فصلنامه علمی ـپژوهشی عصب روانشناسی
سال پنجم، شماره ۳ (پیاپی۱۸)، پاییز ۱۳۹۸(۷۴_۵۷)

Neuropsychology
Vol.5, No.3, (Series 18), Autumn 2019(57_74)

اثربخشی تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز بر زمان واکنش و تصمیم‌گیری پرخطر در افراد مبتلا به افسردگی

لادن واقف[۱]، *حسن بافنده‌قراملکی[۲]، فاطمه سلطانی‌مارگانی[۳]

۱. استادیار روانشناسی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران.

۲. استادیار روانشناسی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران.

۳. کارشناسی‌ارشد روانشناسی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران.

(تاریخ وصول: ۹۸/۰۲/۰۸ ـ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۸/۰۱)

Effective of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on reaction time and risky Decision-Making in people with Depression

Ladan Vaghef[1], *Hasan Bafandeh GHaramaleki[2], Fatemeh Soltani Margani[3]

1. Assistant professor of Psychology, Azarbaijan Shahid Madani University,Tabriz, Iran.

2. Assistant professor of Psychology, Azarbaijan Shahid Madani University,Tabriz, Iran.

3. M.A in Psychology, Azarbaijan Shahid Madani University,Tabriz, Iran.

(Received: Apr.28, 2019- Accepted: Oct.23,2019)

چکیده:

مقدمه: اختلال در کارکردهای شناختی از علائم رایج درافراد افسرده به شمار می‌رود . پژوهش حاضر با هدف بررسی اثربخشی تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز(tDCS) بر تصمیم‌گیری پرخطر و زمان واکنش در افراد مبتلا به افسردگی صورت گرفته است. **روش:** ۳۰ نفر از دانشجویان دارای اختلال افسردگی که درسال ۹۷ به مرکز مشاوره دانشگاه شهید مدنی آذربایجان مراجعه کرده بودند انتخاب شدند، به‌صورت تصادفی به دو گروه ۱۵ نفره آزمایش و کنترل تقسیم گردیدند. گروه آزمایش در ناحیه DLPFC چپ، به مدت دو هفته ، هر هفته ۵ روز و هرجلسه به مدت ۲۰ دقیقه تحریک آندی tDCS دریافت نمودند. قبل ازشروع و در پایان دوره تحریک الکتریکی، تصمیم‌گیری پرخطر و زمان واکنش شرکت‌کنندگان به ترتیب توسط آزمون خطرپذیری بادکنکی بارت ، دستگاه زمان‌سنج واکنش مورد ارزیابی قرار گرفتند .داده‌های به‌دست آمده با استفاده از روش آماری تحلیل کواریانس تحلیل گردیدند. **یافته‌ها:** نتایج نشان داد که زمان واکنش به‌طور معنی‌داری درگروه آزمایش سریع‌تر از گروه کنترل بود (p< ۰/۰۵).علاوه بر این، در آزمایش بارت نیز میانگین تعداد پمپ‌های تنظیم شده (AMP) در گروه آزمایش کمتر از گروه کنترل بود (p< ۰/۰۵). **نتیجه‌گیری:** براساس یافته‌های حاضر، تحریک آندی tDCS موجب کاهش زمان واکنش و کاهش رفتارهای خطرساز گردید . بنابراین تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای می‌تواند به‌عنوان یک روش غیردارویی و بی‌خطر برای ارتقاءکارکردهای شناختی افراد مبتلا به افسردگی مورد استفاده قرارگیرد.

واژگان‌کلیدی: تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای (tDCS)، تصمیم‌گیری پرخطر،زمان واکنش، افسردگی .

Abstract

Aim: The impairment in Cognitive functions is common symptoms of Depression. The purpose of this research is investigation of the effect of transcranial direct current stimulation (tDCS) on risky Decision-Making and reaction times (RT) in patients with Depression.

Methods: Thirty *university* students with depressive symptoms who were referred to the Counseling Center of Azarbaijan Shahid Madani University were selected and randomly divided into two groups : experimental and control groups (n=15 per group). The experimental group received anodal-tDCS stimulation over the left DLPFC for two weeks, 5 days a week and each session for 20 minutes. Risky decision making and reaction time were assessed by Balloon Analogue *Risk* Task (*BART*) and reaction timer apparatus, respectively. The obtained data were analyzed using *covariance* analysis and paired *t*-test.

Findings: The Results showed that the reaction times of both hands and feet was significantly faster in experimental group than sham group ($p < 0.05$). Moreover, adjusted mean number of pumps (AMP) was lower in the experimental group than in the control group, during the BART task.

Conclusion: according to our result, anodal tDCS stimulation reduced reaction time and decreased risk-taking behaviors. Therefore, transcranial electrical stimulation can be used *as a non-pharmacological and safe intervention* to *improve cognitive* impairment
to enhance the cognitive functions in people with depression.

Keywords: Transcranial direct current stimulation (tDCS), Reaction time, risky Decision-Making, Depression .

***نویسنده مسئول: حسن بافنده‌قراملکی**

Email: h_bafandeh@yahoo.com

مقدمه

افسردگی[1] یک اختلال روانی رایج است که با طیف وسیعی از مشکلات روانی و جسمانی از جمله فقدان عواطف مثبت، خلق پایین مزمن ، عدم احساس لذت، نبود انرژی جسمانی، خواب پریشان ، احساس ناامیدی، بی‌نظمی و بی‌ارزش بودن و طیفی از نشانه‌های انگیزشی ، شناختی و رفتاری مشخص می‌شود (کوونی، مید و دوان[2]،۲۰۱۴؛ مجیدی، قیور موبارهان، سالک، تقی و مخبر[3]، ۲۰۱۱). اختلال در عملکردهای شناختی همچون حافظه، توجه، عملکرد اجرایی، سرعت پردازش ، دشواری تصمیم‌گیری ، از دست دادن انعطاف‌پذیری شناختی در افراد مبتلا به افسردگی مشاهده می‌شود که این مشکلات حتی پس از بهبود افسردگی در افراد ادامه می‌یابند (تریودی و گرییر[4] ،۲۰۱۴ ؛ وردلهو، مادوریرا، مولیرو، فرو و همکاران[5] ، ۲۰۱۳). رابطه بین وضعیت شناختی و علائم افسردگی به اثبات رسیده است. همان‌طور که نشانه‌های افسردگی مشکلات شناختی را تشدید می‌کنند بالعکس اختلالات شناختی ممکن است منجر به افسردگی شوند (مهتا، یافه و کوینسکی[6]،۲۰۰۲). مهم‌ترین منطقه مغزی دخیل در عملکردهای شناختی، ناحیه قشر فوقانی جانبی پیش‌پیشانی (DLPFC) [7] است. مشخص شده است که اختلال در عملکرد این ناحیه، باعث نقص در عملکردهای شناختی می‌شود (باشی، پیلوار و سرامی[8] ، ۲۰۱۶).

مطالعاتی که در زمینه رابطه افسردگی و عملکرد کورتکس پیش‌پیشانی صورت گرفته‌اند نشان‌دهنده تغییرات ساختاری و عملکردی DLPFC در افراد مبتلا به افسردگی هستند؛ به‌طوری که در این افراد ضخامت قشر DLPFC کاهش می‌یابد و پاسخ‌های همودینامیک و عملکرد متابولیسمی آن تضعیف می‌شود (پالم وود و همکاران، ۲۰۱۷).

تصمیم‌گیری[9] یکی از عالی‌ترین عملکردهای شناختی وابسته به DLPFC محسوب می‌شود که در آن فرد بین چند گزینه یکی را انتخاب می‌کند. بررسی‌ها حاکی از آن است که DLPFC نیمکره چپ در پردازش اطلاعات برای تصمیم‌گیری مناسب، نقش مهمی ایفا می‌کند (پریپفل، نویمان، کهلر و لام[10] ، ۲۰۱۳). تصمیم‌گیری مخاطره‌آمیز (RDM) یا خطرپذیری گونه ویژه‌ای از تصمیم‌گیری است. خطرپذیری به عنوان رفتاری تعریف شده است که می‌تواند پاداش و همچنین عواقب منفی به دنبال داشته باشد. به عبارت دیگر، شخص با گزینه‌هایی روبه‌رو می‌گردد که انتخاب آن‌ها باری از سود یا زیان در حال یا آینده به دنبال دارد و در عین حال میزان این سود و یا زیان با درجاتی از احتمال همراه است (اختیاری، رضوان‌فرد، مکری[11] ، ۲۰۰۸).

1. Depression
2. Cooney, Dwan & Mead
3. Majdi, Ghayour Mobarhan, Salek, Taghi, & Mokhber
4. Trivedi & Greer
5. Verdelho, Madureira, Moleiro,Ferro & et al
6. Mehta, Yaffe, & Covinsky
7. dorsolateral prefrontal cortex
8. BASHI, PILEVAR, & SARAMI
9. decision making
10. Pripfl, Neumann, Köhler, & Lamm
11. Ekhtiari, Rezvanfard, & Mokri

خطرپذیری ممکن است تحت تأثیر روحیه منفی یا افسردگی باشد. نتایج مطالعات صورت گرفته در زمینه بررسی ریسک‌پذیری در افراد افسرده متناقض است. برخی گزارش نموده‌اند که افراد افسرده رفتارهای خطرپذیری کمتری داشته و در اقدام‌های اجتنابی از آسیب نمرات بالاتری را کسب می‌کنند. به عنوان مثال، اسموسکی و همکاران (۲۰۰۸) گزارش نموده‌اند که افراد مبتلا به افسردگی در آزمون قمار آیوا نسبت به گروه کنترل بهتر عمل کرده و امتیاز بیش‌تری به دست آورده‌اند (اسموسکی، ۲۰۰۸) در مقابل، پژوهش صورت گرفته توسط زندکریمی، یزدی و خسروی (۱۳۹۵) نشان داد که افراد مبتلا به افسردگی اساسی در تصمیم‌گیری بی‌دقت‌تر شده، با سرعت و خطرپذیری بالا تصمیم می‌گیرند و درباره پیامد تصمیمات خود فکر نمی‌کنند. علاوه بر تصمیم‌گیری، افسردگی بر سرعت پردازش شناختی (زمان واکنش) نیز تأثیر می‌گذارد. (گیدک، تیر و بولز[1] ، ۱۹۸۱). زمان واکنش (RT) از سه قسمت تشکیل می‌شود: ۱- زمان ادراک و پردازش اطلاعات ۲- زمان انتخاب پاسخ و یا زمان پیش‌حرکت ۳- زمان پاسخ آشکار یا زمان حرکت(شهبازی[2]، ۲۰۱۱). شواهد پژوهشی موجود حاکی از کاهش سرعت پردازش شناختی (میلان[3] و همکاران، ۲۰۱۲) و اختلال عملکرد پردازش اطلاعات (رز و ابمایر[4]، ۲۰۰۶) در افراد دارای اختلال افسردگی اساسی استا. به عبارت دیگر، این افراد معمولاً زمان واکنشی روانی ـ حرکتی کندتری را در کارهایی که نیاز به پردازش سریع دارند نشان می‌دهند (هامر، لوند و هوگدال[5]، ۲۰۰۳). در همین راستا، بوریسیوک[6] (2008) گزارش کرده است که زمان واکنش افراد افسرده نسبت به افراد بهنجار کندتر است که این امر، نشان‌دهنده اختلال در فرایند پردازش اطلاعات در افراد افسرده است.

با توجه به اهمیت کارکردهای شناختی در عملکردهای روزانه و زندگی اجتماعی و شغلی افراد افسرده، و مشکلات ناشی از نقایص شناختی، نیاز است که مداخلاتی جهت رفع این مشکلات صورت بگیرد. اختلالات شناختی به سختی توسط دارو قابل درمان هستند و امروزه درمان‌های دارویی جای خود رابه تکنیک‌های غیرتهاجمی مغز داده‌اند (دهن، کاتر، پیفکر، بوتسچ و همگاران[7] ، ۲۰۱۸ ؛ عبادی ، حسینی، پهلوان، اسماعیل‌زاده و همکاران[8] ، ۲۰۱۷). در دو دهه گذشته از دو فناوری TMSوtDCS برای ارتقاء عملکردهای شناختی استفاده شده است (اسلامی‌زاده، بهبهانیان، مهدوی و افتاده‌حال[9] ، ۲۰۱۶) تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای(tDCS) یک روش درمانی عصبی است که جریان مستقیم و ضعیفی را به مناطق قشری وارد کرده و باعث تسهیل یا بازداری فعالیت عصبی آن منطقه می‌شود. جریان مستقیم و ضعیف از طریق اتصال دو الکترود آند و کاتد باعث تحریک و بازداری نورون‌های زیرین می‌شود.

1. Giedke, Thier, & Bolz
2. Shahbazi
3. Millan
4. Rose & Ebmeier

5. Hammar, Lund, Hugdahl
6. Borysiuk
7. Dehn, Kater, Piefke, Botsch & et al
8. Ebadi, Hosseini, Pahlevan, Esmaeeilzadeh & et al
9. Eslamizade, Behbahanian, Mahdavi, & Oftadehal

تحریک کاتد باعث کاهش تحریک‌پذیری مغز و تحریک آند باعث افزایش تحریک‌پذیری مغز می‌شود(سلطانی‌نژاد، نجاتی و اختیاری، ۲۰۱۵). تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای(tDCS) باعث ایجاد پتانسیل عمل در نورون‌ها نمی‌شود بلکه با تغییر دادن ۱ تا ۲ میلی ولت در پتانسیل استراحت غشای نورون‌ها زمینه ایجادتغییر در تحریک‌پذیری نورون‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. قشر پیش‌پیشانی پشتی _ جانبی به دلیل اینکه در فرایندهای شناختی همچون حافظه‌کاری، برنامه‌ریزی، رفتار مبتنی بر هدف ، تمرکز، کنترل مهاری و. نقش دارد بنابراین، هدف قرار دادن این قسمت از مغز باعث افزایش عملکردهای شناختی می‌شود(اسلامی‌زاده و همکاران، ۲۰۱۶).

بررسی ادبیات پژوهشی نشان داد که که تا کنون تحقیقی در ارتباط با تاثیر tDCS بر تصمیم‌گیری مخاطره‌آمیز و زمان واکنش در افراد دارای اختلال افسردگی صورت نگرفته است. تحقیقات موجود در زمینه اثربخشی تحریک الکتریکی بر تصمیم‌گیری پرخطر عمدتا بر روی کاهش ولع مصرف (شاه بابایی و همکاران، ۲۰۱۴؛ ونگ[1] و همکاران، ۲۰۱۶) در افراد داری اختلال مصرف مواد صورت گرفته است. در همین ارتباط، مطالعه‌ای که در سال ۹۷ تحت عنوان تاثیر تحریک آندی tDCS بر تصمیم‌گیری پرخطر در افراد دارای اختلال مصرف توأم هروئین و مت‌آمفتامین انجام شد نشان داد که تصمیم‌گیری افراد بعد از اعمال تحریک با خطرپذیری کم‌تر همراه بود (واقف و برزگر، ۱۳۹۷). در زمینه اثربخشی tDCS بر زمان واکنش تا کنون مطالعات اندکی صورت گرفته است. تحقیقات موجود نیز عمدتا به بررسی تاثیر tDCS بر زمان واکنش حرکتی در افراد ورزشکار (ارسطو و همکاران، ۲۰۱۹)، و یا افراد با مشکلات نورولوژیکی مانند سکته (بوگیو و همکاران[2]، ۲۰۰۷) پرداخته‌اند. علاوه بر این پژوهشی که توسط گلدوین و همکاران (۲۰۱۲) در افراد عادی صورت گرفت نشان داد که tDCS باعث کاهش زمان واکنش می‌شود (گلدوین، دن اویل و وایرس[3] ، ۲۰۱۲)

علی‌رغم تحقیقات متعددی که در زمینه تاثیر تحریک الکتریکی بر عملکردهای شناختی در افراد مختلف صورت گرفته اما تا آن‌جا که بررسی‌های ما نشان می‌دهد در افراد افسرده تحقیقی وجود ندارد .باتوجه به موارد ذکر شده در بالا، هدف ازپژوهش حاضر پاسخ دادن به این سوال است که ، آیا تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای می‌تواند برعملکردهای شناختی از جمله زمان واکنش و تصمیم‌گیری پرخطر در افراد مبتلا به افسردگی تاثیر بگذارد؟

روش

طرح پژوهش حاضر از نوع پژوهش‌های نیمه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون – پس‌آزمون با گروه کنترل است. نوع تحقیق بر اساس اهدف تحقیق، جزء پژوهش‌های کاربردی است و برای تشکیل گروه‌ها به صورت تصادفی، نیمی از

1. Wang

2. Boggio
3. Gladwin, den Uyl, & Wiers

آزمودنی‌ها در گروه آزمایشی و نیمی دیگر در گروه کنترل اختصاص یافتند. جامعه آماری پژوهش شامل کلیه افراد مراجعه‌کننده به مرکز مشاوره دانشگاه شهید مدنی آذربایجان در سال تحصیلی ۹۶-۹۵ است. نمونه پژوهش حاضر شامل ۳۰ فرد مبتلا به افسردگی (۲۳زن و ۷ مرد) است که از میان افراد مراجعه‌کننده به مرکز مشاوره دانشگاه شهید مدنی آذربایجان نیمه اول سال تحصیلی ۹۶-۹۷ بر اساس معیارهای ورود و خروج به صورت نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند. آزمودنی‌های پژوهش از لحاظ سن، میزان تحصیلات ، هوش ، همتاسازی شدند و به طور تصادفی در دو گروه آزمایش و کنترل قرار گرفتند. دو نفر از آزمودنی‌های گروه آزمایش به دلیل نیامدن سه جلسه متوالی، از پژوهش حذف شد و ۲ نفر دیگر هم به دلیل داشتن حساسیت پوستی از طرح خارج شدند. در گروه کنترل دو نفر در روز اول و چهارم از ادامه شرکت در طرح انصراف دادند و دو نفر به دلیل همکاری نکردن پیوسته از طرح حاضر خارج شدند. در نهایت ۲۲ آزمودنی (۱۷ زن و ۵ مرد) وارد پژوهش شدند. ملاک‌های ورود آزمودنی‌ها به گروه‌ها عبارت بودند از تحصیلات بالاتر از دیپلم، دامنه سنی ۳۵_۲۰، ضریب هوشی ۱۳۰_۹۰ بر اساس آزمون هوش ریون، مبتلا به افسردگی بر اساس پرسشنامه افسردگی بک و مصاحبه بالینی و تشخیص روانشناس، پر کردن فرم رضایت آگاهانه، ملاک‌های خروج عبارت بود از سابقه صرع و تشنج، سابقه سوء مصرف الکل و یا موادمخدر، وجود باتری قلب و یا پلاتین در بدن، سابقه درمان tDCSبرای درمان هر اختلال دیگری، دریافت نکردن درمان دارویی و روانی دیگری طی پژوهش، افرادی که سایر مشکلات جسمی یا روانی از جمله اضطراب ، ناراحتی‌های قلبی و ... دارند که منجر به ناهمگنی نمونه‌ها می‌شد. در ادامه از افراد در یکی از اتاق‌های مرکز مشاوره دانشگاه با محیطی آرام ، آزمون‌های بارت و زمان واکنش ساده به عنوان پیش‌آزمون گرفته شد و سپس برنامه مداخله‌ای(tDCS) شامل ۱۰ جلسه متناوب طی دو هفته به مدت ۲۰ دقیقه با شدت ۲ میلی‌آمپر به مناطق قشری در ناحیه لوب پیشانی در ناحیه(f_3)[1] وارد شد. در نهایت، پس از اجرای جلسات، از شرکت‌کنندگان هر دو گروه، آزمون بارت و زمان واکنش به عنوان پس‌آزمون گرفته شد .(افراد گروه کنترل نیز همین پروتکل را دریافت کرده‌اند با این تفاوت که دستگاه پس از ۳۰ ثانیه بدون متوجه شدن آزمودنی‌ها خاموش می‌شد) ازجمله ملاحظات اخلاقی رعایت شده در پژوهش حاضر گرفتن کداخلاق IR.TBZMED.REC.1397.742 از دانشگاه علوم پزشکی تبریز و همچنین شرکت کردن داوطلبانه افراد در پژوهش بود. همچنین در این پژوهش از ابزار ذیل استفاده گردید.

آزمون خطرپذیری بادکنکی: این آزمون اولین بار در سال ۲۰۰۲ میلادی به وسیله پرفسور لجوئز از دپارتمان روانشناسی دانشگاه مریلند ایالات متحده معرفی شد. .در پژوهش حاضر از نسخه فارسی آزمون خطرپذیری بادکنکی تهیه شده توسط دکتر اختیاری و همکاران (اختیاری، جنتی، مقیمی و

1. Left frontal lob

بهزادی، ۲۰۰۳) استفاده شده است. این آزمون، ابزاری رفتارسنج برای بررسی تمایلات مخاطره‌جویی است. آزمون طوری طراحی شده است که درجات اولیه خطرپذیری آزمودنی، سودبخش وهمراه با پاداش و خطرپذیری کنترل نشده وی با ضرر(سود و زیان به صورت پاداش یا جریمه مالی فرضی) همراه باشد. در آزمون BART روی صفحه نمایش رایانه آزمودنی یک دایره آبی رنگ(معرف بادکنک) نمایش داده می‌شود که در زیر آن دکمه‌ای وجود دارد که هر بار فشردن آن موجب افزایش قطر دایره آبی(باد شدن بادکنک) به اندازه یک درجه (حدود ۰/۳ سانتی‌متر) می‌شود. با هر بار باد شدن بادکنک، پنج سنت پول به ذخیره یک صندوق موقتی اضافه می‌شود. هنگامی که بادکنک بیش از یک مقدار مشخص باد شد، با صدای خش از بلندگوهای رایانه (اصطلاحاً میترکد) دایره آبی ناپدید می‌شود. هرگاه بادکنکی بترکد، پول ذخیره شده در صندوق موقتی از دست میرود .شرکت‌کننده می‌تواند در هر مرحله آزمون به جای باد کردن بیش‌تر بادکنک با فشردن دکمه دیگری که در صفحه نمایش نشان داده شده است پول ذخیره شده در صندوق موقتی را به صندوق اصلی منتقل کند .پس از این اقدام، فرد بادکنک باد شده را از دست می دهد و بادکنک بعدی باد نشده‌ای در اختیار وی قرار می‌گیرد .مجموع بادکنک‌ها در طول آزمون۳۰ عدد است .(احتمال ترکیدن بادکنک براساس انتخاب تصادفی از توالی اعداد یک تا ۱۲۸ خواهد بود(انتخاب عدد یک معادل با ترکیدن بادکنک است)، به طوری که اگر در مورد اولین باد شدن بادکنک عدد یک به صورت تصادفی برگزیده شود (به احتمال ۱/۱۲۸) بادکنک در همان مرحله خواهد ترکید، اما اگر هر عدد دیگری از مجموعه اعداد ۲ تا ۱۲۸ انتخاب شود، آن عدد از مجموعه اعداد حذف می‌شود و بادکنک نمی‌ترکد، اما احتمال انتخاب تصادفی عدد یک در دفعه بعد به ۱/۱۲۸ افزایش می‌یابد. این احتمال در انتخاب صدو بیست و هشتم، یک خواهد بود .براین اساس، میانگین تعداد دفعات پمپ کردن بادکنک که موجب ترکیدن آن شود عدد۶۴ خواهد بود (اختیاری، جنتی، مقیمی و بهزادی، ۲۰۰۳).

دستگاه اندازه‌گیری زمان سنج واکنش: این دستگاه مدل YB-1000 ساخت شرکت Yagami کشور ژاپن است. که شامل ۳ واحد اصلی است که عبارتند از: واحد اصلی کنترل، واحد نمایش‌دهنده تحریک و واحد اعمال پاسخ (صفحه کلید). این دستگاه می‌تواند زمان واکنش را با دقت ۰.۰۰۱ (یک هزارم) ثانیه نشان دهدو همچنین شامل یک جعبه بزرگ است که تجهیزات و کلیدهای کنترل روی آن تعبیه شده است و دو شَستی که با سیم به دستگاه متصل هستند. دستگاه شامل دو بخش محرک نوری و صوتی است که محرک نوری آن را سه رنگ سبز، قرمز و زرد تشکیل می‌دهد و محرک صوتی آن صدای بوق کوتاهی است که از لحاظ شدت و زمان قابل تنظیم است. قابلیت دستگاه به گونه‌ای است که می‌توان آن را به‌طور خودکار یا دستی تنظیم نمود و آزمایش را انجام داد روی دستگاه شش گروه کلید وجود دارد؛ تنظیم نوع واکنش(ساده، انتخابی، تشخیصی)، انتخاب رنگ نور(برای هر دو سمت چپ و راست)، انتخاب

فرکانس صدا، انتخاب حالت خودکار و دستی آزمایش، کلید پاک کردن اعداد ثبت شده و تنظیمات و کلید شروع آزمایش همچنین روی دستگاه صفحه نمایشگر اعداد نصب شده که زمان واکنش را با دقت یک هزارم ثانیه مشخص می‌کند.

پرسشنامه افسردگی بک: این پرسشنامه برای نخستین بار در سال ۱۹۶۱ توسط آرون بک، بکوارد، مندلسون، مارک و ارباف تدوین شد این پرسشنامه شامل ۱۳سوال است که آزمودنی برای هر آیتم، یکی از چهار گزینه را که نشان‌دهنده شدت افسردگی است را بر می‌گزیند. هر ماده نمره‌ای بین صفر تا ۳ می‌گیرد و بدین ترتیب کل پرسشنامه ، دامنه‌ای از ۳۹-۰ نمره دارد. نقاط برش پیشنهادی برای این پرسشنامه ، نمره ۵ تا ۸ برای افسردگی خفیف ، نمره ۹ تا ۱۵ برای افسردگی متوسط و نمره ۱۶ تا ۳۹ برای افسردگی شدید است. ضرایب همسانی درونی فرم کوتاه افسردگی بک توسط بک و بیم اسدورفر (۱۹۷۴ نقل از رینولدز و گولد،۱۹۸۱) گولد (۱۹۸۲) و فولکر، شیواک و نیدرهی (۱۹۸۷) به ترتیب ۰/۸۳ ، ۰/۷۸ و ۰/۸۷ گزارش شده است(رجبی[1]، ۲۰۰۵)

تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای: این روش یک روش تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای، غیرتهاجمی و بی‌خطر مغز است و در آن از تحریک مغز با استفاده از الکترودهایی که بر روی سر بیمار گذاشته می‌شود استفاده می‌گردد. یک جریان بسیار ضعیف الکتریکی پیوسته و مستقیم (DC) به سوی سلولهای هدف ارسال می‌شود. با این کار انعطاف‌پذیری نورون‌های مغز تحریک می‌شود. در واقع tDCS دستگاه ساده‌ای است که توسط یک باتری ۹ ولتی تغذیه می‌شود و جریان الکتریکی ضعیفی تولید می‌کند که بین ۰/۵ تا ۴ میلی‌آمپر می‌تواند متغیر باشد ولی شدت جریانی که معمولا در درمان با این دستگاه مورد استفاده قرار می‌گیرد، بین ۵ /۰ تا ۲ میلی آمپر است. این دستگاه دارای دو عدد الکترود کربنی آند وکاتد به مساحت ۳۵ سانتی‌متر مربع (۵×۷) است که بر روی سر قرار داده می‌شود. برای جلوگیری از سوزش پوست سر، الکترودها درون اسفنج‌های که با محلول کلرید سدیم ۰/۹ آغشته می‌شوند قرار داده می‌شود. که توسط محلول آب ونمک ۹٪ خیس شده‌اند و توسط بست‌های مخصوصی بر روی سر محکم می‌شوند. قطب آند خاصیت افزایش فعالیت نورونی و یا خاصیت تحریک‌پذیری نورون‌ها را دارد. در مقابل، قطب کاتد، خاصیت کاهش فعالیت نورونی و یا خاصیت مهاری دارد. tDCS با تغییر پتانسیل استراحت سلول‌های عصبی قشر مغز، و با تعدیل فعالیت سیناپس‌های گاباارژیک و گلوتامینرژیک، فعالیت خودانگیخته عصبی را تسهیل یا بازداری می‌کند (فرتونانی[2]، برامبیلا[3]، کوتلی[4]، مینیوسی[5]،۲۰۱۴ ؛ فلوئل[6]،۲۰۱۴ ؛ کاسچائو[7]، شرمان[8]و همکاران، ۲۰۱۵). در پژوهش حاضر ، تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای (tDCS) با استفاده از دستگاه NEUROSTIM-2

1. Rajabi

2. Fertonani
3. Brambilla
4. Cotelli
5. Miniussi
6. Flöel
7. Kasschau
8. Sherman

شرکت مدینا طب گستر و از طریق ۲ الکترود آند و کاتد اعمال گردید.

یافته ها

اطلاعات جمعیت‌شناختی مربوط به آزمودنی‌ها ، شامل سن، جنسیت و تعداد گروه‌های آزمایش و کنترل در جدول شماره۱ گزارش شده است.

جدول۱. اطلاعات جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها

گروه	سن		جنسیت		فراوانی
	میانگین	انحراف معیار	دختر	پسر	
آزمایش	۲۰/۸۳	۱/۵۳	۹	۳	۱۲
کنترل	۲۲/۷۵	۱/۹۸	۸	۲	۱۰

جدول۲. میانگین و انحراف‌معیارمربوط به مؤلفه‌های زمان واکنش (دستگاه زمان‌سنج)

متغیر	گروه آزمایش				گروه کنترل			
	پیش‌آزمون		پس‌آزمون		پیش‌آزمون		پس‌آزمون	
	میانگین	انحراف‌معیار	میانگین	انحراف‌معیار	میانگین	انحراف-معیار	میانگین	انحراف‌معیار
زمان واکنش دست	**۰/۳۱**	۰/۰۵	۰/۲۷	۰/۰۳	۰/۲۸	۰/۰۲	۰/۳۲	۰/۰۶
زمان واکنش پا	**۰/۴۵**	۰/۰۸	۰/۳۸	۰/۰۴	۰/۴۷	۰/۱۱	۰/۴۶	۰/۰۸

بررسی میانگین در زمان واکنش نشان می‌دهد که میانگین گروه آزمایش در مرحله پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون کاهش یافته است و همچنین میانگین گروه کنترل در مؤلفه زمان واکنش دست افزایش و در مؤلفه زمان واکنش پا در حد ۰/۰۱ کاهش یافته است.

جدول۳. میانگین و انحراف‌معیار مربوط به مؤلفه‌های تصمیم‌گیری پرخطر(آزمون بارت)

متغییر	گروه آزمایش				گروه کنترل			
	پیش‌آزمون		پس‌آزمون		پیش‌آزمون		پس‌آزمون	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف‌معیار	میانگین	انحراف‌معیار	میانگین	انحراف‌معیار
تعداد بادکنک ترکیده	۳۰/۵۵	۶/۹۶	۳۳/۷۳	۷/۰۸	۳۳/۵	۱۴/۴۹	۴۲	۲۳/۰۹
میانگین پمپ بادکنک‌های نترکیده	۴/۱۱	۱/۴۱	۴/۹۹	۲/۱۴	۴/۵۹	۱/۸۹	۴/۹۸	۳/۱۴
امتیاز	۲۱/۳۵	۸/۱۸	۲۳/۹	۱۰/۷۸	۱۷/۷۳	۹/۲۳	۲۲/۹۱	۱۵/۵۱
حداکثر پمپ‌ها	۲۷/۶۴	۱۷/۵۱	۲۸/۱۸	۲۱/۷۲	۲۶/۶	۱۲/۸۴	۳۱/۷	۲۹/۸۳

قبل از تحلیل داده‌ها، پیش‌فرض‌های کواریانس شامل توزیع نرمال داده‌ها، همگنی واریانس‌ها، همگنی شیب رگرسیون به ترتیب با استفاده از آزمون‌های کلموگروف اسمیرنوف، آزمون لون، همگنی شیب رگرسیون، بررسی شد و باتوجه با این‌که پیش‌فرض‌های کوواریانس برقرار بود از تحلیل کوواریانس استفاده گردید.

جدول۴. آزمون کلموگروف اسمیرنوف مربوط به تکلیف زمان واکنش

	گروه آزمایش				**گروه شم**			
متغییر	پیش‌آزمون		پس‌آزمون		پیش‌آزمون		پس‌آزمون	
	Z	sig	Z	sig	Z	sig	Z	sig
زمان واکنش دست	۰/۲۳	۰/۰۷	۰/۱۵	۰/۲	۰/۱۹	۰/۲	۰/۳۲	۰/۰۰۳
زمان واکنش پا	۰/۲۲	۰/۱۲	۰/۱۷	۰/۲	۰/۲۹	۰/۰۱	۰/۱۸	۰/۲

جدول۵. کجی و کشیدگی مربوط به تکلیف زمان واکنش

	گروه آزمایش				**گروه شم**			
متغیر	پیش‌آزمون		پس‌آزمون		پیش‌آزمون		پس‌آزمون	
	کجی	کشیدگی	کجی	کشیدگی	کجی	کشیدگی	کجی	کشیدگی
زمان واکنش دست	۰/۴۲	۱/۲۶	-۰/۵۲	۰/۲۳	-۰/۴۸	-۰/۷۲	۰/۷۸	۱/۲۹
زمان واکنش پا	-۰/۳۹	۰/۷۶	-۰/۲۷	۰/۵۱	-۲/۰۹	۰/۲۹	-۰/۹۱	۰/۵۵

جدول۶. آزمون لون مربوط به تکلیف زمان واکنش

متغییر	F	درجه آزادی ۱	درجه آزادی ۲	سطح معنی‌داری
زمان واکنش دست	۱/۹۶	۱	۲۰	۰/۱۷
زمان واکنش پا	۱/۰۴	۱	۲۰	۰/۳۲

جدول۷. همگنی شیب رگرسیون مربوط به تکلیف زمان واکنش

منابع		F			
زمان واکنش دست	گروه پیش‌آزمون	۰/۰۰۶	۱	۰/۰۰۶	۲/۳۱	۰/۱۴
زمان واکنش پا	گروه پیش‌آزمون	۰/۰۱۴	۱	۰/۰۱۴	۶/۰۳	۰/۰۲

جدول۸. آزمون کولموگروف اسمیرنوف مربوط به تکلیف تصمیم‌گیری پرخطر

متغیر	گروه آزمایش				گروه شم			
	پیش‌آزمون		پس‌آزمون		پیش‌آزمون		پس‌آزمون	
	Z	sig	Z	sig	Z	sig	Z	sig
تعداد بادکنک ترکیده	۰/۱۹	۰/۲	۰/۱۶	۰/۲	۰/۲۴	۰/۱۱	۰/۲۲	۰/۱۵
میانگین پمپ بادکنک نترکیده	۰/۱۴	۰/۲	۰/۲۳	۰/۰۹	۰/۲۵	۰/۰۷	۰/۲۱	۰/۲
امتیاز	۰/۲۳	۰/۱	۰/۲	۰/۰۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲۵	۰/۰۷
حداکثر پمپ	۰/۲۲	۰/۱۴	۰/۱۹	۰/۲	۰/۱۴	۰/۲	۰/۲۶	۰/۰۴

جدول۹. کجی و کشیدگی مربوط به تکلیف تصمیم‌گیری پرخطر

	گروه آزمایش				**گروه شم**			
متغیر	پیش‌آزمون		پس‌آزمون		پیش‌آزمون		پس‌آزمون	
	کجی	کشیدگی	کجی	کشیدگی	کجی	کشیدگی	کجی	کشیدگی
تعداد بادکنک ترکیده	-۱/۷۳	۰/۰۴	۱/۴۱	-۰/۸۳	۰/۷۵	۱/۰۸	-۱/۸۶	۰/۲۵
میانگین پمپ بادکنک ترکیده	-۱/۲۹	۰/۰۶	۴/۰۵	۱/۷۹	-۱/۹۴	۰/۲۳	-۱/۶۶	۰/۰۷
امتیاز	-۱/۷۱	۰/۰۲	-۰/۶۷	۰/۸۵	-۰/۴۲	۰/۶۸	-۱/۴۶	۰/۲۹
حداکثر پمپ	-۱/۱۳	۰/۶۱	-۰/۴۳	۰/۹۲	-۰/۸۲	-۰/۰۹	-۱/۴۸	۰/۶۹

جدول۱۰. آزمون لون مربوط به تکلیف تصمیم‌گیری پرخطر

متغییر	F	درجه آزادی ۱	درجه آزادی۲	سطح معنی‌داری
تعداد بادکنک ترکیده	۲/۷۱	۱	۱۹	۰/۱۱
میانگین پمپ بادکنک نترکیده	۰/۱۹	۱	۱۹	۰/۶۶
امتیاز	۰/۱۵	۱	۱۹	۰/۶۹
حداکثر پمپ	۰/۰۹	۱	۱۹	۰/۷۵

جدول۱۱. همگنی شیب رگرسیون مربوط به تکلیف تصمیم‌گیری پرخطر

متغیر	منابع	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معنی‌داری
تعداد بادکنک ترکیده	گروه پیش‌آزمون	۳۵۰/۴۸	۱	۳۵۰/۴۸	۴/۲۴	۰/۰۵۵
میانگین پمپ بادکنک نترکیده	گروه پیش‌آزمون	۳/۸۲	۱	۳/۸۲	۰/۵۳	۰/۴۷
امتیاز	گروه پیش‌آزمون	۳۵/۲۲	۱	۳۵/۲۲	۰/۶۷	۰/۴۲
حداکثر پمپ	گروه پیش‌آزمون	۴۰۳/۷۳	۱	۴۰۳/۷۳	۰/۷۷	۰/۳۹

جدول۱۲. نتایج آزمون تحلیل کواریانس تک‌متغیره مربوط به تکلیف زمان واکنش

متغیر	منابع	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معناداری	اندازه اثر
زمان واکنش دست	گروه	۰/۰۲	۱	۰/۰۲	۶/۱۳	۰/۰۲	۰/۲۵
	خطا	۰/۰۵	۱۹	۰/۰۰۳			
	کل	۲/۰۲	۲۲				
زمان واکنش پا	گروه	۰/۰۲	۱	۰/۰۲	۷/۷۵	۰/۰۱	۰/۲۹
	خطا	۰/۰۶	۱۹	۰/۰۰۳			
	کل	۳/۹۷	۲۲				

با توجه به جدول ۴ خلاصه تحلیل کواریانس تک‌متغیره بیانگر آن است که اثر اصلی نمرات اکتسابی آزمودنی‌ها در زیرمؤلفه زمان واکنش دست (۰/۰۵ $F_{(19,1)} = ۶/۱۳۳, P<$) و زیر مؤلفه زمان واکنش پا ($F_{(1,19)} = ۷/۷۵, P< ۰/۰۵$) معنادار است. بنابراین از نتایج جدول فوق نتیجه گرفته شده است ، بین گروه‌های آزمایش و کنترل در زمان واکنش تفاوت معنادار وجود دارد.

همچنین در میانگین تعدیل شده به‌دست آمده زمان واکنش، گروه آزمایش از گروه کنترل کمتر است(جدول۱۳).

جدول۱۳. میانگین تعدیل شده مربوط به تکلیف زمان واکنش

متغییر	گروه	میانگین
زمان واکنش دست	آزمایش	۰/۲۷۲
	کنترل	۰/۳۲۹
زمان واکنش پا	آزمایش	۰/۳۸۸
	کنترل	۰/۴۵۴

جدول۱۴. اختلاف میانگین مربوط به تکلیف زمان واکنش

	گروه ۱	گروه ۲	اختلاف میانگین	سطح معنی داری
زمان واکنش دست	آزمایش	کنترل	-۰/۰۵۸	۰/۰۲
زمان واکنش پا	آزمایش	کنترل	-۰/۰۶۶	۰/۰۱

جدول۱۵. آزمون تحلیل کواریانس چندمتغیری برای بررسی پروتکل توانبخشی مربوط به تکلیف تصمیم‌گیری پرخطر

اثر	آزمون‌ها	مقادیر	F	درجه آزادی اثر	درجه آزادی خطا	سطح معناداری
گروه	اثرپیلایی	۰/۳۲	۱/۴۱	۴	۱۲	۰/۲۸
	لامبدای ویلکز	۰/۳۲	۱/۴۱	۴	۱۲	۰/۲۸
	اثرهتلینگ	۰/۳۲	۱/۴۱	۴	۱۲	۰/۲۸
	بزرگترین ریشه روی	۰/۳۲	۱/۴۱	۴	۱۲	۰/۲۸

همان‌طور که در جدول۱۵ مشاهده می‌گردد سطح معنی‌داری به دست آمده هر چهار آماره چندمتغیری مربوطه، یعنی اثر پیلایی، لامبدایویلکز، اثر هتلینگ و بزرگ‌ترین ریشه روی بزرگتر از ۰۵/ است، که نشان می‌دهد اثر کلی بین گروه آزمایش و کنترل تفاوت معنادار وجود ندارد .

جدول۱۶. نتایج آزمون تحلیل کواریانس چندمتغیره مربوط به مؤلفه‌های تکلیف تصمیم‌گیری پرخطر

متغیر	منابع	مجموع مجذورات	درجه آزادی Df	میانگین مجذورات	F	سطح معناداری	اندازه اثر
تعداد بادکنک ترکیده	گروه	۱۱۳/۷۸	۱	۱۱۳/۷۸۹	۱/۲۴	۰/۲۸	۰/۰۷
	خطا	۱۳۷۴/۹۱	۱۵	۹۱/۶۶			
	کل	۳۵۴۵۵	۲۱				
میانگین پمپ بادکنک نترکیده	گروه	۷/۸۸	۱	۷/۸۸	۴/۷۵	۰/۰۴	۰/۲۴
	خطا	۲۴/۸۸	۱۵	۱/۶۵			
	کل	۶۵۴/۵۵	۲۱				
امتیاز	گروه	۹۶/۸۳	۱	۹۶/۸۴	۱/۷۲	۰/۲۱	۰/۱۱
	خطا	۸۴۶/۹۱	۱۵	۵۶/۴۶			
	کل	۱۴۸۵۹/۴۵	۲۱				
حداکثر پمپ	گروه	۵۳۸/۵۹	۱	۵۳۸/۵۹	۲/۹۹	۰/۱۱	۰/۱۶
	خطا	۲۶۹۹/۶۶	۱۵	۱۷۹/۹۷			
	کل	۳۱۵۱۳	۲۱				

همان‌گونه که در جدول۱۶ مشاهده می‌شود، خلاصه تحلیل کواریانس چندمتغییره بیانگر آن است که اثر اصلی نمرات اکتسابی آزمودنی‌ها درمؤلفه میانگین پمپ بادکنک نترکیده مربوط به تکلیف بارت ($P<۰/۰۵$ ، $F_{(۱،۱۵)}=۴/۷۵$) معنادار است .بنابراین در این زیر مؤلفه میانگین پمپ بادکنک نترکیده بین گروه آزمایش و کنترل تفاوت معنادار وجود دارد و مطابق جدول ۱۷میانگین تعدیل‌شده تمام زیرمؤلفه‌های تصمیم‌گیری پرخطردر گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل کمتر است.

جدول۱۷. میانگین تعدیل‌شده مربوط به تکلیف تصمیم‌گیری پرخطر

متغییر	گروه	میانگین
تعداد بادکنک ترکیده	آزمایش	۳۴/۸۹
	کنترل	۴۰/۷۲
میانگین پمپ بادکنک های نترکیده	آزمایش	۴/۲۴
	کنترل	۵/۷۸
امتیاز	آزمایش	۲۰/۸۶
	کنترل	۲۶/۲۴
حداکثر پمپ	آزمایش	۲۳/۸۲
	کنترل	۳۶/۵

جدول۱۸. اختلاف میانگین مربوط به مؤلفه میانگین پمپ بادکنک‌های ترکیده

	گروه ۱	گروه ۲	اختلاف میانگین	سطح معنی‌داری
میانگین پمپ بادکنک‌های نترکیده	آزمایش	کنترل	-۱/۵۳	۰/۰۴

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف اثربخشی تحریک الکتریکی مستقیم مغز(tDCS) بر زمان واکنش و تصمیم‌گیری پرخطر افراد مبتلا به افسردگی صورت گرفت. نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داده است که اعمال تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای بر ناحیه f_3 مغز در گروه آزمایش باعث عملکرد بهتر این افراد در آزمون زمان واکنش هم دست‌ها و هم‌پاها شده است. به عبارت دیگر زمان واکنش دست و پا افراد گروه آزمایش که به وسیله ارائه محرک دیداری توسط دستگاه زمان‌سنج ثبت شده است نسبت به گروه کنترل کاهش یافته و سرعت عمل این افراد در مرحله پس‌آزمون بهتر شده است. با توجه به این که بررسی پیشینه پژوهشی نشان داد تا کنون مطالعه ای در زمینه تاثیر tDCS بر تصمیم‌گیری پرخطر و زمان واکنش در افراد افسرده صورت نگرفته است، بنابراین در این بخش نتایج تحقیق حاضر با تحقیقات انجام گرفته در سایر جوامع آماری مقایسه شده است. هم نتایج حاضر، با یافته‌های گلدوین و همکاران (۲۰۱۲) مبنی بر تاثیر tDCS بر کاهش زمان واکنش در افراد عادی است. در همین راستا، بوگیو و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای بر کاهش زمان واکنش افراد مبتلا به سکته موثر بود. علاوه بر این یافته‌های فردریکسون[1] و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد تحریک tDCS باعث بهبود زمان واکنش نام‌گذاری در زبان‌پریشی روان[2] می‌شود. بررسیارسطو و همکاران (۲۰۱۹) بر زمان واکنش افراد ورزشکار نیز نتایج همسویی را نشان داده است. با این وجود، یافته‌های مطالعه حاضر با نتایج بنینگر[3] و همکاران (۲۰۱۰) و هوروث[4] و همکاران (۲۰۱۶)مبنی بر عدم تاثیر تحریک tDCS بر زمان واکنش، ناهمسو است. در تبیین مطالب فوق می‌توان گفت زمان واکنش به عوامل متعددی همچون تحریک گیرنده‌های حسی، زمان انتقال اثر تحریک به دستگاه عصبی مرکزی، زمان تصمیم‌گیری دستگاه عصبی مرکزی و صدور فرمان پاسخ، زمان انتقال فرمان از دستگاه عصبی مرکزی به اعضای پاسخ‌دهنده و زمان پاسخ‌گویی به وسیله اعضای پاسخ‌دهنده بستگی دارد . اختلال در هر یک از قسمت‌های مذکور، موجب بالا رفتن زمان واکنش می‌شود (نریمانی، سلیمانی و همکاران[5]،۲۰۱۲). بنابراین در آزمون مورد استفاده در این پژوهش زمانی که تحریک دیداری مشاهده می‌شود، اطلاعات مربوطه ابتدا به قشر پس‌سری و سپس برای

1. Fridriksson
2. Fluent Aphasia
3. Benninger
4. Horvath
5. Narimani & Suleimani

تصمیم‌گیری و صدور فرمان به قشر پیش‌پیشانی فرستاده می‌شود، که در صورت وجود اختلال در این ناحیه باعث افزایش زمان واکنش فرد می‌شود. بنابراین تحریک این ناحیه از مغز و اعمال برنامه توانبخشی باعث کاهش زمان واکنش می‌شود. مطالعه دام و همکاران (۲۰۱۵) نشان داد، کورتکس ناحیه پیش حرکتی به دو قسمت پشتی و شکمی تقسیم می‌شود که ناحیه پشتی آن خروجی‌اش را به ناحیه M1 و طناب نخاعی می‌فرستد و ورودی‌هایی از ناحیه DLPFC دریافت می‌کند. بنابراین به نظر می‌رسد که تحریک آند هم‌زمان ناحیه DLPFC و M1 می‌تواند، منجر به فعال‌سازی مسیر عصبی _ DLPFC پیش حرکتی_ ناحیه حرکتی اولیه گردد و تحریک‌پذیری این نواحی را افزایش دهد(واثقی، ذوقی و همکاران[1]، ۲۰۱۵) پژوهش حاضر همچنین به بررسی اثربخشی tDCS بر تصمیم‌گیری پر خطر به وسیله آزمون بارت پرداخته است. در این ارتباط، نتایج حاصله نشان داد که اعمال تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای ناحیه DLPFC مغز بر میانگین تعداد پمپ بادکنک‌های نترکیده اثربخش بوده است. در واقع افراد گروه آزمایش پس از ده جلسه تحریک نسبت به گروه کنترل محتاط‌تر عمل کرده‌اند. این نتایج با یافته فکتیو و همکاران (۲۰۰۷) همسو است. آن‌ها گزارش نمودند که تحریک یک‌طرفه tDCS قشر پیش‌پیشانی در افراد سالم منجر به کاهش میانگین پمپ بادکنک‌های نترکیده شده است. در پژوهش همسوی دیگری، گورینی و همکاران (۲۰۱۴) تاثیر تحریک الکتریکی ناحیهDLPFC بر عملکرد افراد مصرف‌کننده کوکائین در آزمون بارت را مطالعه نمودند. یافته‌های آن‌ها نشان داد که tDCS باعث کاهش قابل‌توجه نمره‌های افراد در آزمون بارت می‌شود. در این پژوهش گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل نمره کم‌تری را در میانگین پمپ بادکنک‌ها گرفتند که نشان‌دهنده کاهش ریسک پذیری در افراد مصرف کننده کوکائین به دنبال مداخله الکتریکی است. علاوه بر این یافته‌های پژوهش حاضر مؤید تحقیقات قبلی ما نیز مبنی بر کاهش خطرپذیری افراد دارای اختلال مصرف توأم هروئین و مت‌آمفتامین به دنبال اعمال تحریک آندی DLPFC است. (واقف و برزگر، ۱۳۹۷). در مقابل، یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج میناتی[2] و همکاران (۲۰۱۲) ناهمسو است. آن‌ها گزارش نمودند که تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای ناحیه DLPFC تاثیری بر تصمیم‌گیری پرخطر آزمودنی‌ها ندارد. در تبیین یافته‌های فوق می‌توان گفت تحقیقات نشان داده است که ناحیه DLPFC مغز در تصمیم‌گیری پرخطر نقش دارد. در حالی‌که DLPFC نیمکره راست در کنترل شناختی(بازداری) عواطف تکانشی درگیر است، DLPFC چپ در پردازش اطلاعات تعمدی برای تصمیم‌گیری مناسب، نقش مهمی ایفا

1. Vaseghi & Zoghi

2. Minati

می‌کند (پریپفل و همکاران، ۲۰۱۳). بنابراین نوعی فعالیت و تعادل درون نیمکره‌ای در قشر پیش‌پیشانی خلفی جانبی وجود دارد که در عملکرد تصمیم‌گیری پرخطر مهم و حیاتی است که این عملکرد نیز خود شامل متوقف کردن خطرپذیری در حضور فرصت‌های امن برای کسب پاداش است (گورینی، لاکچیاری[1] و همکاران ، ۲۰۱۴). به نظر می‌رسد تحریک tDCS باعث تنظیم فعالیت در ناحیه DLPFC ، و به دنبال آن تعدیل در رفتارهای پرخطر و اتخاذ تصمیم‌گیری محتاط‌تر می‌شود.اگر چه مکانیسم دقیق تاثیر tDCS در مغز به طور کامل روشن نشده است، اما یافته‌ها نشان می‌دهند که tDCS با تغییر تحریک‌پذیری نورون‌ها و جابه‌جایی پتانسیل غشای نورون‌های قشری، در جهت دپولاریزاسیون یا هایپرپولاریزاسیون، باعث شلیک بیش‌تر یا کمتر سلول‌های مغز شده و در نتیجه باعث تعدیل شدن فعالیت مغز می‌شود(صابری و همکاران، ۲۰۱۶). علاوه بر این، تحریک آندی tDCS به طور چشم‌گیری باعث افزایش آزادسازی سروتونین، دوپامین و استیل کولین و کاهش گابا (استیج و نیتچه[2]،۲۰۱۱ ؛ فونتنو و همکاران[3]، ۲۰۱۸) و افزایش جریان خون ناحیه‌ای مغز RCBF[4] در ناحیه تحریک شده می‌شود. به بیان دیگر، تحریک آندی، بازداری درون‌قشری را کاهش و تسهیل قشری را افزایش می‌دهد(مرادی کلارده ، یاریاری و عبداللهی[5]، ۲۰۱۶) همچنین، گزارش شده است که قرار گرفتن الکترود آند بر روی ناحیه DLPFC باعث تحریک آن ناحیه و افزایش فعالیت مغز و آزاد شدن فاکتورهای نوروتروفیک به ویژه فاکتورهای نوتروفیک مشتق از مغز (BDNF)[6] می شود. نوروتروفین‌ها باعث راه‌اندازی و برقراری ارتباط نورونی و همچنین تکثیر و تشکیل سیناپس‌ها، و در نتیجه، گسترش شبکه عصبی می‌شوند(برزو و عدالت منش[7]، ۲۰۱۵) که این امر باعث افزایش سرعت پردازش‌های مغزی و بهبودعملکردهای شناختی می‌شود. با توجه به مطالب فوق، می‌توان نتیجه گرفت که به دنبال تحریک الکتریکی ناحیه DLPFC، جریان خونی و میزان اکسیژن‌رسانی در ناحیه مذکور افزایش می‌یابد. همچنین تحریک آندی ناحیه DLPFC، با افزایش تحریک‌پذیری نورون‌های قشری باعث افزایش فعالیت سلول‌های عصبی و به دنبال آن، تعدیل میزان نوروترانسمیترهایی چون دوپامین ، استیل‌کولین و سروتونین، باعث بهبود سرعت پردازش و عملکرد شناختی فرد می‌شود. با توجه به نتایج این پژوهش، جهت تکمیل این پژوهش و انجام مطالعات بیش‌تر در حوزه‌های مرتبط با این پژوهش، پیشنهادهای زیر برای انجام مطالعات آتی ارائه می‌شود:

1. Gorini, Lucchiari
2. Stagg & Nitsche
3. Fonteneau et al
4. Regional Cortical Blood Flow
5. MoradIkelardeh, Yaryari, & Abdollahi
6. Brain Derived Neurotrophic Factor
7. Borzou & Edalatmanesh

۱- پیشنهاد می‌گردد که پروتکل انجام شده در این پژوهش در حجم نمونه بزرگ‌تر اجرا شود و میزان ماندگاری آن با پیگیری چندماهه بررسی گردد.

۲- پیشنهاد می‌شود از ابزارهای تحریک مغزی دیگر چون TMS، tACSو مقایسه آن با tDCS استفاده شود.

۳- در این پژوهش اثربخشی پروتکل تحریک یک‌طرفه(DLPFC چپ) بر سرعت پردازش مغز و عملکردهای شناختی مورد بررسی قرار گرفته است، پیشنهاد می‌شود اثربخشی پروتکل تحریک دوطرفه(تحریک همزمان DLPFC چپ و راست) نیز بررسی شود.

۴- پیشنهاد می‌شود اثربخشی tDCS بر روی سایر فرایندهای شناختی مانند حافظه فعال، حافظه دیداری، بازداری و... نیز بررسی شود.

تشکر و قدردانی

تحقیق حاضر برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد است که در دانشگاه شهید مدنی آذربایجان در سال ۱۳۹۷ به انجام رسید و تحت حمایت ستاد توسعه علوم و فناوری‌های شناختی قرار گرفت. همچنین لازم به ذکر است که بین نویسندگان هیچ تضاد منافعی وجود ندارد. در پایان از مساعدت تمامی همکاران گرامی، مسئولین مرکز مشاوره دانشجویی دانشگاه شهید مدنی و شرکت‌کنندگان در این پژوهش تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

Arkan, A., & Yaryari, F. (2014). Effect of transcranial direct current stimulation (TDCS) on working memory in healthy people. Abstract. Journal of Cognitive Psychology, (2)2,10-17.

Borzou, Z., & Edalatmanesh, M. A. (2015). The Evaluation of Brain Derived Neurotrophic Factor and Working Memory in Valproic Acid Animal Model of Autism. *Shefaye Khatam*, *3*(4), 10-16 .

Cooney, G., Dwan, K., & Mead, G. (2014). Exercise for depression. *Jama*, *311*(23), 2432-2433 .

Dehn, L. B., Kater, L., Piefke, M., Botsch, M., Driessen ,M., & Beblo, T. (2018). Training in a comprehensive everyday-like virtual reality environment compared to computerized cognitive training for patients with depression. *Computers in Human Behavior*, *79*, 40-52 .

Ebadi, M., Hosseini, F., Pahlevan, F., Esameeilzadeh, A. M., Farhadi, V., & Asqari, R. (2017) The effectiveness of transcranial direct current stimulation (tDCS) on working memory in patients with major depression .

Ekhtiari, H., Janati, A., Moghimi, A., & Behzadi, A. (2003). The Farsi Version of the Balloon Analogue Risk Task: An Instrument for the Assessment of Riskful-Decision

Making. *Advances in Cognitive Science, 4*(4), 9-11 .

Ekhtiari, H., Rezvanfard, M., & Mokri, A. (2008). Impulsivity and its different assessment tools: A review of view points and conducted researches. *Iranian journal of psychiatry and clinical psychology, 14*(3), 247-257 .

Eslamizade, M. J., Behbahanian, S., Mahdavi, S. M., & Oftadehal, M. An Introduction to Neurotechnologies, Transcranial Magnetic Stimulation and Transcranial Direct Current Stimulation: Their Applications in the Cognitive Enhancement and Rehabilitation .

Fertonani, A., Brambilla, M., Cotelli, M., & Miniussi, C. (2014). The timing of cognitive plasticity in physiological aging: a tDCS study of naming. *Frontiers in Aging Neuroscience, 6*, 131 .

Flöel, A. (2014). tDCS-enhanced motor and cognitive function in neurological diseases. *Neuroimage, 85*, 934-947 .

Fonteneau, C., Redoute, J., Haesebaert, F., Le Bars, D., Costes, N., Suaud-Chagny, M.-F., & Brunelin, J . .(۲۰۱۸)Frontal transcranial direct current stimulation induces dopamine release in the ventral striatum in human. *Cerebral Cortex, 28*(7), 2636-2646 .

Gladwin, T. E., den Uyl, T. E., Fregni, F. F., & Wiers, R. W. (2012). Enhancement of selective attention by tDCS: interaction with interference in a Sternberg task. *Neuroscience letters, 512*(1), 33-37 .

Gorini, A., Lucchiari, C., Russell-Edu, W., & Pravettoni, G. (2014). Modulation of risky choices in recently abstinent dependent cocaine users: a transcranial direct-current stimulation study. *Frontiers in human neuroscience, 8*, 661 .

Kasschau, M., Sherman, K., Haider, L., Frontario, A., Shaw, M., Datta, A., . . . Charvet, L. (2015). A protocol for the use of remotely-supervised transcranial direct current stimulation (tDCS) in multiple sclerosis (MS). *Journal of visualized experiments: JoVE* .(۱۰۶)

Majdi, M. R., Ghayour Mobarhan, M., Salek, M., Taghi, M., & Mokhber, N. (2011). Prevalence of depression in an elderly population: A population-based study in Iran. *Iranian Journal of Psychiatry and Behavioral Sciences, 5*(1), 17-24 .

Mehta, K. M., Yaffe, K., & Covinsky, K. E. (2002). Cognitive impairment, depressive symptoms, and functional decline in older people. *Journal of the American Geriatrics Society, 50* .۱۰۵۰-۱۰۴۵ ,(۶)

Minati, L., Campanhã, C., Critchley, H. D., & Boggio, P. S. (2012). Effects of transcranial direct-current stimulation (tDCS) of the dorsolateral prefrontal cortex (DLPFC) during a mixed-gambling risky decision-making task. *Cognitive neuroscience, 3*(2), 80-88 .

Mohammad, N., Ismail, S., & Fereshteh, K. (2012). Comparison of reaction time in substance

dependent individuals and non-human subjects. *6*(23), 83-95 .

Moradi Kelardeh, S., Yaryari, F., & Abdollahi, M. H. (2016). Effectiveness of Transcranial direct current stimulation on Dorsolateral prefrontal cortex in cigarette craving and Stress .

Pripfl, J., Neumann, R., Köhler, U., & Lamm, C. (2013). Effects of transcranial direct current stimulation on risky decision making are mediated by 'hot'and 'cold'decisions, personality, and hemisphere. *European Journal of Neuroscience, 38*(12), 3778-3785 .

Rajabi, G. R. (2005). Psychometric properties of Beck depression inventory short form items (BDI-13). *Journal of Iranian Psychologists, 1*(4), 291-298 .

Reti, I. M., & Chang, A. D. (2015). Introduction to brain stimulation. *Brain Stimulation, Methodologies and Interventions*, 1-12 .

Saberi, N. N., Khalkhali, Z. M., & Khademi, K. K. (2016). Effects and side effects of tDCS in movment disorders of children and adolescents .

Shahbazi, M., Pashabadi, A., & Abedini Parizi, H. (2011). Relation attribute and

state anxiety to reaction time and intelligence. *Journal of Development & Motor Learning, 8*, 65-80 .

Soltaninejad, Z., Nejati, V., & Ekhtiari, H .(۲۰۱۵) .Effect of transcranial direct current stimulation on remediation of inhibitory control on right inferio frontal gyrus in attention deficit and hyperactivity symptoms. *Rehabilitation Medicine, 3* .(۴)

Stagg, C. J., & Nitsche, M. A. (2011). Physiological basis of transcranial direct current stimulation. *The Neuroscientist, 17*(1), 37-53 .

Trivedi, M. H., & Greer, T. L. (2014). Cognitive dysfunction in unipolar depression: implications for treatment. *Journal of Affective Disorders, 152*, 19-27 .

Vaseghi, B., Zoghi, M., & Jaberzadeh, S. (2015). The effects of anodal-tDCS on corticospinal excitability enhancement and its after-effects: conventional vs. unihemispheric concurrent dual-site stimulation. *Frontiers in human neuroscience, 9*, 533 .

Verdelho, A., Madureira, S., Moleiro, C., Ferro, J. M., T O'Brien, J., Poggesi, A., . . . Waldemar, G. (2013). Depressive symptoms predict cognitive decline and dementia in older people independently of cerebral white matter changes: the LADIS study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry, 84*(11), 1250-1254 .