

Research Paper:

The Effectiveness of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on Adolescents' Moral Decision Making and Moral Behavior

Sima Borun¹ , *Mahboubeh Fooladcheng² , Bahram Jokar² , Farideh Yousefi² 

1. Department of Psychology and Educational Sciences, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Shiraz International University, Shiraz, Iran.

2. Department of Psychology and Educational Sciences, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Shiraz University, Shiraz, Iran.



Citation Borun S, Fooladcheng M, Jokar B, Yousefi F. The Effectiveness of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on Adolescents' Moral Decision Making and Moral Behavior. Qom University of Medical Sciences Journal. 2021; 15(6):434-443. <https://doi.org/10.32598/qums.15.6.2402.1>

 <https://doi.org/10.32598/qums.15.6.2402.1>

Received: 29 Jul 2021

Accepted: 18 Aug 2021

Available Online: 01 Sep 2021

Keywords:Transcranial direct
current stimulation,
Decision making,
Behavior, Morals**ABSTRACT**

Background and Objectives The study of interventions for improving decision making and ethical behavior are of interest to researcher. The aim of this study was to investigate the effect of tDCS on adolescents' decision-making and moral behavior.

Methods The method of the present study is quasi-experimental with a pretest-posttest design with a control group. 32 female high school students in Tehran were randomly selected and randomly divided into two groups of 16 people. The instruments used included the Ethical Sensitivity, Ethical Decision Making, and Ethical Behavior. Brain stimulation was performed with the TDCS device and at the DLPFC point of the brain anodally and unilaterally in six sessions of 20 minutes, 24 hours apart, with a voltage of 2 mA. Then, post-test was performed on both groups. Data were analyzed using t-test.

Results The results showed that there was a significant difference between the tDCS group and the control group in the variables of ethical decision making and ethical behavior ($P < 0.0001$). Due to the difference in means, the tDCS group performed better than the control group.

Conclusion In a general conclusion, it can be stated that a 6-session course of tDCS brain stimulation has a positive effect on the decision-making and moral behavior of ninth grade junior high school female students, so it is necessary to examine the effectiveness of this intervention with different groups and in various conditions. And in the case of confirming this finding, it should be considered in counseling and planning centers.

*** Corresponding Author:**

Mahboubeh Fooladcheng, PhD.

Address: Department of Psychology and Educational Sciences, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Shiraz University, Shiraz, Iran.

Tel: +98 (917) 3062926

E-Mail: foolad@shirazu.ac.ir; mfouladchang@yahoo.com

مقاله پژوهشی:

اثربخشی تحریک الکتریکی مستقیم مغزی ترانس کرانیال بر تصمیم‌گیری اخلاقی و رفتار اخلاقی نوجوانان

سیما برون^۱، *محبوبه فولادچنگ^۲، بهرام جوکار^۲، فریده یوسفی^۲

۱. گروه روانشناسی و علوم تربیتی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه بین‌المللی شیراز، شیراز، ایران.
۲. گروه روانشناسی و علوم تربیتی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: راهکارها و مداخلات ارتقا دهنده تصمیم‌گیری اخلاقی و رفتار اخلاقی از زمینه‌های مهم پژوهشی در بین پژوهشگران هستند. یکی از این مداخلات، تحریک مغزی ترانس کرانیال (tDCS) است. هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر این مداخله بر تصمیم‌گیری و رفتار اخلاقی نوجوانان بود.

روش بررسی: پژوهش حاضر از نوع نیمه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون پس‌آزمون همراه با گروه کنترل است. ۳۲ نفر از دانش‌آموزان دختران دوره متوسطه اول شهرستان تهران به روش تصادفی هدفمند انتخاب و به صورت تصادفی به دو گروه ۱۶ نفره تقسیم شدند. ابزارهای مورد استفاده، مقیاس‌های حساسیت اخلاقی، تصمیم‌گیری اخلاقی و رفتار اخلاقی بود. تحریک مغزی با دستگاه tDCS و در نقطه قشر خلفی جانبی پیش‌پیشانی (DLPFC) مغز به صورت آنودال و یک‌طرفه در شش جلسه ۲۰ دقیقه‌ای، با فاصله ۲۴ ساعت از هم، با ولتاژ ۲ میلی‌آمپر اعمال شد. در پایان از هر دو گروه پس‌آزمون به عمل آمد. داده‌ها با استفاده از آزمون‌های تی مستقل و وابسته تحلیل شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد در میانگین نمرات تصمیم‌گیری اخلاقی و رفتار اخلاقی بین گروه آزمایش و کنترل تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P < 0/0001$) و با توجه به اختلاف میانگین‌ها، گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل عملکرد بهتری داشت.

نتیجه‌گیری: در یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان کرد که یک دوره شش جلسه‌ای تحریک مغزی tDCS بر تصمیم‌گیری و رفتار اخلاقی دانش‌آموزان دختر پایه نهم تأثیر مثبت دارد. از این رو لازم است اثربخشی این مداخله با گروه‌ها و تحت شرایط مختلف بررسی شود و در صورت تکرارپذیری نتایج این پژوهش، مدنظر مراکز مشاوره و برنامه‌ریزان قرار گیرد.

تاریخ دریافت: ۰۷ مرداد ۱۴۰۰
تاریخ پذیرش: ۲۷ مرداد ۱۴۰۰
تاریخ انتشار: ۱۰ شهریور ۱۴۰۰

کلیدواژه‌ها:

تحریک مستقیم مغزی ترانس کرانیال، تصمیم‌گیری، رفتار، اخلاق

مقدمه

اعصاب انجام شده، بینشی بهتر نسبت به عقلانیت محدود انسان و نقش احساسات، اخلاقیات و همدلی در فرایند تصمیم‌گیری می‌دهند [۲]. از دیدگاه روان‌شناسی، تصمیم‌گیری فرایندی است که جنبه‌های شناختی، احساسی و انگیزشی نقش حیاتی در آن دارد و نقش تعصب شخصی، شناخت و یادگیری، زمان، ادراک، اخلاق و رفتار و احساسات دارای اهمیت است [۳]. از دیدگاه علوم اعصاب اجتماعی نیز مکانیزم عصبی بنیادی اهمیت زیادی در نشان دادن اهداف و نیت دارد [۴]. همچنین رفتار اخلاقی در بستر ورود شخص به تعاملات اجتماعی معنی پیدا می‌کند، بدین‌صورت که تصمیم افراد برای برقراری تعاملات بین‌فردی، زمینه ظهور فعل اخلاقی را مهیا می‌سازد [۵].

بخش عمده‌ای از آسیب‌هایی که برخی نوجوانان تجربه می‌کنند از تصمیم‌گیری‌های نامناسب آنان ناشی می‌شود. برای مثال، نوجوانان دسترسی بیشتری به موقعیت‌های خطرناک دارند که مستلزم انتخاب و تصمیم‌گیری است یا اینکه لازم است تصمیمات پیچیده مربوط به همکاری یا انتخاب یک فعل اخلاقی را اتخاذ کنند. شناسایی زمینه‌های منحصربه‌فرد در تصمیم‌گیری‌های نوجوانان یکی از چالش‌های اساسی روان‌شناسان است تا سلامت روانی نوجوانان را ارتقا دهند [۱]. پژوهش‌هایی که پیرامون فرایندهای تصمیم‌گیری مبتنی بر علوم

* نویسنده مسئول:

دکتر محبوبه فولادچنگ

نشانی: شیراز، دانشگاه شیراز، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، گروه روانشناسی و علوم تربیتی.

تلفن: ۰۶۲۹۲۶۳۰ (۹۱۷) ۹۸+

رایانامه: foolad@shirazu.ac.ir; mfouladchang@yahoo.com

اعتقاد بر این است که tDCS می‌تواند قدرت انتقال در مدارهای سیناپسی را در مسیری که توسط تمرین شناختی تحریک می‌شود، تقویت کند. بنابراین ممکن است مدارهایی که از طریق یادگیری ناخواسته، مرتبط با تمرین شکل می‌گیرند تقویت شوند و احتمال تحمل پایدار رفتار از طریق چنین یادگیری ضمنی به حداکثر برسد [۲۰].

در مجموع و باوجود برخی شواهد پژوهشی در مورد تأثیر گذاری tDCS در انتخاب‌ها و واکنش‌های افراد، این حوزه نوظهور نیازمند پژوهش‌های متعدد و آزمایش‌های بیشتری است. از این‌رو هدف تحقیق حاضر، بررسی تأثیر مداخله tDCS بر تصمیم‌گیری اخلاقی و رفتار اخلاقی بود.

روش بررسی

روش پژوهش حاضر از نوع کارآزمایی بالینی است. جامعه آماری شامل دانش‌آموزان دختر پایه نهم دوره متوسطه اول شهرستان تهران بود که در سال تحصیلی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ مشغول به تحصیل بودند. انتخاب نمونه بر اساس روش نمونه‌گیری تصادفی هدفمند صورت گرفت. از بین ۱۹ منطقه تهران منطقه ۱۸ و از بین مدارس متوسطه اول دخترانه آن منطقه، یک مدرسه و از بین کلاس‌های پایه نهم آن مدرسه، ۳۲ دانش‌آموز با توجه به امکانات تیم تحقیق انتخاب شدند و به صورت تصادفی در دو گروه ۱۶ نفره آزمایش و کنترل قرار گرفتند.

ابزار پژوهش

مقیاس حساسیت اخلاقی (ESSQ): این مقیاس بر پایه مفهوم‌سازی ناروا از حساسیت اخلاقی [۲۱] ساخته شده است. مهم‌ترین هدف آن سنجش جهت‌گیری حساسیت اخلاقی است که هفت بعد حساسیت اخلاقی را دربر می‌گیرد و از ۲۸ گویه تشکیل شده است. شرکت‌کنندگان باید پاسخ خود را در یک طیف پنج‌درجه‌ای از ۱ (کاملاً مخالف) تا ۵ (کاملاً موافق) تعیین کنند. در پژوهش ثابت و تقی‌لو [۲۲]، اعتباریابی آلفای کرونباخ پرسش‌نامه حساسیت اخلاقی برابر با ۰/۹۰ گزارش شده است. این نتیجه بیانگر هماهنگی درونی پرسش‌نامه حساسیت اخلاقی است. همچنین میزان پایایی این پرسش‌نامه در تحقیق حاضر با استفاده از آزمون آلفای کرونباخ ۰/۸۶ به دست آمد.

پرسش‌نامه تصمیم‌گیری اخلاقی: استارک و همکاران [۲۳] مجموعه‌ای از ۲۰ معما برای اندازه‌گیری تصمیم‌گیری اخلاقی طراحی کردند. این معماها، موقعیت‌ها یا تعارضات اخلاقی که مردم عموماً در زندگی روزانه با آن روبه‌رو می‌شوند را توصیف می‌کنند. نصف این ۲۰ معما هیجان بالا و نصف دیگر هیجان پایینی ایجاد می‌کنند. بعد از پاسخ بله و خیر، آزمودنی خود را در موقعیت تصور کرده و هیجان ایجادشده تصمیم‌گیری اخلاقی خود را روی مقیاس لیکرت چهار امتیازی رتبه‌بندی می‌کند (به

تأثیرگذارترین رویکرد جهت بررسی تصمیمات و رفتارهای اخلاقی، الگوی رشد شناختی است [۶]. اصل اساسی این مدل این است که بلوغ و پیچیدگی استدلال اخلاقی فرد، رفتار اخلاقی او را پیش‌بینی می‌کند [۷]. از نظر محققان علوم اعصاب، با توجه به پیشرفت‌های علمی، امکان توجه به این موضوع که چگونه تغییر شکل عصبی می‌تواند بر توانایی فرد در انتخاب‌ها و مدیریت تجاری تأثیر بگذارد، وجود دارد [۸]. نظریه غالب در علوم اعصاب اجتماعی در حیطه تصمیم‌گیری اخلاقی، نظریه پردازش دوگانه^۱ است [۹]. مطابق با این نظریه، افراد تصمیمات اخلاقی را بر اساس پاسخ‌های عاطفی منفی ناشی از درگیر شدن با یک معما یا درگیری با یک استدلال اخلاقی سودمند اتخاذ می‌کنند [۱۰].

تصمیم‌گیری یک فرایند پیچیده و حاصل فرایندی در تمام نقاط مغز است. با این حال، از دیدگاه عصب‌شناسی، این قشر پیشانی است که نقش مهمی در هماهنگی فعالیت‌های تصمیم‌گیری در مغز دارد [۱۱]. در پژوهش‌های علوم اعصاب به بررسی رابطه فعالیت مغزی با شناخت، احساسات و رفتار انسانی پرداخته می‌شود و از فیزیولوژی مانند تحریک جریان مستقیم ترانس کرانیال (tDCS) استفاده می‌شود [۱۲]. این فن‌آوری‌های نوظهور مسائل اخلاقی جدیدی را برای شرکت‌کنندگان و مراقبین مطرح می‌کنند، زیرا فرایندهای استدلال را کنار می‌گذارند تا به طور مستقیم فعالیت مغزی را بررسی کنند [۱۳].

مطالعات عصب‌شناسی نشان داده‌اند ناحیه کورتکس پیش‌پیشانی و آمیگدال در احساس مراقبت از دیگران و قدرت تنظیم احساسات دخالت دارند که برای تصمیم‌گیری‌ها و رفتار اخلاقی ضروری هستند [۱۴].

در طی تحقیقی افزایش عملکرد تصمیم‌گیری در آزمودنی‌ها در پی تحریک آنودال در قشر پیش‌پیشانی مورد تأیید قرار گرفت [۱۵]. مداگلیا و همکاران بیان کردند بسیاری از مدارهای عصبی که تحریک می‌شوند، در تصمیم‌گیری مستقل نقش دارند و می‌توانند بر توانایی فرد در انتخاب و مدیریت کسب و کار، دادوستد بر نتایج تصمیم‌گیری تأثیر بگذارند [۱۶]. اوتا و همکاران در پژوهشی نقش بالقوه قشر خلفی جانبی پیش‌پیشانی (DLPFC) را در تصمیم‌گیری حرکتی نشان دادند [۱۷]. کوئهن و همکاران اظهار داشتند که رفتار اخلاقی در یک محیط اجتماعی توسط یک شبکه عصبی گسترده شامل DLPFC کنترل می‌شود که نقش مهمی در تصمیم‌گیری دارد [۱۸]. حسنی و سپاه‌منصور در تحقیقی نشان دادند تحریک فراجمعه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی بر بازداری رفتاری دانشجویان با تیپ شخصیتی A و فعال‌سازی رفتاری دانشجویان با تیپ رفتاری B تأثیر معنی‌داری دارد [۱۹].

1. Dual-process theory
2. Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS)
3. Dorsolateral Prefrontal Cortex (DLPFC)

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار نمرات متغیرهای رفتار اخلاقی، تصمیم‌گیری اخلاقی و حساسیت اخلاقی شرکت‌کنندگان در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون

متغیر	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
رفتار اخلاقی	آزمایش	۱۲/۱±۱۲/۱	۱۴/۸±۱/۹
	کنترل	۱۱/۸±۳/۱	۱۱/۳±۲/۲
تصمیم‌گیری اخلاقی	آزمایش	۹۵/۱±۱۲/۹	۱۰۶/۱±۹/۷
	کنترل	۹۶/۶±۹/۷	۹۲/۳±۱۰/۱
حساسیت اخلاقی	آزمایش	۱۰۷/۱±۱۱/۱	۱۱۳/۲±۸/۱
	کنترل	۱۰۳/۷±۱۳/۴	۱۰۲/۱±۱۱/۹


 مجله
دانشگاه علوم پزشکی قم

منطقه و مدرسه دانش‌آموزان به طور تصادفی انتخاب و در مورد تحریک با دانش‌آموزان و والدین صحبت شد. افراد انتخاب‌شده بدون در نظر گرفتن متغیرهای مخدوش‌کننده به طور تصادفی به دو گروه آزمایش و کنترل تقسیم شدند.

ملاک‌های ورود به مطالعه شامل تحصیل در پایه نهم متوسطه و رضایت و تمایل به همکاری در طرح بود. ملاک خروج نیز شامل سابقه هرگونه مصرف دارو یا شرکت در برنامه‌های مشابه مداخله‌ای و نیز عدم تمایل به شرکت در پژوهش یا ادامه آن بود.

پس از تکمیل فرم رضایت‌نامه جهت شرکت در پژوهش توسط والدین و دانش‌آموز، پیش‌آزمون به عمل آمد و برای تک‌تک اعضای گروه آزمایش وقت و زمان مراجعه تعیین شد. مداخله در گروه آزمایش بدین‌صورت بود که تحریک در نقطه DLPFC از مغز اعمال شد. ولتاژ اعمال‌شده در این پژوهش ۲ میلی‌آمپر و به مدت ۲۰ دقیقه در هر جلسه بود که در شش جلسه متوالی با فاصله ۲۴ ساعت از هم اعمال شد. پس از اعمال مداخله در گروه آزمایش، از هر دو گروه پس‌آزمون گرفته شد.

در این مطالعه ملاک‌ها و ضوابط اخلاقی با رعایت اصول رازداری، محرمانه ماندن اطلاعات، توضیح شفاف درباره اهداف و مراحل اجرای مطالعه، اولویت دادن به سلامت روان‌شناختی شرکت‌کنندگان و احترام به درخواست شرکت‌کنندگان برای خروج از روند مداخله، کاملاً رعایت شد.

روش‌های آماری

جهت بررسی یافته‌های توصیفی از میانگین و انحراف معیار و جهت بررسی یافته‌های استنباطی از آزمون تی مستقل و وابسته در قالب نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ و در سطح معنی‌داری $P \leq 0/05$ استفاده شد.

هیچ وجه = ۱، تا حدی = ۲، زیاد = ۳، خیلی زیاد = ۴. در پژوهش استروبل و همکاران [۲۴]، پایایی ابزار با استفاده از آلفای کرونباخ معادل ۰/۸۳ گزارش شد.

مقیاس رفتار اخلاقی: رفتار اخلاقی توسط ابزار خود‌گزارشی

با ۱۰ شاخصه رفتاری ارزیابی می‌شود که کاراگاه و همکاران [۲۵] برای سنجش رفتار اخلاقی از آن استفاده کردند. جنبه اصلی شاخص‌های رفتاری، توجه به علائق دیگران است. روند تولید گویه‌ها با استفاده از رویکرد قیاسی است؛ با این هدف که مقیاس کوتاهی تهیه شود که مستلزم رفتار اخلاقی به معنای «حساسیت اخلاقی در عمل» است، یعنی هر آیت رفتار اخلاقی حداقل سطح متوسطی از حساسیت اخلاقی را توصیف می‌کند. بنابراین، مطابق تعاریف قبلی از حساسیت اخلاقی، این رفتارها باید نشان دهند که شخص تأثیر رفتار خود را بر رفاه دیگران تشخیص می‌دهد. در نظر گرفتن و تشخیص بهزیستی دیگران در تصمیم‌گیری‌ها یا اقدامات و / یا انگیزه خیرخواهانه فرد، بیشتر با قرار دادن بهزیستی و رفاه دیگران در بالاترین اولویت نسبت به سایر پارامترها منعکس می‌شود. شرکت‌کنندگان باید در مقیاس پنج‌امتیازی، از گزینه «به شدت مخالف» (با امتیاز ۱) تا «به شدت موافق» (با امتیاز ۵) به پرسش‌نامه پاسخ دهند. در داخل کشور، ثابت و همکاران با استفاده از روش تحلیل عاملی بیان کردند که از این مقیاس می‌توان به عنوان یک ابزار مناسب برای پژوهش در حوزه اخلاق استفاده کرد [۲۶].

تحریک مستقیم مغزی ترانس‌کرانیال: تحریک مغزی

توسط تراپیست آرموده از طریق دستگاه نورواستیم-۲ که دارای الکترودهایی است که به پوسته سر وصل می‌شوند و تحریکات تنظیم‌شده‌ای را به پوسته رویی مغز وارد می‌کنند، اعمال شد.

روش اجرا

برای اجرای طرح، با معرفی‌نامه از سوی دانشگاه به اداره کل آموزش و پرورش تهران مراجعه و مجوز اجرای طرح گرفته شد و

جدول ۲. نتایج آزمون تی مستقل جهت مقایسه بین گروهی متغیرهای رفتار اخلاقی، تصمیم‌گیری اخلاقی و حساسیت اخلاقی

متغیر	مرحله آزمون	میانگین $\pm$ انحراف معیار		t	P
		گروه آزمایش	گروه کنترل		
رفتار اخلاقی	پیش‌آزمون	۱۲/۱ $\pm$ ۲/۱	۱۴/۸ $\pm$ ۳/۱	۰/۳	۰/۷۳۳
	پس‌آزمون	۱۴/۸ $\pm$ ۱/۹	۱۱/۳ $\pm$ ۲/۲	۴/۵	۰/۰۰۱
تصمیم‌گیری اخلاقی	پیش‌آزمون	۹۵/۱ $\pm$ ۱۲/۹	۹۶/۶ $\pm$ ۹/۷	-۰/۳	۰/۷۱۴
	پس‌آزمون	۱۰۶/۱ $\pm$ ۹/۷	۹۲/۳ $\pm$ ۱۰/۱	۳/۹	۰/۰۰۱
حساسیت اخلاقی	پیش‌آزمون	۱۰۷/۱ $\pm$ ۱۱/۱	۱۰۳/۷ $\pm$ ۱۲/۴	۰/۷	۰/۴۶۱
	پس‌آزمون	۱۱۳/۲ $\pm$ ۸/۱	۱۰۲/۱ $\pm$ ۱۱/۹	۳/۱	۰/۰۰۵

یافته‌ها

صورت جداگانه از آزمون تی وابسته استفاده شد که نتایج آن در جدول شماره ۳ آورده شده است.

با توجه به نتایج جدول شماره ۳ می‌توان گفت در گروه کنترل در متغیرهای رفتار اخلاقی، تصمیم‌گیری اخلاقی و حساسیت اخلاقی بین مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($P > 0/05$)، ولی در گروه آزمایش در متغیرهای رفتار اخلاقی، تصمیم‌گیری اخلاقی و حساسیت اخلاقی بین مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون تفاوت معنی‌دار مشاهده شد ($P > 0/05$). این نتایج بیانگر اثربخشی مداخله تحریک مغزی tDCS بر تصمیم‌گیری و رفتار اخلاقی در دانش‌آموزان دختر است.

بحث

هدف این پژوهش، بررسی تأثیر تحریک مغزی tDCS بر تصمیم‌گیری و رفتار اخلاقی دانش‌آموزان دختر پایه نهم متوسطه اول بود. یافته‌های پژوهش نشان داد بین میانگین‌های گروه آزمایش و کنترل در پس‌آزمون تفاوت معنی‌داری وجود دارد؛

جدول شماره ۱ میانگین و انحراف معیار نمرات مربوط به متغیرهای حساسیت اخلاقی، تصمیم‌گیری اخلاقی و رفتار اخلاقی آزمودنی‌ها را در گروه‌های مختلف طی مراحل مختلف آزمون نشان می‌دهد.

جهت بررسی و مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون دو گروه در متغیرهای پژوهش از آزمون تی مستقل استفاده شد که نتایج آن در جدول شماره ۲ آورده شده است.

نتایج جدول شماره ۲ بیانگر این است که در مرحله پیش‌آزمون در متغیرهای رفتار اخلاقی، تصمیم‌گیری اخلاقی و حساسیت اخلاقی بین دو گروه آزمایش و کنترل تفاوت معنی‌دار وجود نداشته است ($P > 0/05$)، ولی در مرحله پس‌آزمون در متغیرهای رفتار اخلاقی، تصمیم‌گیری اخلاقی و حساسیت اخلاقی بین دو گروه آزمایش و کنترل تفاوت معنی‌دار وجود داشت ($P > 0/05$).

در ادامه، جهت مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون دو گروه به

جدول ۳. نتایج آزمون تی وابسته جهت مقایسه درون گروهی متغیرهای رفتار اخلاقی، تصمیم‌گیری اخلاقی و حساسیت اخلاقی

متغیر	گروه	میانگین $\pm$ انحراف معیار		t	P
		پیش‌آزمون	پس‌آزمون		
رفتار اخلاقی	آزمایش	۱۲/۱ $\pm$ ۲/۱	۱۴/۸ $\pm$ ۱/۹	-۲/۸	۰/۰۰۲
	کنترل	۱۱/۸ $\pm$ ۲/۱	۱۱/۳ $\pm$ ۲/۲	۰/۵	۰/۵۹۴
تصمیم‌گیری اخلاقی	آزمایش	۹۵/۱ $\pm$ ۱۲/۹	۱۰۶/۱ $\pm$ ۹/۷	-۵/۶	۰/۰۰۱
	کنترل	۹۶/۶ $\pm$ ۹/۷	۹۲/۳ $\pm$ ۱۰/۱	۱/۵	۰/۱۴۲
حساسیت اخلاقی	آزمایش	۱۰۷/۱ $\pm$ ۱۱/۱	۱۱۳/۲ $\pm$ ۸/۱	-۶/۲	۰/۰۰۱
	کنترل	۱۰۳/۷ $\pm$ ۱۲/۴	۱۰۲/۱ $\pm$ ۱۱/۹	۱/۳۸	۰/۱۸۶

این دوره یاری و حمایت کند و توانمند سازد و حتی به عنوان راهکاری باشد تا ضعف شناختی ناشی از روند رشد شناختی و تجربی و استدلالی این دوره را جبران نماید.

اجرای tDCS سبب تعدیل رفتارهای مرتبط با تنظیم احساسات و تصمیم‌گیری می‌شود و این نتایج برای جمعیت‌های بالینی قابل کاربرد است [۲۹]. در این پژوهش مشاهده شد که تحریک مغزی در زمینه تصمیم‌گیری اخلاقی و به‌ویژه رفتار اخلاقی بر گروه نوجوانان تأثیر دارد. این یافته جدیدی است که می‌تواند ما را در زمینه بهبود رفتارهای نوجوانان یاری دهد. نوجوانانی که نیاز به تقویت فرایندهای درگیر در تصمیم‌گیری دارند از این مداخله سود خواهند برد. با توجه به این نتایج توصیه می‌شود ابتدا به واریسی بیشتر این یافته اقدام شود و زمانی که در مطالعات مختلف اثربخشی آن مورد تأیید قرار گرفت در مورد کاربرد آن برای نوجوانان نیازمند به تحریک مغزی تدابیری اندیشیده شود. همان‌طور که گفته شد نوجوانان در معرض تصمیماتی هستند که بر سراسر زندگیشان اثرگذار است و هرگونه انتخاب نادرست پیامدهای زیانبار دارد. بنابراین چنین مداخلاتی می‌توانند در مراکز مشاوره مورد توجه قرار گیرند.

نتیجه‌گیری

در یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان کرد که یک دوره شش‌جلسه‌ای تحریک مغزی tDCS بر تصمیم‌گیری و رفتار اخلاقی دانش‌آموزان دختر پایه نهم متوسطه اول تأثیر مثبت دارد. از این رو پیشنهاد می‌شود اثربخشی این مداخله با گروه‌ها و تحت شرایط مختلف بررسی شود تا در صورت تکرارپذیری نتایج این پژوهش، استفاده از آن در شرایط مقتضی مدنظر مراکز مشاوره و برنامه‌ریزان قرار گیرد.

از جمله محدودیت‌های پژوهش حاضر آن بود که گروه آزمودنی‌ها در پایه نهم تحصیلی متوسطه اول قرار داشتند و بنابراین لازم است تعمیم یافته‌ها به سایر گروه‌ها با احتیاط انجام شود. از دیگر محدودیت‌های این مطالعه، عدم پیگیری تأثیر این برنامه در طول زمان بود؛ به عبارت دیگر، در این پژوهش مشخص نشد که آیا تأثیر آزمایش در بلندمدت پایدار می‌ماند یا خیر. به همین دلیل پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده، این موضوع مورد بررسی قرار گیرد. از دیگر محدودیت‌های این پژوهش، شیوع ویروس کرونا و دشواری حضور آزمودنی‌ها در آموزشگاه بود. در ضمن با توجه به اینکه ابزار سنجش رفتار اخلاقی پژوهش حاضر، روش خودگزارشی بود، بنابراین در تعمیم نتایج این پژوهش باید جانب احتیاط را رعایت کرد. در نتیجه پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های مشابه که در آینده انجام خواهد گرفت به تهیه ابزار مناسب با فرهنگ بومی برای بررسی تصمیم‌گیری و رفتار اخلاقی اقدام شود. علاوه بر این، دوره پیگیری می‌تواند ضمانتی برای قضاوت درباره ماندگاری نتایج پژوهش باشد.

بدین صورت که تحریک مغزی موجب بهبود تصمیم‌گیری و رفتار اخلاقی گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل شده است. نتایج این پژوهش همسو با نتایج پژوهش‌های قبلی از جمله مداگلیا و همکاران [۸]، ارهاردت و همکاران [۱۵]، اوتا و همکاران [۱۷] و کوئهن و همکاران [۱۸] است.

در تبیین این یافته می‌توان چنین بیان کرد که تحریک مغزی tDCS به عنوان یک مداخله غیردارویی بی‌خطر و یک تحریک مغزی که بر جریان مدارهای عصبی مؤثر است، باعث ارتقای کارکرد شناختی در زمینه تصمیم‌گیری و رفتار اخلاقی گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل شده است. طرح مداخلات مغزمحور ناشی از بررسی فرایندهای عصبی فیزیکی، توسط متخصصان نوروبیولوژی مطرح شد و اندیشمندان را به این نتیجه رساند که تصمیم‌گیری‌ها تحت تأثیر شرایط شبکه‌های خاص عصبی قرار دارند. پردازش اطلاعات در مغز که منجر به تصمیم‌گیری آگاهانه می‌شود، شامل سیستم‌های عصبی است که کاملاً متفاوت از آنچه در رویدادهای ناخودآگاه اتفاق می‌افتد، عمل می‌نمایند [۲۷]. در نتیجه جهت درک کامل این فرایندها از تحریک مغزی استفاده می‌شود تا به طور مستقیم فعالیت مغز را دست‌کاری کند. نتایج این پژوهش نشان داد تحریک مغز طی شش جلسه در هر ۲۴ ساعت به عنوان یک دست‌کاری مستقیم سیستم عصبی توانسته بر کارکرد شناختی تصمیم‌گیری و رفتار اخلاقی نوجوانان دختر پایه نهم مؤثر باشد و بر کیفیت تصمیم‌گیری و رفتار اخلاقی آنان تأثیر بگذارد. بر اساس همین نتایج می‌توان از تحریک مغزی و فعالیت فیزیکی سیستم‌های عصبی به عنوان یک ابزار که باعث ارتقا و برتری کیفیت تصمیم‌گیری و رفتار اخلاقی می‌شود، سود برد. همین موضوع باعث می‌شود تا متولیان از یک سو به نقش فعالیت‌های عصبی فیزیکی مغز واقف شوند و با آگاهی از آن بتوانند به نوجوانان در تصمیم‌گیری کمک کنند و از سوی دیگر نقش تحریک مغزی به عنوان یک راهکار در تصمیم‌گیری و رفتار اخلاقی نوجوانانی که نیاز به این مداخله دارند، برای مراکز درمانی مورد توجه قرار گیرد.

tDCS ممکن است قدرت انتقال در مدارهای سیناپسی را در مسیری که توسط تمرین شناختی تحریک می‌شود، تقویت کند، بنابراین ممکن است مدارهایی را که از طریق یادگیری ناخواسته، مرتبط با تمرین شکل می‌گیرد تقویت نماید و احتمال تحمل پایدار رفتار را از طریق چنین یادگیری ضمنی به حداکثر برساند [۲۸]. یافته‌های این پژوهش نشان‌دهنده بالاتر بودن میانگین نمرات تصمیم‌گیری و رفتار اخلاقی در گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل در پس‌آزمون بوده که این تفاوت معنی‌دار است. این نتیجه نشان می‌دهد مداخله tDCS باعث تحریک عصبی فیزیکی مغز شده و این امر می‌تواند باعث تقویت فرایندهای درگیر در تصمیم‌گیری پویا شود و آن‌ها را در تصمیم‌گیری‌های دشوار در زمینه انتخاب رشته یا انتخاب دوست یا تصمیم‌گیری‌های پرخطر

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این مطالعه در کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی شیراز بررسی شد و به شماره IR.SUMS.REC.1400.282 مورد تأیید قرار گرفت.

حامی مالی

این تحقیق هیچ گونه کمک مالی از سازمان های تأمین مالی در بخش های عمومی، تجاری یا غیرانتفاعی دریافت نکرد.

مشارکت نویسندگان

ارائه ایده پژوهشی و طراحی مطالعه، تجدید نظر مقاله و تأیید نسخه نهایی: تمامی نویسندگان؛ بررسی پایگاه داده ها و جمع آوری داده ها: سیما برون؛ ورود داده ها به SPSS و تکثیر و تجزیه و تحلیل داده ها: محبوبه فولادچنگ و فریده یوسفی؛ نگارش بخش انگلیسی: بهرام جوکار.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از سرکار خانم دکتر محبوبه فولادچنگ و دکتر فریده یوسفی و جناب آقای دکتر بهرام جوکار و سرکار خانم دکتر سمیه اشرفی (روانپزشک) و همچنین اداره آموزش و پرورش استان تهران به خصوص منطقه ۱۸ و مسئولین دبیرستان علی اکبر جاویدمهر و از همکاری نوروتراپیست سرکار خانم پریسا براتی و آقای سعید آلبوغبیش و تمامی شرکت کنندگان در پژوهش کمال تشکر و قدردانی را دارم.

References

- [1] Hartley CA, Somerville LH. The neuroscience of adolescent decision-making. *Curr Opin Behav Sci*. 2015; 5:108-15. [DOI:10.1016/j.cobeha.2015.09.004] [PMID] [PMCID]
- [2] Salemgahfarkhi A, Alikhah S, Rostami M, Rezaei SR. [Applied role of neuroscience in management; concepts and theories (Persian)]. *Shebak*. 2019; 5(49):187-96. <https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=531024>
- [3] Kozłowski D, Hutchinson M, Hurley J, Rowley J, Sutherland J. The role of emotion in clinical decision making: An integrative literature review. *BMC Med Educ*. 2017; 17(1):255. [DOI:10.1186/s12909-017-1089-7] [PMID] [PMCID]
- [4] Salemgahfarkhi A, Alikhah S, Rostami M, Rezaei SR. [Methodology of decision-making process with neurological based biology approach (Persian)]. *Shebak*. 2020; 5(10):11-22. <https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=530987>
- [5] Carmi U, Levy M. Migration of sports administrators: The case of heinrich Kuhn. *J Mult Res* (1947-2900). 2019; 11(2):5-18. <https://web.s.ebscohost.com/abstract?direct=>
- [6] Scott NM, Sera MD, Georgopoulos AP. An information theory analysis of spatial decisions in cognitive development. *Front Neurosci*. 2015; 9:14. [DOI:10.3389/fnins.2015.00014] [PMID] [PMCID]
- [7] Gibbs JC, Basinger KS, Fuller D, Fuller RL. Moral maturity: Measuring the development of sociomoral reflection. Oxfordshire: Taylor & Francis; 2013. https://www.google.com/books/edition/Moral_Maturity/n8qZR8mjjQoC?hl=en&gbpv=0
- [8] Medaglia JD, Kuersten A, Hamilton RH. Protecting decision-making in the era of neuromodulation. *J Cogn Enhanc*. 2020; 4(4):469-81. [DOI:10.1007/s41465-020-00171-7]
- [9] Greene JD, Morelli SA, Lowenberg K, Nystrom LE, Cohen JD. Cognitive load selectively interferes with utilitarian moral judgment. *Cognition*. 2008; 107(3):1144-54. [DOI:10.1016/j.cognition.2007.11.004] [PMID] [PMCID]
- [10] Ball L, Neys WD. Dual process theory 2.0. London: Routledge; 2018. [DOI:10.4324/9781315204550]
- [11] Farrar DC, Mian AZ, Budson AE, Moss MB, Killiany RJ. Functional brain networks involved in decision-making under certain and uncertain conditions. *Neuroradiology*. 2018; 60(1):61-9. [DOI:10.1007/s00234-017-1949-1] [PMID] [PMCID]
- [12] Smith DV, Huettel SA. Decision neuroscience: Neuroeconomics. *Wiley Interdiscip Rev Cogn Sci*. 2010; 1(6):854-71. [DOI:10.1002/wcs.73] [PMID] [PMCID]
- [13] Ouellet J, McGirr A, Van den Eynde F, Jollant F, Lepage M, Berlim MT. Enhancing decision-making and cognitive impulse control with Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) applied over the Orbitofrontal Cortex (OFC): A randomized and sham-controlled exploratory study. *J Psychiatr Res*. 2015; 69:27-34. [DOI:10.1016/j.jpsychires.2015.07.018] [PMID]
- [14] Robertson DC, Voegtlin C, Maak T. Business ethics: The promise of neuroscience. *J Bus Ethics*. 2017; 144(4):679-97. [DOI:10.1007/s10551-016-3312-6]
- [15] Ehrhardt SE, Filmer HL, Wards Y, Mattingley JB, Dux PE. The influence of TDCS intensity on decision-making training and transfer outcomes. *J Neurophysiol*. 2021; 125(2):385-97. [DOI:10.1152/jn.00423.2020] [PMID]
- [16] Medaglia JD, Harvey DY, White N, Kelkar A, Zimmerman J, Bassett DS, et al. Network controllability in the inferior frontal gyrus relates to controlled language variability and susceptibility to TMS. *J Neurosci*. 2018; 38(28):6399-410. [DOI:10.1523/JNEUROSCI.0092-17.2018]
- [17] Ota K, Shinya M, Maloney LT, Kudo K. Sub-optimality in motor planning is not improved by explicit observation of motor uncertainty. *Sci Rep*. 2019; 9(1):14850. [DOI:10.1038/s41598-019-50901-x] [PMID] [PMCID]
- [18] Kuehne M, Heimrath K, Heinze HJ, Zaehle T. Transcranial direct current stimulation of the left dorsolateral prefrontal cortex shifts preference of moral judgments. *PLoS One*. 2015; 10(5):e0127061. [DOI:10.1371/journal.pone.0127061] [PMID] [PMCID]
- [19] Hassani S, Sepahmansoor M. [The effectiveness of Transcranial Direct Current Stimulation (TDCS) on behavioral inhibition in the type A personality and behavioral activation in type B personality (Persian)]. *J Neuropsychol*. 2018; 4(12):175-86. http://clpsy.journals.pnu.ac.ir/article_5112.html?lang=fa
- [20] Reinhart RM, Cosman JD, Fukuda K, Woodman GF. Using Transcranial Direct-Current Stimulation (tDCS) to understand cognitive processing. *Atten Percept Psychophys*. 2017; 79(1):3-23. [DOI:10.3758/s13414-016-1224-2] [PMID] [PMCID]
- [21] Tirri K, Nokelainen P. Multiple intelligences profiling questionnaire. In: Tirri K, Nokelainen P, editors. *Measuring multiple intelligences and moral sensitivities in education*. Rotterdam: SensePublishers; 2011. [DOI:10.1007/978-94-6091-758-5_1]
- [22] Sabet M, Taqiloo S. [Psychometric properties of the moral identity scale (Persian)]. *Psychol Res*. 2015; 18(1):20-34. <https://www.sid.ir/en/journal/ViewPaper.aspx?ID=499307>
- [23] Starcke K, Polzer C, Wolf OT, Brand M. Does stress alter everyday moral decision-making? *Psychoneuroendocrinology*. 2011; 36(2):210-9. [DOI:10.1016/j.psyneuen.2010.07.010] [PMID]
- [24] Strobel A, Grass J, Pohling R, Strobel A. Need for cognition as a moral capacity. *Pers Individ Dif*. 2017; 117:42-51. [DOI:10.1016/j.paid.2017.05.023]
- [25] Caragea VM, Miulescu ML, Balica M, Voinea L. Educational neuroscience: The rise of a new research field in educational sciences. *Ukr Pedagog J*. 2017; 3:89-101. <http://uej.undip.org.ua/upload/iblock/235/235848d864c3150fa976b20ab7a6c687.pdf>
- [26] Sabet M, delavar A, Pasha Sharif H, Khoshnevisan Z. [Development and validation of moral behavior inventory: The facts related to confirmatory factor analysis and exploratory factor (Persian)]. *J Educ Psychol*. 2015; 6(3):27-37. http://psyedu.tou.ac.ir/article_561686.html?lang=en
- [27] Blakemore SJ, Robbins TW. Decision-making in the adolescent brain. *Nat Neurosci*. 2012; 15(9):1184-91. [DOI:10.1038/nn.3177] [PMID]

- [28] Leow LA, Marinovic W, Riek S, Carroll TJ. Cerebellar anodal tDCS increases implicit learning when strategic re-aiming is suppressed in sensorimotor adaptation. *PLoS One*. 2017; 12(7):e0179977. [DOI:10.1371/journal.pone.0179977] [PMID] [PMCID]
- [29] Gilmore CS, Dickmann PJ, Nelson BG, Lamberty GJ, Lim KO. Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) paired with a decision-making task reduces risk-taking in a clinically impulsive sample. *Brain Stimul*. 2018; 11(2):302-9. [DOI:10.1016/j.brs.2017.11.011] [PMID]

This Page Intentionally Left Blank
