MEJDS. 2025; 15:8.
Published online 2025 Apr. **Original Article**

Investigating the Effectiveness of Transcranial Direct Current Stimulation on Happiness of 16- to 18 Year Old Adolescents with Attention Deficit Hyperactivity Disorder Living in Shiraz City, Iran

Fazeli Z[1], *Rahimi Ch[2]

Author Address
1. PhD Student in Clinical Psychology, Shiraz University, Shiraz, Iran;
2. PhD in Clinical Psychology, Professor, Shiraz University, Shiraz, Iran.
***Corresponding Author Email:** Crahimi2016@hotmail.com

Received: 2025 March 13; **Accepted:** 2025 April 11

Abstract

Background & Objectives: The main clinical symptoms of attention–deficit/hyperactivity disorder (ADHD) are inattention, impulsivity, and hyperactivity. Cognitive tasks, which are often used in research, reveal behavioral responses that indicate attention deficits or impulsive responses in individuals with ADHD. One of the components studied in children with ADHD is happiness. Happiness is the opposite of depression and can be described as a complex, multifaceted emotion that encompasses a range of positive emotions from contentment to extreme joy and can increase a person's satisfaction with life. ADHD is resistant to treatment, and so far, the treatments used in this disorder have not achieved much success in treating ADHD. Few studies have been reported on the effectiveness of transcranial direct electrical stimulation of the brain on the psychological state of adolescents with ADHD. So, this study aimed to investigate the effectiveness of transcranial direct electrical stimulation (tDCS) of the brain on the happiness of adolescents aged 16 to 18 with ADHD living in Shiraz City, Iran.

Methods: The method of this study was quasi–experimental with a pretest–posttest design with a control group. Among adolescents with ADHD referring to psychology and psychiatric clinics in Shiraz in 2024, 30 eligible volunteers aged 16 to 18 were selected and entered into the study. Thirty eligible volunteers from the community were recruited into the study, and 15 were randomly assigned to the intervention group and 15 to the control group. Based on the initial consent of the subjects to participate in the study, the therapist and the sample subjects pledged to cooperate during the study, and there was no dropout during the study. The inclusion criteria included having ADHD confirmed by a psychiatrist, being between 16 and 18 years of age, not participating in other treatment sessions, and taking medication. The exclusion criteria were absent from a treatment session, and not completing the questionnaire during the study. Information about the research results remained confidential, and only the researcher had access to their files for data analysis. Before conducting the research, each sample member completed a consent form to participate in the research. In addition, the researchers pledged to provide free treatment sessions for the control group members if the research results were significant. The happiness variable scores were compared using the Oxford Happiness Questionnaire (Argyle et al., 1989) at two time points before and after the tDCS. SPSS version 22 software was used for data analysis. In the descriptive statistics section, the mean and standard deviation of the scores related to the variables were extracted. In the inferential statistics section, data analysis was performed using analysis of covariance. The significance level of the tests was set at 0.05.

Results: The results showed that the mean happiness variable scores in adolescents with ADHD in the intervention group and after receiving treatment increased significantly compared to the control group ($p<0.001$). Based on the results of the effect size, 64% of the difference between the intervention group and the control group in the happiness variable was due to electrical brain stimulation.

Conclusion: The results of this study showed that transcranial direct current stimulation can be used as a potentially effective treatment to improve happiness in adolescents with ADHD.

Keywords: Transcranial direct current stimulation (tDCS), Happiness, Attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD).

Copyright © 2025, MEJDS. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.

مجله مطالعات ناتوانی ۱۴۰۴؛ (۱۵):۸.

انتشار برخط فروردین ۱۴۰۴ مقاله پژوهشی اصیل

بررسی اثربخشی تحریک مستقیم الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز بر شادکامی نوجوانان ۱۶تا۱۸ساله دارای اختلال بیش‌فعالی/نقص توجه شهرستان شیراز

زهرا فاضلی[۱]، *چنگیز رحیمی[۲]

توضیحات نویسندگان

۱. دانشجوی دکترای تخصصی روان‌شناسی بالینی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران؛

۲. دکترای روان‌شناسی بالینی، استاد، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

***رایانامهٔ نویسندهٔ مسئول:** Crahimi2016@hotmail.com

تاریخ دریافت: ۲۳اسفند۱۴۰۳؛ **تاریخ پذیرش:** ۲۳فروردین۱۴۰۴

چکیده

زمینه و هدف: اختلال بیش‌فعالی/نقص توجه یکی اختلالات روان‌پزشکی با شیوع فراوان است. پژوهش حاضر باهدف بررسی اثربخشی تحریک مستقیم الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز بر شادکامی نوجوانان ۱۶تا۱۸ساله دارای اختلال بیش‌فعالی/نقص توجه شهرستان شیراز انجام شد.

روش‌بررسی: روش این پژوهش، نیمه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون همراه با گروه گواه بود. از بین نوجوانان دارای اختلال بیش‌فعالی/نقص توجه مراجعه‌کننده به کلینیک‌های روان‌شناسی و روان‌پزشکی شهرستان شیراز در سال ۱۴۰۳، سی نفر داوطلب واجد شرایط به‌شکل دردسترس در دامنهٔ سنی ۱۶تا۱۸ سال وارد پژوهش شدند. سپس ازطریق گمارش تصادفی پانزده نفر در گروه مداخله و پانزده نفر در گروه گواه قرار گرفتند. امتیازات متغیر شادکامی به‌وسیلهٔ پرسش‌نامهٔ شادکامی آکسفورد (آرگیل و همکاران، ۱۹۸۹) در دو نوبت زمانی قبل و بعد از درمان تحریک مستقیم الکتریکی مغز مقایسه شد. تحلیل داده‌ها بااستفاده از تحلیل کوواریانس در نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۲۲ صورت پذیرفت. سطح معناداری آزمون‌ها ۰/۰۵ بود.

یافته‌ها: نتایج مشخص کرد، میانگین نمرات متغیر شادکامی در نوجوانان دارای اختلال بیش‌فعالی/نقص توجه در گروه مداخله و بعد از دریافت درمان درمقایسه با گروه گواه، به‌طور معناداری افزایش پیدا کرد (p<۰/۰۰۱). براساس نتایج مربوط به اندازهٔ اثر، ۶۴درصد از تفاوت بین گروه مداخله و گروه گواه در متغیر شادکامی ناشی‌از تحریک الکتریکی مغز بود.

نتیجه‌گیری: نتایج این پژوهش نشان داد، از تحریک مستقیم الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز می‌توان به‌عنوان درمانی احتمالاً مؤثر برای بهبود شادکامی نوجوانان دارای اختلال بیش‌فعالی/نقص توجه استفاده کرد.

کلیدواژه‌ها: تحریک مستقیم الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز، شادکامی، اختلال بیش‌فعالی/نقص توجه.

حق انتشار محفوظ است © ۱۴۰۴، مجله مطالعات ناتوانی. این یک مقاله با دسترسی آزاد است که تحت مجوز اختیار_غیرتجاری ۴/۰ بین‌المللی (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.fa) منتشر شده است که به شما اجازه می‌دهد که مواد منتشر شده در این مقاله را با شرط ارجاع مناسب به نسخهٔ اصلی، به‌طور غیرتجاری نسخه‌برداری و توزیع کنید.

۱ مقدمه

علائم بالینی اصلی اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی[1] که ۵/۹درصد از کودکان و ۲/۵درصد از بزرگسالان را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد، بی‌توجهی[2] و تکانشگری[3] و بیش‌فعالی[4] است. تشخیص مبتنی‌بر مصاحبهٔ نیمه‌ساختاری[5] صورت می‌گیرد و برای ارزیابی معیارهای تشخیصی علائم اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی و اختلالات عملکردی[6] مرتبط طراحی شده است (۱). وظایف شناختی[7] که اغلب در تحقیقات به‌کار می‌رود، پاسخ‌های رفتاری را نشان می‌دهد که بیانگر کمبود توجه یا پاسخ‌های تکانشی در افراد مبتلا به اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی است؛ برای مثال، اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی به‌شدت با افزایش تغییر زمان واکنش[8] ارتباط دارد؛ افراد مبتلا به اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی در سرعت پاسخ‌گویی به وظایف شناختی بسیار ناسازگار هستند که با مشکلات تنظیم توجه[9] و برانگیختگی[10] مرتبط است. شیوع این اختلال در پسران بیش از دختران گزارش شده است (۲) .

افراد مبتلا به اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی نقص‌هایی در کنترل شناختی[11] نشان می‌دهند و به شبکهٔ عصبی سطح بالایی اشاره دارد که از مدیریت عملکردهای اجرایی[12] ازجمله فرایندهای هدف‌گرا[13] پشتیبانی می‌کند. چارچوب‌های نظری معینی از اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی پیشنهاد می‌دهند که نقص در کنترل شناختی زمینه‌ساز نشانه‌شناسی این اختلال است و به پیامدهای نامطلوب مرتبط با آن کمک می‌کند (۳). افراد مبتلا به اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی با حفظ خواسته‌های کنترل شناختی بالا[14] (مانند توجه) مبارزه می‌کنند؛ همان‌طورکه در روش‌های رفتاری و رویکردهای تصویربرداری عصبی[15] مشهود است. ازمنظر رفتاری مشخص شده است، افراد مبتلا به اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی در کارهای نیازمند به اجرای کنترل شناختی (برای مثال تکلیف علامت توقف[16]، تکلیف برو/ممنوع[17]، گوش‌دادن دوگانه[18]) درمقایسه با افراد معمولی، عملکرد ضعیف‌تری دارند (۲). از دیدگاه نوروفیزیولوژیک[19] ، داده‌های مربوط به تصویربرداری عصبی نشان می‌دهد، افراد مبتلا به اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی با ویژگی‌های عصبی غیرطبیعی در اتصال و فعال‌سازی در شبکهٔ کنترل شناختی، درحالت استراحت و نیز در طول تکالیف شناختی مشخص می‌شوند که می‌تواند منجربه رفتارهای تکانشی[20] و متعاقب آن تشکیل باورها و نگرش‌های منفی در این افراد شود و خُلق افراد را افسرده کند (۱).

یکی از مؤلفه‌های بررسی‌شده در کودکان دارای اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی، شادکامی[21] است. شادکامی در نقطهٔ مقابل افسردگی[22] قرار دارد و می‌توان گفت، احساس پیچیده و چندوجهی است که شامل طیفی از احساسات مثبت از رضایت تا شادی شدید می‌شود و رضایت فرد از زندگی را افزایش می‌دهد (۴). در بریتانیا برای اندازه‌گیری ارتباط بین علائم اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی و خودارزیابی شادکامی در میان بزرگسالان در جمعیت عمومی، از نمونه‌ای ملی از ۷۲۷۴ بزرگسال خواسته شد شادکامی خود را در مقیاس سه‌درجه‌ای ارزیابی کنند. براساس نتایج، سطوح بالاتر علائم اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی به‌طور معکوس با خودارزیابی شادی مرتبط بود. بزرگسالان دارای کمترین علائم اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی، تقریباً دوبرابر بیشتر از افراد دارای بیشترین علائم اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی احساس شادکامی داشتند (۵). سی‌درصد از کودکان مبتلا به اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی، دارای یک اختلال خُلقی جدی مانند افسردگی هستند و برخی از متخصصان می‌گویند بیش از نیمی از افرادی که این بیماری را دارند، در مقطعی از زندگی خود درمان افسردگی را دریافت خواهند کرد (۶).

بررسی‌ها بیانگر کاربرد درمان‌های مختلفی برای مشکلات روان‌شناختی در اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی است. رویکرد جدیدی که می‌تواند برای درمان مشکلات روان‌پزشکی استفاده شود، تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز[23] است. تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز، روش غیرتهاجمی تحریک مغز به‌شمار می‌رود که بیش از بیست سال، به‌طور گسترده هدف تحقیق قرار گرفته است. این روش توانایی خود را در درمان انواع بیماری‌های عصبی و روان‌پزشکی نشان داده است (۷). تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز، جریانی مستقیم با شدت کم (معمولاً ۰/۵تا۲ میلی‌آمپر) را ازطریق حداقل دو الکترود پوست سر (یک آند و یک کاتد) به مغز می‌رساند. الکترودها اغلب از اسفنج‌های آغشته به نمک تشکیل شده‌اند و به یک دستگاه باتری‌دار متصل هستند. بخشی از این جریان به جمجمه نفوذ می‌کند و پتانسیل‌های غشای استراحت[24] عصبی را تعدیل می‌سازد. تحریک آندی به‌طور معمول نورون‌ها را دپولاریزه[25] می‌کند و تحریک‌پذیری آن‌ها را افزایش می‌دهد؛ درحالی‌که تحریک کاتدی نورون‌ها را بیش‌ازحد دچار قطبیت[26] می‌کند و احتمال پتانسیل عمل آن‌ها را کاهش می‌دهد (۸). اثرات دقیق به جهت‌گیری عناصر عصبی در ناحیهٔ قشر هدف بستگی دارد. اگرچه تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز به‌دلیل جریان بین الکترودها به‌طور ذاتی غیرکانونی است، تنظیم اندازهٔ الکترود می‌تواند به کانونی‌سازی تحریک

---

1. Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD)
2. Inattention
3. Impulsivity
4. Hyperactivity
5. Semi-structured
6. Functional impairments
7. Cognitive tasks
8. Reaction time
9. Regulation of attention
10. Arousal
11. Cognitive control
12. Executive functions
13. Goal-oriented processes
14. High cognitive control
15. Neuroimaging
16. Stop-signal task
17. Go/No-Go Task
18. Dichotic listening
19. Neurophysiological
20. Impulsive behaviors
21. Happiness
22. Depression
23. Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS)
24. Resting membrane potentials
25. Depolarizes
26. Hyperpolarizes

در مناطق کوچک‌تر کمک کند (۷). حسینی و همکاران نشان دادند، تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز منجربه بهبود عملکرد حافظه و توجه در کودکان دارای اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی می‌شود (۸). جانگ و همکاران دریافتند، تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز سبب بهبود عملکرد شناختی در مدل‌های حیوانی دارای اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی خواهد شد (۹). کرول و همکاران در پژوهشی مشخص کردند، تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز در قشر پیش‌پیشانی، عملکرد اجرایی و اضطراب را در افراد دارای اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی بهبود می‌بخشد (۱۰).

اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی، بیماری مزمن و شایعی به‌شمار می‌رود که میلیون‌ها کودک را به‌خود گرفتار کرده است. این اختلال روانی اگر سریع و به‌درستی توسط روان‌شناس یا روان‌پزشک درمان نشود، اغلب تا بزرگسالی همراه کودک باقی می‌ماند و علائمی مانند کنترل‌نشدن هیجانات و رفتارها، اعتمادبه‌نفس ضعیف، بی‌توجهی و... را به‌دنبال دارد (۲). اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی، به درمان مقاوم است (۱) و تاکنون درمان‌های به‌کاررفته در این اختلال، در درمان اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی توفیق زیادی به‌دست نیاورده‌اند. در پژوهش‌های اندکی به بررسی اثربخشی تحریک مستقیم الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز بر وضعیت روان‌شناختی نوجوانان مبتلا به اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی پرداخته شده است؛ همچنین با تأکید بر این نکته که تکنیک تحریک مستقیم الکتریکی فراجمجمه‌ای دومیلی‌آمپری در ناحیهٔ قشر پیش‌پیشانی پشتی‌جانبی[1] آند چپ و کاتد راست به‌طور هم‌زمان در این اختلال هدف پژوهش قرار نگرفته است، پژوهش حاضر باهدف بررسی اثربخشی تحریک مستقیم الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز بر شادکامی نوجوانان ۱۶تا۱۸ساله دارای اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی شهرستان شیراز انجام شد.

۲ روش‌بررسی

این پژوهش از نوع نیمه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون همراه با گروه گواه بود. جامعهٔ آماری را نوجوانان دارای اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی مراجعه‌کننده به کلینیک‌های روان‌شناسی و روان‌پزشکی شهرستان شیراز در سال ۱۴۰۳ تشکیل دادند. از بین افراد جامعه، سی نفر داوطلب واجد شرایط دردسترس وارد پژوهش شدند و پانزده نفر در گروه مداخله و پانزده نفر در گروه گواه با گمارش تصادفی قرار گرفتند. باتوجه‌به رضایت اولیهٔ افراد برای شرکت در پژوهش، درمانگر و افراد نمونه متعهد شدند در طول پژوهش همکاری لازم را داشته باشند و در طول پژوهش افت نمونه رخ نداد. معیارهای ورود آزمودنی‌ها به پژوهش شامل داشتن اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی با تأیید روان‌پزشک، محدودهٔ سنی ۱۶تا۱۸ سال، شرکت‌نکردن در جلسات دیگر درمانی و مصرف دارو بود. ملاک‌های خروج آزمودنی‌ها از پژوهش، غیبت در یک جلسه درمان و تکمیل‌نکردن پرسش‌نامه در طول پژوهش در نظر گرفته شد.

برای انجام پژوهش ابزار و درمان زیر به‌کار رفت.

ـ پرسش‌نامهٔ شادکامی آکسفورد[2]: پرسش‌نامهٔ شادکامی آکسفورد توسط آرگیل و همکاران در سال ۱۹۸۹ باهدف تشخیص شادکامی تدوین شد (۱۱). سیاههٔ افسردگی بک[3] از مقیاس‌های بسیار موفق افسردگی است. آرگیل و همکاران پس از رایزنی با بک، جملات مقیاس افسردگی او را معکوس کردند؛ لذا ۲۱ ماده تهیه شد و یازده مادهٔ دیگر نیز به آن‌ها افزوده شد تا سایر جنبه‌های شادکامی را در بر گیرد. در ادامه آن را روی تعدادی از دانشجویان اجرا کردند و باتوجه‌به روایی صوری پرسش‌ها و حذف چند ماده، درنهایت فرم نهایی ۲۹ سؤال پرسش‌نامه آماده شد. هر سؤال پرسش‌نامهٔ شادکامی آکسفورد دارای چهار گزینه است که از هرگز=صفر تا همیشه=۳ نمره‌گذاری می‌شود. پرسش‌نامهٔ شادکامی آکسفورد دارای حداقل نمرهٔ صفر و حداکثر نمرهٔ ۸۷ است (۱۱). آرگیل و همکاران ضریب آلفای کرونباخ پرسش‌نامه را ۰/۹۲ با ۲۴۷ آزمودنی گزارش دادند؛ به‌علاوه پایایی بازآزمایی آن را طی هفت هفته ۰/۷۸ به‌دست آوردند و همبستگی درونی سؤالات را بین ۰/۴۰ و ۰/۶۴ گزارش کردند. روایی هم‌زمان این پرسش‌نامه به‌کمک روش تحلیل عوامل و چرخش واریماکس ۶۹/۲۴درصد واریانس کل محاسبه شد (۱۱). علی‌پور و نوربالا در ایران این پرسش‌نامه را ترجمه کردند و با اجرا روی ۱۰۱ دانشجوی کارشناسی‌ارشد دانشگاه علامه طباطبائی هنجاریابی شد؛ همچنین آلفای کرونباخ آن برابر با ۰/۹۳ بود. برای اندازه‌گیری پایایی پرسش‌نامه ازطریق بازآزمایی بعد از چهار هفته، ضریب همبستگی ۰/۷۸ به‌دست آمد. تحلیل عاملی به استخراج هفت عامل از پرسش‌نامهٔ شادکامی آکسفورد منجر شد که ۳۳درصد از واریانس سؤالات را تبیین می‌کند (۱۲).

در مرحلهٔ بعدی از پژوهش، افراد گروه نمونه با پرسش‌نامهٔ شادکامی آکسفورد (۱۱) ارزیابی شدند. در ادامه افراد گروه مداخله، طی سه هفته در ده جلسهٔ بیست‌دقیقه‌ای برنامهٔ تحریک مستقیم الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز دومیلی‌آمپری در ناحیهٔ قشر پیش‌پیشانی پشتی‌جانبی آند چپ و کاتد راست را (هفته‌ای سه‌بار) دریافت کردند. برای گروه گواه دستگاه خاموش بود. پروتکل درمانی استفاده‌شده در این پژوهش براساس پروتکل درمانی کرول و همکاران تدوین شد (۱۰). برای تعیین منطقهٔ قشر پیش‌پیشانی پشتی‌جانبی، روش اندازه‌گیری سر به‌کار رفت. ناحیهٔ وسط فاصلهٔ بیخ بینی (نقطهٔ بین پیشانی و بینی) تا برآمدگی پشت سر (برجسته‌ترین استخوان پشت سر)، روی پوست علامت زده شد. سپس فاصلهٔ بین دو گوش مدنظر قرار گرفت و وسط آن علامت زده شد. در دو طرف نقطهٔ تقاطع قشر حرکتی اولیه قرار داشت. برای مکان‌یابی قشر پیش‌پیشانی پشتی‌جانبی ۵ سانتی‌متر جلوتر از قشر حرکتی اولیه در نظر گرفته شد. این روش اندازه‌گیری و مکان‌یابی ناحیهٔ مدنظر برای استفاده از الکترودهای بزرگ کافی است. بعد الکترودها آغشته با سالین شد و در ناحیهٔ مدنظر قرارگرفت و تحریک مغزی شروع شد (۸).

در پایان درمان مجدد، پرسش‌نامهٔ شادکامی آکسفورد (۱۱) هدف ارزیابی قرار گرفت و نتایج در پروندهٔ افراد ثبت شد. اطلاعات مربوط به نتایج پژوهش به‌طور محرمانه باقی ماند و فقط پژوهشگر برای تحلیل داده‌ها به پروندهٔ آن‌ها دسترسی داشت. قبل از اجرای پژوهش،

[1]. Dorsolateral prefrontal cortex (dlPFC)
[2]. Oxford Happiness Questionnaire
[3]. Beck Depression Inventory

هریک از افراد نمونه فرم رضایت‌نامهٔ شرکت در پژوهش را تکمیل کردند؛ درضمن پژوهشگران متعهد شدند درصورت معناداربودن نتایج پژوهش، جلسات درمان برای افراد گروه گواه، به‌طور رایگان انجام شود.

برای تحلیل داده‌ها، نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۲۲ به‌کار رفت. در قسمت آمار توصیفی میانگین و انحراف معیار نمرات مربوط به متغیرها استخراج شد. در قسمت آمار استنباطی، تجزیه‌وتحلیل داده‌ها بااستفاده از آزمون آماری تحلیل کوواریانس صورت گرفت. پیش از اجرای تحلیل کوواریانس، پیش‌فرض‌های آن بااستفاده از آزمون‌های کلموگروف‌اسمیرنف و لون و همگنی اثر متقابل گروه و پیش‌آزمون شیب خطوط رگرسیون بررسی شد. سطح معناداری آزمون‌ها ۰/۰۵ بود.

۳ یافته‌ها

در این پژوهش، سی نوجوان دارای اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی، وارد پژوهش شدند. میانگین و انحراف معیار سنی افراد نمونه در گروه گواه (۱/۰۸±)۱۷/۳۲ سال و در گروه مداخله (۰/۹۴±)۱۷/۱۲ سال بود. ازنظر جنسیتی، در گروه گواه ۹ پسر (۶۰درصد) و ۶ دختر (۴۰درصد) و در گروه مداخله ۸ پسر (۵۳درصد) و ۷ دختر (۴۷درصد) حضور داشتند.

در قسمت آمار توصیفی، میانگین و انحراف معیار نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون متغیر شادکامی در دو گروه مداخله و گواه به‌همراه نتایج تحلیل کوواریانس در جدول ۱ ارائه شده است. همچنین قبل از اجرای آزمون تحلیل کوواریانس پیش‌فرض‌های مربوط به آن بررسی شد. آزمون کلموگروف‌اسمیرنف نرمال‌بودن توزیع نمرات در دو مرحلهٔ پژوهش و در دو گروه را نشان داد (p>۰/۰۵). طبق آزمون لون، تساوی واریانس‌های نمرات دو گروه در پیش‌آزمون و پس‌آزمون شادکامی رد نشد (p>۰/۰۵). همچنین پیش‌فرض مربوط به همگنی شیب خطوط رگرسیون برقرار بود (p=۰/۲۱۲).

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون متغیر شادکامی به‌همراه نتایج تحلیل کوواریانس

متغیر	پیش‌آزمون			پس‌آزمون		مقایسهٔ پس‌آزمون		
	گروه	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	مقدار F	مقدار p	اندازهٔ اثر
شادکامی	مداخله	۳۳/۵۸	۵/۴۲	۴۷/۶۶	۷/۶۷	۲۱/۴۸	<۰/۰۰۱	۰/۶۴
	گواه	۳۴/۵۶	۵/۶۲	۳۳/۸۹	۵/۰۸			

چنان‌که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، در پس‌آزمون میانگین نمرات گروه مداخله در متغیر شادکامی بیشتر از گروه گواه بود. نتایج تحلیل کوواریانس با تعدیل اثر پیش‌آزمون نشان داد، بین گروه مداخلهٔ دریافت‌کنندهٔ تحریک مستقیم الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز و گروه گواه بدون هیچ‌نوع مداخله‌ای، در پس‌آزمون، در میانگین شادکامی تفاوت معنادار وجود داشت (p<۰/۰۰۱)؛ یعنی تحریک مستقیم الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز باعث بهبود شادکامی در نوجوانان دارای اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی شد؛ لذا نتیجه گرفته می‌شود، ده جلسهٔ بیست‌دقیقه‌ای برنامهٔ تحریک مستقیم الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز در ناحیهٔ قشر پیش‌پیشانی پشتی‌جانبی آند چپ و کاتد راست بر شادکامی نوجوانان دارای اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی اثر داشته است. نتایج مربوط به اندازهٔ اثر نیز نشان داد، ۶۴درصد از تفاوت بین گروه مداخله و گروه گواه در متغیر شادکامی ناشی‌از اجرای تحریک مستقیم الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز بود.

۴ بحث

هدف این پژوهش، بررسی اثربخشی تحریک مستقیم الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز بر شادکامی نوجوانان ۱۶تا۱۸ساله دارای اختلال بیش‌فعالی/نقص توجه شهرستان شیراز بود. نتایج پژوهش حاضر نشان داد، تحریک مستقیم الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز بر شادکامی نوجوانان ۱۶تا۱۸ساله دارای اختلال بیش‌فعالی/نقص توجه تأثیر معناداری دارد و منجربه بهبود شادکامی در این نوجوانان می‌شود. نتایج پژوهش حاضر با مطالعات زیر همسوست: حسینی و همکاران دریافتند، تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز، عملکرد حافظه و توجه را در کودکان دارای اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی بهبود می‌بخشد (۸)؛ جانگ و همکاران گزارش کردند، تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز منجربه بهبود عملکرد شناختی در مدل‌های حیوانی دارای اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی می‌شود (۹)؛ کرول و همکاران نشان دادند، تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز سبب بهبود عملکرد اجرایی و اضطراب در افراد دارای اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی خواهد شد (۱۰).

در تبیین نتیجهٔ این پژوهش می‌توان گفت، قشر پیش‌پیشانی پشتی‌جانبی مغز، بر عملکردهای اجرایی مانند تصمیم‌گیری و تنظیم تکانه[1] و نیز در تنظیم خُلق[2] تأثیر دارد و جزئی از سیستم لیمبیک[3] مغز است. کاهش فعالیت قشر پیش‌پیشانی پشتی‌جانبی مغز، تنظیم احساسات و مقاومت دربرابر افکار منفی را دشوارتر می‌کند. استرس مزمن و افسردگی این ناحیهٔ مغز را بیشتر به‌خطر می‌اندازد و بی‌ثباتی خُلق‌وخوی را تداوم می‌بخشد (۱۳).

چمیل و همکاران بیان کردند که بی‌نظمی سیستم‌های انتقال‌دهندهٔ عصبی متعدد جنبهٔ مرکزی افسردگی را تشکیل می‌دهد و به وقوع افسردگی کمک می‌کند. دوپامین[4]، سروتونین[5]، گاماآمینوبوتیریک‌اسید[6]

[1]. Impulse adjustment
[2]. Mood regulation
[3]. Limbic system
[4]. Dopamine
[5]. Serotonin
[6]. Gamma-aminobutyric acid

و گلوتامات[1] ازجمله انتقال‌دهنده‌های عصبی کلیدی هستند که مسیر بالینی این شرایط را شکل می‌دهند. دوپامین برای پاداش و انگیزه در هردو اختلال بسیار مهم است (۷). در اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی، کمبود فعالیت‌های دوپامین و سروتونین گزارش شده است. تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز در قشر پیش‌پیشانی پشتی‌جانبی در ابتدا آزادسازی دوپامین را در مسیر مزولیمبیک[2] تحریک می‌کند و اثرات سرخوشی به‌وجود می‌آورد که سبب تقویت شادکامی می‌شود (۹). تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز در قشر پیش‌پیشانی پشتی‌جانبی، گابا و دوپامین را در جسم مخطط افزایش می‌دهد. کاهش گابا در قشر پیش‌پیشانی پشتی‌جانبی سمت چپ با غلظت گابا و دوپامین در جسم مخطط ارتباط دارد. تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز در قشر پیش‌پیشانی پشتی‌جانبی ممکن است عملکردهای دوپامین_ گابا را در مدار گانگلیون قشر پایه‌ای تعدیل کند که این امر می‌تواند در بهبود خُلق مثبت افراد مؤثر باشد (۱۳).

کرول و همکاران گزارش کردند، تنظیم هیجان با کاهش فعالیت در آمیگدال[3] مرتبط است و آمیگدال ارتباط نورونی زیادی با قشر پیش‌پیشانی پشتی‌جانبی دارد. بهبود تنظیم هیجان بعد از تحریک مستقیم الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز ممکن است ناشی‌از فعال‌سازی قوی‌تر ارزیابی مجدد رویدادهای هیجانی در زندگی فرد باشد؛ این امر واکنش هیجانی منطقی‌تر در افراد را بعد از مداخله در پی دارد و می‌تواند موجب بهبود تنظیم هیجانی در افراد دارای اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی شود. با کاهش واکنش‌های رفتاری هیجانی در این افراد، احساس ارزشمندی و شادکامی در آن‌ها بهبود می‌یابد (۱۰).

جانگ و همکاران عنوان کردند، تحریک مستقیم الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز آندی روی قشر پیش‌پیشانی پشتی‌جانبی سمت چپ، فعال‌سازی هیجانات منفی در شبکه‌ای درگیر در تنظیم هیجانات منفی را تعدیل می‌کند (۹). می‌توان استدلال کرد، تحریک مستقیم الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز آندی روی قشر پیش‌پیشانی پشتی‌جانبی سمت چپ با تأثیر بر ناحیهٔ آمیگدال مغز (مرکز اصلی هیجانات) و نیز تأثیر بر میزان انتقال‌دهنده‌های عصبی موجود در این ناحیه مانند سروتونین و دوپامین، منجربه نوروپلاستیسیتی[4] و انعطاف‌پذیری بیشتر نورون‌های این ناحیه و درنتیجه تغییر در واکنش‌های هیجانی افراد می‌شود (۷).

تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز آندی روی قشر پیش‌پیشانی پشتی‌جانبی سمت چپ می‌تواند با افزایش تحریک‌پذیری نورون‌های این ناحیه و برانگیختگی این قسمت از قشر مغز باعث بهبود افسردگی در افراد شود. به‌نظر می‌رسد، سرکوب فعال‌سازی قشر پیش‌پیشانی پشتی‌جانبی راست ازطریق تحریک کاتدی منجربه فعال‌شدن قشر پیش‌پیشانی پشتی‌جانبی چپ می‌شود که منطقه‌ای کلیدی در کنترل خُلق است (۸)؛ درنتیجه تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز آندی روی قشر پیش‌پیشانی پشتی‌جانبی سمت چپ و کاتدی روی قشر پیش‌پیشانی پشتی‌جانبی سمت راست می‌تواند به‌ترتیب با افزایش و کاهش سطح فعالیت نورون‌های این قسمت از قشر، خُلق فرد را بهبود بخشد و سبب بهبود شادکامی در افراد شود (۱۴).

۵ نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد، ده جلسهٔ بیست‌دقیقه‌ای برنامهٔ تحریک مستقیم الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز در ناحیهٔ قشر پیش‌پیشانی پشتی‌جانبی آند چپ و کاتد راست منجربه بهبود شادکامی در نوجوانان دارای اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی می‌شود؛ لذا می‌توان از تحریک مستقیم الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز به‌عنوان درمان احتمالاً مؤثر در کنار سایر روش‌های درمانی برای درمان مشکلات روان‌شناختی نوجوانان دارای اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی استفاده کرد.

۶ تشکر و قدردانی

از کلینیک‌های روان‌پزشکی و روان‌شناسی شهرستان شیراز و تمامی عزیزانی که در انجام پژوهش یاری کردند، سپاسگزاری می‌شود.

۷ بیانیه‌ها

تأییدیهٔ اخلاقی و رضایت‌نامه از شرکت‌کنندگان

این مقاله مستخرج از طرح پژوهشی دانشگاه شیراز است. از تمامی افراد حاضر در پژوهش، رضایت‌نامه گرفته شد. همچنین دربارهٔ محرمانه‌ماندن اطلاعات آن‌ها اطمینان خاطر داده شد.

رضایت برای انتشار

این امر غیرقابل اجرا است.

دردسترس‌بودن داده‌ها و مواد

در پژوهش حاضر به افراد اطمینان داده شد اطلاعات آن‌ها محرمانه می‌ماند و تحلیل داده‌ها به‌شکل گروهی انجام می‌شود؛ اما نویسندگان متعهد شدند امکان دسترسی به داده‌های اولیهٔ پژوهش را ازطریق لینک برای داوران و سردبیر محترم فراهم آورند.

تضاد منافع

منابع مالی پژوهش توسط نویسندگان تأمین شده است.

منابع مالی

تمامی منابع مالی تحقیق حاضر توسط نویسندگان پژوهش و با هزینه‌های شخصی تأمین شده است.

مشارکت نویسندگان

نویسندهٔ اول همهٔ فرایندهای اجرای پژوهش، جمع‌آوری داده‌ها، آنالیز و تحلیل داده‌ها را انجام داد. نویسندهٔ دوم در طراحی پژوهش نقش داشت؛ همچنین تفسیر نتایج و جمع‌آوری داده‌ها و هماهنگی‌های لازم برای ارائهٔ آزمایش‌ها را انجام داد. دو نویسنده نسخهٔ دست‌نوشتهٔ نهایی را خواندند و تأیید کردند.

References

1. Sankesara H, Denyer H, Sun S, Deng Q, Ranjan Y, Conde P, et al. Identifying digital markers of attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) in a remote monitoring setting: prospective observational study. JMIR Form Res. 2025;9:e54531–e54531. https://doi.org/10.2196/54531

[1]. Glutamate
[2]. Mesolimbic
[3]. Amygdala
[4]. Neuroplasticity

2. Devor T, Einziger T, Ben-Shachar MS, Klein C, Auerbach JG, Berger A. Reduced theta inter-trial phase coherence in error processing: a marker of neural dysfunction in attention deficit hyperactivity disorder. Psychophysiology. 2025;62(1):e14764. https://doi.org/10.1111/psyp.14764
3. DeRonda A, Zhao Y, Seymour KE, Mostofsky SH, Rosch KS. Distinct patterns of impaired cognitive control among boys and girls with ADHD across development. Res Child Adolesc Psychopathol. 2021;49(7):835–48. https://doi.org/10.1007/s10802-021-00792-2
4. Hart EAC, Lakerveld J, McKee M, Oppert JM, Rutter H, Charreire H, et al. Contextual correlates of happiness in European adults. PLoS ONE. 2018;13(1):e0190387. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190387
5. Lung FW, Shu BC, Chiang TL, Lin SJ. Prevalence of bullying and perceived happiness in adolescents with learning disability, intellectual disability, ADHD, and autism spectrum disorder: in the Taiwan birth cohort pilot study. Medicine. 2019;98(6):e14483. https://doi.org/10.1097/MD.0000000000014483
6. Thapar A, Livingston LA, Eyre O, Riglin L. Practitioner review: attention-deficit hyperactivity disorder and autism spectrum disorder – the importance of depression. J Child Psychol Psychiatry. 2023;64(1):4–15. https://doi.org/10.1111/jcpp.13678
7. Chmiel J, Stępień-Słodkowska M, Ramik-Mażewska I. Efficacy of transcranial direct current stimulation (tDCS) on neuropsychiatric symptoms in substance use disorder (SUD)—a review and insights into possible mechanisms of action. J Clin Med. 2025;14(4):1337. https://doi.org/10.3390/jcm14041337
8. Hosseini SS, Saeidmanesh M, Gholamali Lavasani M. Investigating the effectiveness of transcranial direct current stimulation of the brain on working memory and attention in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. Middle Eastern Journal of Disability Studies. 2024;14:8. [Persian] http://jdisabilstud.org/article-1-3141-en.html
9. Jung DH, Ahn SM, Pak ME, Lee HJ, Jung YJ, Kim KB, Shin YI, Shin HK, Choi BT. Therapeutic effects of anodal transcranial direct current stimulation in a rat model of ADHD. Elife. 2020;9:e56359. https://doi.org/10.7554/elife.56359
10. Krauel K, Brauer H, Breitling-Ziegler C, Freitag CM, Luckhardt C, Mühlherr A, et al. Prefrontal transcranial direct current stimulation in pediatric attention-deficit/hyperactivity disorder: a randomized clinical trial. JAMA Netw Open. 2025;8(2):e2460477. https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2024.60477
11. Argyle M, Martin M, Crossland J. Happiness as a function of personality and social encounters. In: Forgas JP; Innes JM; editors. Recent advances in social psychology: An international perspective. North Holland: Elsevier Science Publishers;1989.
12. Alipoor A, Noorbala AA. A preliminary evaluation of the validity and reliability of the Oxford happiness questionnaire in students in the universities of Tehran. Iranian Journal of Psychiatry and Clinical Psychology. ۱999;5(1):55–66. [Persian] https://ijpcp.iums.ac.ir/article-1-1777-en.html
13. Zheng EZ, Wong NML, Yang ASY, Lee TMC. Evaluating the effects of tDCS on depressive and anxiety symptoms from a transdiagnostic perspective: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Transl Psychiatry. 2024;14(1):295. https://doi.org/10.1038/s41398-024-03003-w
14. Guo X, Zhou Q, Lu Y, Xu Z, Wen Z, Gu P, et al. Transcranial direct current stimulation over the right parietal cortex improves the depressive disorder: a preliminary study. Brain Behav. 2024;14(8):e3638. https://doi.org/10.1002/brb3.3638