، قابلیت استفاده در منزل یا مدارس را دارد. این مزیت عملیاتی می‌تواند در انتخاب روش مداخله در محیط‌های غیربالینی تعیین‌کننده باشد. در عین حال، اثربخشی هر دو روش بدون گزارش عوارض جانبی، ایمنی این مداخلات را در گروه سنی کودک تأیید می‌کند.

همچنین، این نتایج با پژوهش Rubia مطابقت دارد که نشان داد نواحی پیش‌پیشانی نقش کلیدی در کنترل توجه و مهار رفتاری در بیماران ADHD ایفا می‌کنند (۴). از این رو، تحریک مستقیم این نواحی از طریق tDCS می‌تواند مستقیماً بر مدارهای عصبی معیوب اثر بگذارد. همچنین در حوزه درمان شناختی_شنیداری، یافته‌های مطالعه‌ای نشان داد که دستگاه Forbrain با تأثیر مثبت بر تمرکز و توجه شنیداری، عملکرد تحصیلی کودکان دارای اختلالات یادگیری را بهبود می‌بخشد (۳). نتایج این پژوهش نیز مؤید کارایی آن در گروه ADHD است. با وجود اثربخشی هر دو مداخله، پژوهش حاضر محدود به اجرای

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

کوتاه‌مدت (۱۰ جلسه) و عدم بررسی پایداری اثرات در پیگیری‌های طولانی‌مدت بود. همچنین، استفاده از یک ابزار اندازه‌گیری (آزمون IVA-2) ممکن است پاسخگوی ارزیابی جامع عملکرد توجه شنیداری نباشد. پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده از سنجش‌های چندبعدی و همچنین روش‌های تصویربرداری عصبی مانند fMRI برای بررسی تغییرات عملکرد مغزی استفاده شود.

با این وجود؛ نمونه‌گیری به صورت در هدفمند و محدود بودن به یک مرکز درمانی، تعمیم‌پذیری یافته‌ها را محدود می‌کند.

در جمع‌بندی، می‌توان نتیجه گرفت که هر دو روش مداخله‌ای tDCS و Forbrain در بهبود توجه شنیداری در کودکان مبتلا به ADHD مؤثر هستند و می‌توان آنها را به عنوان مداخلات مکمل در کنار سایر روش‌های درمانی به کار برد. انتخاب هر یک از این روش‌ها بسته به امکانات، آموزش درمانگر، میزان دسترسی و پذیرش خانواده‌ها ممکن است متفاوت باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر گویای آن بود که پس از کنترل نمرات پیش‌آزمون، اثر گروه بر نمرات پس‌آزمون توجه شنیداری نیز معنادار می‌باشد. به عبارت دیگر، بین آزمودنی‌های دو گروه تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای و کنترل در میانگین نمرات توجه شنیداری در مرحله پس‌آزمون تفاوت معناداری وجود دارد. همچنین در مورد اثربخشی روش Forbrain نیز پس از کنترل نمرات پیش‌آزمون، اثر گروه بر نمرات پس‌آزمون توجه شنیداری نیز معنادار می‌باشد و این روش اثربخش بوده است. در نهایت نتایج مقایسه اثربخشی دو روش نشان داد که بین آزمودنی‌های دو گروه tDCS و Forbrain در میانگین نمرات توجه شنیداری در مرحله پس‌آزمون تفاوت معناداری وجود ندارد. در نتیجه هر دو روش به یک اندازه می‌توانند بر توجه شنیداری کودکان مبتلا به اختلال بیش‌فعالی/نقص توجه مؤثر باشند. لذا به نظر می‌رسد با توجه به این که تأثیر هر دو روش بر توجه شنیداری کودکان مبتلا به اختلال بیش‌فعالی/نقص توجه به یک میزان است در انتخاب کاربرد روش مناسب باید شرایط بالینی بیمار و امکانات در دسترس مد نظر قرار گیرد. همچنین باید توجه داشت که کدام روش مقبولیت بیشتری برای درمانگرها و بیماران دارد. علاوه بر این زمان مورد نیاز و هزینه هر روش باید مد نظر گیرد تا روشی که هزینه کمتر با اثربخشی بیشتر را دارا است توصیه شود. لذا پیشنهاد می‌شود که به هر دو دستگاه جهت بهبود عملکرد شنیداری در کلینیک‌های توان‌بخشی و روان‌شناسی و روان‌پزشکی استفاده شود، و همچنین مطالعات بیشتری برای آزمایش سودمندی آنها در گروه‌های بالینی ضروری می‌باشد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق در پژوهش

این طرح پژوهشی مورد تایید کمیته اخلاق دانشگاه علوم تحقیقات با کد IR.IEU.REC.1402.050 قرار گرفت. رضایت آگاهانه از همه شرکت‌کنندگان اخذ گردید. داده‌ها برای حفظ محرمانه با استفاده از چک لیست‌های کدگذاری شده ثبت شد. شرکت در مداخله برای کودکان مبتلا به اختلال بیش‌فعالی/نقص توجه داوطلبانه بود و شرکت‌کنندگان در هر زمانی می‌توانستند که از پژوهش خارج شوند. این مقاله از نوع پژوهشی اصیل است و اجرای این طرح مغایرتی با اعتقادات و باورها و سنت‌های جامعه ندارد؛ در بازنگری منابع و استفاده از مقالاتی که در فهرست منابع ذکر شده رعایت صداقت و امانت گردیده است و از منابع مشکوک و فاقد اعتبار استفاده نشده است؛ از مناسب‌ترین روش پژوهش و جدیدترین روش‌های ممکن استفاده شده است.

مشارکت نویسندگان

تمامی نویسندگان در طراحی مطالعه، اجرا و نگارش گزارش و مقاله آن و همچنین در مراحل ویراستاری و اصلاحات مشارکت یکسانی داشته‌اند.

منابع مالی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه درجه کارشناسی ارشد در رشته روان‌شناسی عمومی در دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن می‌باشد. این پایان‌نامه با حمایت مالی همین دانشگاه انجام شده است.

تشکر و قدردانی

نویسندگان، بدینوسیله بر خود لازم می‌دانند از حضور بیماران و خانواده ایشان و همچنین زحمات تمامی افرادی که در این پژوهش ما را راهنمایی نمودند، سپاس‌گزاری نمایند.

تعارض منافع

بنا بر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

References

1. Ghamarani A, Mirahmadi SH. Discovery of the perception of children with attention-deficit/hyperactivity disorder from the charity. *Journal of Endowment & Charity Studies*. 2024;2(1):249-270. (Persian)

2. Zemestani Yamchi M, Seif Naraghi M. Auditory memory in 3 to 8 year old children with and without attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of Exceptional Children*. 2009;9(2):163-176.

3. Sadipour E, Amiri Z, Mirzahosseini H, Zargham Hajebi M. The effectiveness of Auditory Tasks Homework Training on Auditory Attention in Children with Attention-deficit/Hyperactivity disorder comorbidity with special learning disorder. *Journal of Learning Disabilities*. 2022;11(2):77-90. (Persian)

4. Polanczyk G, De Lima MS, Horta BL, Biederman J, Rohde LA. The worldwide prevalence of ADHD: A systematic review and metaregression analysis. *American Journal of Psychiatry*. 2007;164(6):942-948.

5. Arefanian P, Saeidmanesh M, Azizi M. Effect of transcranial direct current stimulation (TDCS) on executive functions of children with learning disabilities. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2021;9(4):91-101. (Persian)

6. Mirdamadi M, Hassanzadeh S, Gholamali Lavasani M, Vakili S. Prenting methods among the mothers of children with attention deficit/hyperactivity disorder: A systematic review. *Empowering Exceptional Children*. 2022;13(1):38-45. (Persian)

7. Nemeroff CB, Weinberger D, Rutter M, MacMillan HL, Bryant RA, Wessely S, et al. DSM-5: A collection of psychiatrist views on the changes, controversies, and future directions. *BMC Medicine*. 2013;11(1):202.

8. Narmashiri A, Ashrafi H, Rostami Z, Bagherifar A, Hemati Rad G. The effect of brain electric brain stimulation on improving the cognitive speed of attention in people with attention deficit hyperactivity disorder. *Neuropsychology*. 2018;3(11):143-158. (Persian)

9. Rubia K. "Cool" inferior frontostriatal dysfunction in attention-deficit/hyperactivity disorder versus "hot" ventromedial orbitofrontal-limbic dysfunction in conduct disorder: A review. *Biological Psychiatry*. 2011;69(12):e69-e87.

10. Clark VP, Coffman BA, Mayer AR, Weisend MP, Lane TD, Calhoun VD, et al. TDCS guided using fMRI significantly accelerates learning to identify concealed objects. *Neuroimage*. 2012;59(1):117-128.

11. Mohammadi Dolatabad M, Rezapour-Mirsaleh Y, Choobforoushzadeh A, Ahmadi S. The effect of transcranial brain stimulation on the clinical symptoms of attention deficit hyperactivity disorder. *Avicenna Journal of Neuro Psycho Physiology*. 2024;11(2):39-43.

12. Fregni F, Boggio PS, Nitsche M, Bermpohl F, Antal A, Feredoes E, et al. Anodal transcranial direct current stimulation of prefrontal cortex enhances working memory. *Experimental Brain Research*. 2005;166(1):23-30.

13. Brunoni A, Ferrucci R, Bortolomasi M, Vergari M, Tadini L, Boggio P, et al. Transcranial direct current stimulation (tDCS) in unipolar vs. bipolar depressive disorder. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*. 2011;35(1):96-101.

14. Salehinejad MA, Wischnewski M, Nejati V, Vicario CM, Nitsche MA. Transcranial direct current stimulation in attention-deficit hyperactivity disorder: A meta-analysis of neuropsychological deficits. *PloS One*. 2019;14(4):e0215095.

15. Nwaroh C, Giuffre A, Cole L, Bell T, Carlson HL, MacMaster FP, et al. Effects of transcranial direct current stimulation on GABA and Glx in children: A pilot study. *PLoS One*. 2020;15(1):e0222620.

16. Escera C. Neural mechanisms underlying Forbrain® effects: A research proposal. 2019.

17. Escera C, Lopez-Caballero F, Gorina-Careta N. The potential effect of forbrain as an altered auditory feedback device. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 2018;61(4):801-810.

18. Ghadamgahi Sani SN, Suri A. Investigating the effect of forbrain stimulation on auditory attention in hyperactive children aged 6-11 years. *Advances in Cognitive Sciences*. 2024;26(3):14-27. (Persian)

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License