

Effectiveness of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on Cravings, Cognitive Flexibility, and Abstraction for Opioid Addicts

Oraki, M., Arianipour, *M., Rahmani, M.

Abstract

Introduction: Craving drug abuse is a common manifestation of the urgent and irrecoverable desire against substance abuse. The present study aimed to investigate the effectiveness of transcranial direct current stimulation (tDCS) on cravings, cognitive flexibility, and the abstraction of opiate abusers.

Method: The research design was a randomized clinical trial design with a 2-month follow-up. The statistical population consisted of opiate addicts, and 30 men selected through the convenience sampling method were assigned into experimental (tDCS) and sham groups (15 people per group). The tools used in this research were Franken et al. Instant Craving Questionnaire and the Wisconsin Card Sorting Test which was performed on two groups before the intervention. The tDCS intervention method included 10 sessions of 20 minutes with an intensity of 2 milliamps. The obtained data were analyzed using multivariate analysis of covariance.

Results: The results obtained using covariance analysis showed a significant difference between the experimental and sham groups in the post-test and follow-up in all three components of the cravings and the scores of the components of the Wisconsin test ($P < 0.001$).

Conclusion: TDCS has essential implications in reducing cravings and improving executive cognitive flexibility in addicts to opiates and is recommended as an effective treatment method for addiction therapists in treatment clinics.

Keywords: Transcranial Direct Current Stimulation, Craving, Cognitive Flexibility, Abstraction, Addiction.

اثربخشی تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای (tDCS) بر ولع مصرف، انعطاف‌پذیری شناختی و انتزاع وابستگان به مواد افیونی

محمد اورکی^۱، معصومه آریانی‌پور^۲، مهدیه رحمانیان^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۰۱

چکیده

مقدمه: ولع مصرف در اعتیاد به مواد مخدر یک تظاهر رایج و به عنوان تمایل مبرم فوری و غیرقابل جبران برای تسلیم در برابر ماده می‌باشد. هدف از پژوهش بررسی اثربخشی تحریک الکتریکی مغز از روی مجموعه (tDCS) بر ولع مصرف، انعطاف‌پذیری شناختی و انتزاع سوء مصرف‌کنندگان مواد افیونی بود.

روش: طرح پژوهش کاربردی بالینی کنترل شده تصادفی با پیگیری ۲ ماهه بود. جامعه آماری شامل وابستگان به مواد افیونی بود که نمونه ۳۰ نفر مرد که با روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند و در دو گروه آزمایش tDCS (۱۵ نفر) و یک گروه شم (۱۵ نفر) جای گرفتند. ابزارهای به کار رفته در این پژوهش پرسشنامه ولع مصرف لحظه‌ای مواد فرانکن و همکاران و آزمون دسته‌بندی کارت‌های ویسکانسین بود که قبل از مداخله روی دو گروه انجام شد. روش درمان tDCS شامل (۱۰ جلسه ۲۰ دقیقه ای) با شدت ۲ میلی‌آمپر بود. داده‌های به دست آمده با استفاده از تحلیل کوواریانس چند متغیری مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: تحلیل بدست آمده با استفاده از تحلیل کوواریانس نشان داد بین آزمودنی‌های دو گروه آزمایش و شم در پس‌آزمون و پیگیری، هر سه مؤلفه ولع مصرف و همچنین نمرات مؤلفه‌های آزمون ویسکانسین تفاوت معناداری وجود دارد ($P < 0.001$).

نتیجه‌گیری: tDCS تلویحات مهمی در زمینه کاهش سطح ولع مصرف و بهبود انعطاف‌پذیری شناختی اجرایی در افراد وابسته به مواد افیونی داشته و به عنوان روش درمانی مؤثر جهت استفاده درمانگران اعتیاد در کلینیک‌های درمانی توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای، ولع مصرف، انعطاف‌پذیری شناختی، انتزاع، اعتیاد.

مقدمه

که قشر پیش‌پیشانی پشتی - جانبی^۵ (DLPFC) نقش عصبی در ولع مصرف و نیز اختلالات خلقی و شناختی ایفا می‌کند(۹).

همچنین تحقیقات نشان می‌دهد که افراد سوء مصرف‌کننده مواد نقایص وسیعی در عملکردهای عصب روانشناختی^۶ به ویژه در کارکردهای اجرایی^۷ را نشان می‌دهند(۱۰). اختلال در کارکردهای اجرایی از جمله توانایی کنترل مهاری و ناتوانی بازداری افکار تکرار شونده مربوط به محرک‌های وابسته به مواد مخدر به ایجاد رفتارهای جستجوگری مواد و افزایش احتمال عود مصرف حتی پس از سال‌ها ترک آن می‌گردد(۱۱).

همچنین مصرف مواد با آسیب‌هایی در عملکرد شناختی از جمله حل مسأله، برنامه‌ریزی، سازماندهی، یادگیری مطالب جدید، توانایی فضایی - بینایی، انعطاف‌پذیری شناختی و مهارت‌های به یادسپاری مرتبط است(۱۲). مشاهدات بالینی نشان می‌دهد که DLPFC محل کنترل توجه^۸ می‌باشد و همچنین ولع مصرف مواد و فرآیندهای تصمیم‌گیری را تعدیل و تنظیم می‌کند(۱۳). بنابراین DLPFC می‌تواند هدفی برای تحریک به منظور کاهش میزان ولع و عود سوء مصرف‌کنندگان به مواد باشد. با این حال تحریک DLPFC ممکن است به سیستم پاداش از طریق مسیرهای وابران در ناحیه شکمی به هسته آکومینس^۹ تأثیر بگذارد(۱۴).

یک روش درمانی برای تنظیم و تعدیل فعالیت DLPFC روش غیر تهاجمی تحریک الکتریکی مغز از روی مجامحه (tDCS) است که شامل استفاده از جریان الکتریکی مستقیم ضعیف از طریق دو یا چند الکترود، معمولاً آند و کاتد، روی پوست سر می‌باشد(۱۵). این تحریک بعنوان روش غیرتهاجمی، ارزان و ایمن برای تغییر پتانسیل استراحت سلول‌های عصبی قشر مغز عمل می‌کند. تحریک آندی^{۱۰} میزان فعالیت مغز را افزایش می‌دهد و تحریک کاتدی^{۱۱} برعکس فعالیت را کاهش می‌دهد. tDCS عوارض جانبی

مصرف مواد از جمله شدیدترین مشکلاتی است که جوامع امروزی با آن مواجه هستند و هر روز بر دامنه آن نیز افزوده می‌شود. سوء مصرف مواد^۱ نه تنها به سلامت و رفتار افراد اثرات زیانباری دارد، بلکه با هزینه‌های بالای اجتماعی همراه است(۱). امروزه تعداد زیادی از افراد مبتلا به اختلالات مصرف مواد تشخیص داده شده‌اند و از عواقب جسمی، روانی، فرهنگی و اجتماعی ناشی از مواد رنج می‌برند(۲).

گزارش سالانه سازمان بهداشت جهانی^۲ تخمین می‌زند که حدود ۳۵ میلیون نفر در سراسر دنیا از اختلالات مصرف مواد رنج می‌برند درحالی‌که تنها یک نفر از ۷ نفر به درمان دسترسی دارد(۳). بر اساس برآوردها تعداد معتادان در ایران تقریباً ۲ میلیون و ۸۰۰ هزار نفر است که حدود ۴ و ۵ دهم درصد جمعیت فعال بین ۱۵ تا ۶۴ سال را تشکیل می‌دهد(۴).

اعتیاد به مواد این‌گونه مفهوم پردازشی شده است: نقطه پایان پیش‌رونده کنترل بر رفتارها، مصرف وسواس گونه مواد و ادامه دادن به این رفتارها علی‌رغم پیامدهای نامطلوب، همچنین اعتیاد به مواد ممکن است با فقدان کنترل اجرایی به عادت‌های مشوق ناسازگار همراه باشد(۵).

در این میان مخرب‌ترین ویژگی اعتیاد، عودهای مکرر پس از دوره‌های کوتاه و بلند قطع مصرف بوده و در این راستا ولع^۳ مصرف مواد به عنوان مهم‌ترین عامل در بازگشت به مصرف مطرح است. ولع مصرف در اعتیاد به مواد مخدر یک تظاهر رایج است و به عنوان "تمایل مبرم، فوری و غیرقابل جبران برای تسلیم در برابر ماده" تعریف شده است(۶). نظریه الگوی حساسیت مشوق^۴ که به الگوی سازگاری عصبی نیز معروف است ولع را ناشی از درگیری مدار عصبی، زیر لایه عصبی و سیستم‌های پاداش مغز می‌داند(۷) و ناحیه قشر پیش‌پیشانی پشتی - جانبی که در چرخه انگیزش، پاداش و تصمیم‌گیری دخالت دارد، از زمره نواحی دخیل در پدیده ولع بوده است(۸). تصویربرداری مغزی نشان می‌دهد

5. Dorsolateral prefrontal cortex
6. Neuropsychology
7. Executive Functions
8. Attention Control
9. Nucleus Accumbens
10. Anodal Stimulation
11. Cathodal Stimulation

1. Substance use disorder
2. World Health organization(WHO)
3. Craving
4. Reinforcement sensitivity theory

روش

طرح پژوهش: طرح پژوهش حاضر کاربندی بالینی کنترل شده تصادفی همراه با پیگیری دومه‌ه می‌باشد که در آن از یک گروه آزمایشی و یک گروه شم استفاده شد. روش درمان تحریک الکتریکی مغز از روی جمجمه (tDCS) ارائه شد و ولع مصرف مواد افیونی و انعطاف‌پذیری شناختی به عنوان متغیر وابسته محسوب شد.

آزمودنی‌ها: جامعه‌آماری پژوهش حاضر را مردان سوء مصرف‌کننده مواد با سابقه حداقل یک سال مصرف مواد افیونی (تریاک، هروئین، مرفین، کراک) تشکیل می‌دهند که به مراکز و کلینیک‌های ترک اعتیاد تهران مراجعه نموده‌اند. بدین ترتیب ۳۰ نفر از معتادان که حاضر به همکاری بودند و دارای ملاک‌های لازم برای ورود به پژوهش بودند با استفاده از نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند. ملاک‌های ورود به مطالعه شامل: دامنه سنی بین ۲۵ تا ۶۰ سال، حداقل سابقه ۱ سال مصرف مواد افیونی، دارای تحصیلات پنجم ابتدایی به بالا، افرادی که فقط مصرف مواد افیونی داشتند. ملاک خروج سابقه صرع یا تشنج، سابقه درمان با تحریک مکرر مغناطیسی برای هر اختلال، کاشت قطعات فلزی در ناحیه سر و گردن و ضربان‌ساز قلب، اختلالات روانشناختی حاد و مزمن به غیر از اعتیاد.

بعد از انتخاب و جایگزینی تصادفی ۱۵ نفر از آزمون‌ها در گروه آزمایش، تحریک الکتریکی مغز از روی جمجمه را دریافت کردند و ۱۵ نفر دیگر در گروه شم گمارده شدند.

ابزار

۱. پرسشنامه ولع مصرف: این پرسشنامه شامل ۱۴ سؤال با محوریت ولع توسط فرانکن، هندریکز، وان دن برینک (۲۰) طراحی شد. این پرسشنامه از مقیاس میل به الکل مشتق شده است که برای وابستگان به هروئین مورد استفاده قرار می‌گیرد. اما به علت توانایی سنجش کلی مواد، بعدها در سنجش ولع سایر مواد نیز به کار رفت. این پرسشنامه ولع مصرف را در لحظه حال مورد سنجش قرار می‌دهد و شامل خرده مقیاس تمایل و قصد به مصرف مواد، تقویت منفی، لذت و شدت فقدان کنترل می‌باشد. این پرسشنامه بر اساس مقیاس ۷ درجه‌ای لیکرت (کاملاً مخالف تا کاملاً موافق) از ۳- تا ۳+ تدوین شده است. آزمودنی به تناسب ولع خود به پرسش‌هایی که ولع زیادی را منعکس می‌کند با انتخاب

موقت کمی، از جمله خارش و سوزش در زیر الکترودها، سردرد و خستگی دارد (۱۶).

با توجه به آمارهای موجود، برنامه پیشگیری و بازتوانی زیادی برای اعتیاد طراحی و اجرا شده است ولی متأسفانه آمار اعتیاد خصوصاً در افرادی که سابقه ترک دارند همچنان بالاست (۱۷).

پژوهش‌ها نشان می‌دهد در درمان و پیشگیری از بازگشت سومصرف مواد حالت‌های هیجانی منفی و مثبت میل و وسوسه از مهمترین عوامل خطر اصلی بازگشت می‌باشند. در مجموع مداخله‌های کوتاه‌مدت، برای مثال چند هفته سم زدایی به صورت سرپایی و یا بستری شدن برای بیماران وابسته، مواد افیونی در پیگیری چند ماهه، آثار مثبت بسیار کم و محدودی داشته‌اند. رویکردهای اجتماعی و دارویی نیز اگرچه ضروری است، اما در درمان وابستگی به مواد، محدودیت و اثر متوسطی را نشان داده است (۱۸).

همچنین درخصوص اثربخشی و نقاط قوت و ضعف درمان‌های سومصرف مواد مطالعاتی انجام شده که با وجود اثرات مثبت در کاهش ولع و عود^۱ مصرف اثرات منفی نیز به دنبال داشته است. اکثر افرادی که مصرف مواد را ترک می‌کنند دچار وسوسه یا بازگشت می‌شوند و محتمل‌ترین زمان آن ۹۰ روز پس از زمان شروع ترک است. با توجه به ناکافی بودن روش‌های رایج درمان در اختلال وابستگی به مواد^۲ و با توجه به اینکه ولع یکی از مهمترین و اساسی‌ترین مشکلات پیش روی درمانگران در این حوزه درمانی و از چالش‌های مهم درمان است (۱۹)، و همچنین استفاده از داروهای آگونیستی عوارضی به دنبال دارد استفاده از روش غیرتهاجمی (tDCS) و انجام پژوهش‌های بیشتر را در این زمینه مشخص می‌کند. به همین منظور و با توجه به مطالب ذکر شده، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثربخشی تحریک الکتریکی مغز از روی جمجمه (tDCS)^۳ بر روی ولع و انعطاف‌پذیری شناختی^۴ و انتزاع^۵ وابستگان به مواد افیونی^۶ انجام گرفت.

1. Relapse
2. Drug addiction
3. Transcranial Direct Current Stimulation (TDCS)
4. Cognitive Flexibility
5. Abstraction
6. Opioid

تحریک الکتریکی مستقیم مغز tDCS روش غیرتهاجمی است که جریان خفیف الکتریکی را به صورت مستقیم وارد مغز می‌کند و قطب آند منجر به افزایش تحریک‌پذیری قشری و قطب کاتد منجر به کاهش تحریک‌پذیری قشری می‌گردد (۲۳). این پژوهش با توجه به پروتکل‌های جدید صورت گرفت که شدت جریان را ۲ میلی‌آمپر و تعداد کل جلسات را نیز معمولاً ۱۰ جلسه پیشنهاد می‌کنند. روش انجام آن بدین صورت بود که شروع جلسه آزمودنی روی صندلی راحتی می‌نشست و تحریک مستقیم الکتریکی انودال در ناحیه هدف قشر پیش‌پیشانی پشتی جانبی (DLPFC) صورت می‌گرفت. آزمودنی‌ها شدت جریان ۲ میلی‌آمپر با الکترودهایی به اندازه ۳۵ سانتی‌متر به مدت ۲۰ دقیقه دریافت می‌کردند. شایان ذکر است که جریان الکتریکی با شدت ۲ میلی‌آمپر بر سلامتی شرکت‌کنندگان اثر سوء ندارد (۲۴). گروه شم نیز مداخله شم دریافت نمود. بعد از اتمام جلسات مداخله، دوباره ابزارهای پژوهش طی پس‌آزمون در گروه آزمایش و شم مورد سنجش قرار گرفتند. لازم به ذکر است که مرحله پیگیری پس از دو ماه انجام گرفت. داده‌های گردآوری شده با استفاده از روش آماری تحلیل کوواریانس چند متغیری توسط نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. همچنین قبل از اجرای پژوهش به تمامی شرکت‌کنندگان مراحل پژوهش توضیح داده شد و محرمانه بودن اطلاعات و هویت آن‌ها مدنظر قرار گرفت.

یافته‌ها

به منظور تحلیل داده‌های به دست آمده در وهله اول از آمار توصیفی استفاده شد که نتایج میانگین و انحراف معیار نمرات متغیرهای کارکردهای اجرایی و ولج معروف در گروه‌های آزمایش و شم در سه مرحله پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری در جدول ۱ ارائه شده است.

گزینه ۳ که به معنی موافقت کامل با سؤال و به تناسب کم شدن نمرات به سمت ۳- سیر می‌کند که گزینه ۳- به معنی مخالفت کامل یا عدم ولج می‌باشد.

۲. آزمون دسته‌بندی کارت‌های ویسکانسین: این آزمون یکی از پر کاربردترین ابزار عصب روانشناختی است (۲۱).

در این پژوهش از فرم نرم‌افزاری دسته‌بندی کارت‌های ویسکانسین استفاده شد که توسط شاهقلیان و همکاران ساخته شده است به این صورت که چهار کارت اصلی آزمون شامل (یک مثلث قرمز، دو ستاره سبز، سه صلیب زرد، چهار دایره آبی) در بالای صفحه مانیتور به طور ثابت نمایش داده می‌شوند. هنگامی که یک کارت در قسمت پایین صفحه نمایش داده می‌شود آزمودنی باید تصمیم بگیرد که این کارت در زیر کدام کارت اصلی قرار می‌گیرد. بلافاصله بعد از پاسخ آزمودنی فیدبک صحیح یا غلط روی صفحه نمایش به شکل «درست» یا «نادرست» ظاهر می‌شود. الگوی مورد نظر برای ۴ کارت اصلی به ترتیب رنگ، شکل، تعداد، رنگ، شکل، تعداد می‌باشد. ابتدا الگوی رنگ حاکم است بعد از اینکه آزمودنی ۶ پاسخ صحیح متوالی داد، الگوی مورد نظر تغییر می‌کند. اما اگر این ۶ پاسخ پشت سر هم نباشد، الگوی رنگ تغییر نکرده و همچنان باقی می‌ماند. تا زمانی که آزمون ۶ پاسخ صحیح پی‌درپی بدهد. در این آزمون تعداد طبقات تکمیل شده، تعداد خطاهای درجا ماندگی، تعداد کل پاسخ‌های صحیح و غلط، تعداد کل کوشش‌ها، تعداد خطاها، مدت زمان اجرای آزمون ثبت می‌شود. دو مورد مهم یعنی تعداد طبقات تکمیل شده و تعداد خطاهای درج‌ماندگی به عنوان اصلی‌ترین شاخص‌های سنجش کنش‌های اجرایی از سوی اکثریت پژوهشگران در این حوزه پذیرفته شده است (۲۲).

روند اجرای پژوهش: پس از انتخاب و جایگزینی

آزمودنی‌ها در گروه آزمایش و شم، پیش‌آزمون مربوط به ابزارهای مورد استفاده سنجش ولج مصرف لحظه‌ای فرانکن و دسته‌بندی کارت‌های ویسکانسین^۱ به عمل آمد. قبل از پاسخ‌گویی آزمودنی‌ها به پرسشنامه‌ها، اطلاعات لازم در مورد اهداف پژوهش، پرسشنامه و نحوه پاسخ‌دهی به سؤالات، به آن‌ها داده شد. در مرحله مداخله برای گروه آزمایش از دستگاه tDCS به نام Neurostim2 استفاده شد.

1. Wisconsin

جدول ۱) شاخص‌های توصیفی انتزاع و ولع مصرف در گروه‌های آزمایش و گروه شم

پیش‌آزمون		پس‌آزمون		متغیرها	
میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
۱۵/۱۳	۹/۰۷	۷/۲۰	۵/۳۹	خطای درجا ماندگی	گروه tDCS
۲۳/۸۷	۸/۵۰	۱۴/۱۳	۷/۷۴	گروه شم	گروه شم
۲۴/۱۳	۸/۱۲	۳۷/۷۳	۶/۶۱	پاسخ درست	گروه tDCS
۲۱/۰۷	۶/۲۳	۲۳/۴۰	۷/۰۸	گروه شم	گروه شم
۳۵/۸۷	۸/۱۲	۲۰/۵۲	۷/۶۸	پاسخ نادرست	گروه tDCS
۳۸/۹۳	۶/۲۳	۳۵/۹۳	۷/۵۲	گروه شم	گروه شم
۳۴/۴۷	۲۴/۹۷	۹/۵۳	۴/۴۲	تعداد کل کوشش‌ها	گروه tDCS
۴۹/۳۳	۲۱/۷۶	۴۳/۸۷	۲۱/۳۸	گروه شم	گروه شم
۱/۲۷	۲/۴۶	۵	۲/۱۷	پاسخ سطح مفهوم	گروه tDCS
۰/۰۷	۰/۲۵	۰/۲۰	۰/۵۶	گروه شم	گروه شم
۱۶/۷۳	۴/۳۸	۶/۷۳	۲/۷۳	میل به مصرف	گروه tDCS
۱۱/۴۰	۳/۶۸	۱۱/۸۰	۳/۵۰	گروه شم	گروه شم
۲۲/۰۷	۴/۶۶	۸/۳۳	۳/۳۱	تقویت منفی	گروه tDCS
۱۵/۵۳	۵/۲۹	۱۵/۰۷	۴/۸۹	گروه شم	گروه شم
۲۳/۰۲	۲/۴۷	۱۸/۳۳	۲/۱۹	کنترل ادراک شده	گروه tDCS
۲۰/۶۷	۴/۳۰	۲۰/۲۷	۴/۵۷	گروه شم	گروه شم
۶۰/۵۳	۸/۶۴	۳۳/۹۳	۸/۴۸	ولع مصرف کلی	گروه tDCS
۵۲/۲۰	۱۰/۱۴	۵۱/۳۴	۹/۳۵	گروه شم	گروه شم

جدول ۲) آزمون لوین جهت بررسی همگن واریانس گروه‌ها در متغیرهای مورد مطالعه

متغیر	F	سطح معناداری
خطای درجا ماندگی	۰/۳۶	۰/۵۵
پاسخ درست	۱/۶۰	۰/۲۱
تعداد کل کوشش‌ها	۱/۰۶	۰/۱۶
پاسخ سطح مفهوم	۰/۰۳	۰/۸۷
میل به مصرف	۰/۴۰	۰/۵۷
تقویت منفی	۱/۶۰	۰/۳۱
کنترل ادراک شده	۱/۷۱	۰/۱۹
ولع مصرف کلی	۰/۱۴	۰/۸۶

با توجه به داده‌های حاصل از جدول ۳ به منظور مقایسه دو گروه از جهت هر یک از مؤلفه‌های ولع مصرف مواد، نتایج آزمون اثرات بین آزمودنی‌ها نشان می‌دهند که بین آزمودنی‌های دو گروه آزمایش و شم در نمرات پس‌آزمون هر سه مؤلفه ولع مصرف مواد یعنی میل مصرف، تقویت منفی، کنترل ادراک شده، تفاوت معناداری وجود دارد ($P < ۰/۰۰۱$) و همچنین به منظور مقایسه دو گروه از جهت هر یک از مؤلفه‌های خطا درجاماندگی، پاسخ درست پاسخ سطح مفهوم

همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود میانگین گروه tDCS در پیش‌آزمون در مؤلفه خطای درجا ماندگی (۱۵/۱۳)، پاسخ درست (۲۴/۱۳)، تعداد کل کوشش‌ها (۳۴/۴۷)، پاسخ سطح مفهوم (۱/۲۷) و در پس‌آزمون در مؤلفه خطای درجاماندگی (۷/۲۰)، پاسخ درست (۳۷/۷۳)، تعداد کل کوشش‌ها (۱۹/۵۳) پاسخ سطح مفهوم (۵) می‌باشد. همچنین جدول ۱ نشان می‌دهد میانگین گروه tDCS در پیش‌آزمون در مؤلفه میل به مصرف (۱۶/۷۳)، تقویت منفی (۲۲/۰۷)، کنترل ادراک شده (۲۳/۰۲)، ولع مصرف کلی (۶۰/۵۳) و در پس‌آزمون در مؤلفه میل به مصرف (۶/۷۳)، تقویت منفی (۸/۳۳)، کنترل ادراک شده (۱۸/۲۳)، ولع مصرف کلی (۳۳/۹۳) می‌باشد.

قبل از به کار بستن آزمون تحلیل کوواریانس چند متغیری جهت بررسی پیش‌فرض برای توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک استفاده شد که حاکی از طبیعی بودن توزیع داده‌ها بود. همچنین جهت بررسی همگنی پراکنش گروه‌ها از آزمون لوین استفاده شد و نتایج حاکی از رعایت این پیش فرض می‌باشد که نتایج آن در جدول ۲ آمده است.

در آزمون ویسکانسین بین آزمودنی های دو گروه آزمایش و شم در نمرات پس آزمون تفاوت معنی داری وجود دارد و همچنین در مرحله پیش آزمون با پیگیری تفاوت معناداری ($p < 0.05$) وجود ندارد.

جدول ۳) نتایج آزمون تحلیل واریانس چند متغیری برای ولع مصرف و انعطاف پذیری شناختی و انتزاع وابستگان به مواد افیونی در بین گروه های آزمایش و شم

آزمون ها	مقدار	درجه آزادی خطا	F	معنی داری	η^2
آزمون اثر پیلایی	۰/۴۸۵	۴۲	۷/۰۶۴	۰/۰۰۱	۰/۴۸۵
لامبدای ویلکز	۰/۲۶۳	۴۲	۷/۰۶۴	۰/۰۰۱	۰/۴۸۵
اثر هتلینگ	۱/۲۴۱	۴۲	۷/۰۶۴	۰/۰۰۱	۰/۴۸۵
بزرگترین ریشه روی	۱/۲۴۱	۴۲	۷/۰۶۴	۰/۰۰۱	۰/۴۸۵

پیش آزمون (نمره افتراقی) تفاوت معنی داری وجود دارد. برای بررسی اینکه گروه های آزمایش و شم در کدام یک از ولع مصرف و انعطاف پذیری شناختی و انتزاع با یکدیگر در جدول ۴ نتایج تحلیل کوواریانس تک متغیری گزارش شده است. در مجموع داده های حاصل از جدول ۴ حاکی از اثربخشی TDCS در کاهش سطح ولع مصرف و بهبود کارکردهای اجرایی در گروه آزمایش نسبت به گروه شم در افراد وابسته به افیون را می باشد.

نتایج جدول ۳ نشان می دهد، اثر گروه بر ترکیب ولع مصرف و انعطاف پذیری شناختی و انتزاع براساس اثر لامبدای ویلکز معنی داری است ($F=7.064, P<0.001, \eta^2=0.485$)؛ نتایج نشان می دهد که تفاوت بین دو گروه با توجه به متغیرهای وابسته در مجموع معنی دار است و میزان این تفاوت در جامعه ۴۸ درصد و در سطح بالا است. بنابراین بین گروه های آزمایش و شم از لحاظ ولع مصرف و انعطاف پذیری شناختی و انتزاع در پس آزمون نسبت به نمرات

جدول ۴) نتایج آزمون تحلیل کوواریانس تک متغیری بر روی متغیرهای مورد مطالعه

متغیر	SS	F	سطح معنی داری	اندازه اثر
میل به مصرف	۴۱۲/۸۰	۳۴/۱۸	۰/۰۱	۰/۶۱
تقویت منفی	۷۱۰/۱۵	۴۱/۶۸	۰/۰۱	۰/۶۶
کنترل ادراک شده	۸۰/۱۵	۲/۶۵	۰/۰۱	۰/۱۱
ولع مصرف کلی	۲۴۸/۶۰	۱۵/۱۶	۰/۰۱	۰/۴۱
خطا درجاماندگی	۵۷۰/۱۱	۲/۹۶	۰/۰۲	۰/۱۳
پاسخ درست	۷۴۹/۰۵	۴/۴۷	۰/۰۳	۰/۱۸
تعداد کل کوشش ها	۲۱۹۰/۶۹	۲/۱۴	۰/۰۸	۰/۰۹
پاسخ سطح مفهوم	۶۷/۰۵	۴/۲۵	۰/۰۰۳	۰/۱۶

جدول ۵) نتایج آزمون بونفرونی برای مقایسه دوه دوی میانگین ها

متغیرها	مراحل گروه ها	پیش آزمون - پس آزمون تفاوت میانگین ها Sig	پیش آزمون - پیگیری تفاوت میانگین ها Sig	پس آزمون - پیگیری تفاوت میانگین ها Sig
میل به مصرف	tDCS	-۳/۹۸ ۰/۰۰	-۳/۵۵ ۰/۰۰۱	۱/۰۱ ۰/۲۴
	شم	-۴/۱۸ ۰/۰۲	-۲/۹۱ ۰/۰۴	-۰/۲۶ ۰/۴۰
تقویت منفی	tDCS	-۲/۵۹ ۰/۰۱	-۸/۱۹ ۰/۰۰	-۴/۱۲ ۰/۰۵
	شم	-۱/۷۸ ۰/۰۰	-۵/۰۸ ۰/۰۱	۳/۲۵ ۰/۰۵

متغیر ها	مراحل گروه‌ها	پیش‌آزمون - پس‌آزمون تفاوت میانگین‌ها Sig	پیش‌آزمون - پیگیری تفاوت میانگین‌ها Sig	پس‌آزمون - پیگیری تفاوت میانگین‌ها Sig
ولع مصرف کلی	tDCS	-۷/۷۵	-۸/۳۸	۰/۲۵
	شم	-۴/۳۷	-۳/۳۷	۰/۷۱
		۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۱۸

بحث

هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر بخشی تحریک الکتریکی مستقیم مغز بر ولع مصرف مواد و انعطاف‌پذیری شناختی در افراد سوء مصرف‌کننده مواد افیونی بود. نتایج حاکی از تأثیر معنادار تحریک الکتریکی مستقیم مغز بر کاهش ولع مصرف مواد و بهبود انعطاف‌پذیری شناختی در افراد سوء مصرف‌کننده مواد دارد که این معناداری در سطح ۰/۰۱ معنادار می‌باشد.

نتایج حاضر از این پژوهش با پژوهش تروجک و همکاران (۲۵) مطابقت دارد نتایج پژوهش این پژوهشگران حاکی از ان بود اثرات تحریک الکتریکی فراقشری DLPFC کاهش معنادار ولع مصرف الکل را نشان می‌دهد همچنان نتایج مطالعه باتیسا و همکاران (۲۶) اثرات مثبت tDCS فعال در نمره‌های ولع مصرف را در بیماران معتاد کوکابین - کراک را نشان دادند.

در تحقیقات گارگ و همکاران (۲۷)، نشان داده شده است که اندازه اثر جلسات مکرر tDCS بر قشر جلوی مغز (آنود چپ/ کاتودال راست) بر کاهش ولع در بیماران مبتلا به اختلال وابستگی به مواد افیونی متوسط و نمی‌توانند تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های مداخله و شم در ولع مصرف گزارش دهند. برخی مطالعات کلاوس و همکاران (۲۸)، نیز نشان دادند که tDCS فعال آنودال که شواهد بیشتری در کاهش ولع مصرف در مطالعات مختلف را نشان می‌دهد نمی‌تواند بطور قابل توجهی میزان عود بیماران مبتلا به وابستگی به مواد افیونی را که در برنامه ۱ mmt^۱ ثبت نام کرده‌اند کاهش دهد. با این حال پژوهش وانگ و همکاران (۲۹)، با نتایج پژوهش حاضر همسو است پژوهشگران پروتکل درمانی tDCS را در بیماران معتاد به هروئین بررسی کردند، در حالیکه مدارهای دو طرفی جلویی - جانبی را هدف قرار داده، کاتدهاروی T₃ و T₄ و اندها روی O₁ و O₂ قرار دارند

(براساس سیستم ۱۰/۲۰ EEG) پس از درمان فعال، امتیازات قابل توجهی در کاهش ولع مصرف گزارش کردند. در مطالعه دیگر طارمیان و همکاران (۳۰)، اثر tDCS را در پیشانی قدیمی - خلفی (آنود راست - کاند چپ) بر میل به تریاک در گروهی از مصرف‌کنندگان تریاک بررسی کردند. این مطالعه نشان داد که tDCS فعال ولع مصرف را بطور قابل توجهی کاهش می‌دهد. مارتینونی و همکاران (۳۱) نیز همان پروتکل (آنودال راست / کاتودال چپ) را بر روی شرکت‌کنندگان با اختلال مصرف مواد و اختلال قمار اعمال کردند که در آن‌ها کاهش قابل توجهی از ولع مصرف را در گروه مداخله گزارش دادند. در همین راستا مطالعات شریفی فرد شاد و همکاران (۳۲)، اثرات tDCS فعال بر DLPFC را با پروتکل‌های آنودال راست و آنودال چپ با گروه شم مقایسه کردند و گزارش داد که tDCS فعال آند راست می‌تواند سطح ولع و ولع القایی و پایه مصرف‌کنندگان کراک - هروئین را کاهش دهد. بخشی از مطالعه داداشی و همکاران (۳۳) و ارکان و همکاران (۳۴) نیز اثر بخشی درمان تحریک الکتریکی مغز از روی جمجمه را بر کاهش ولع مصرف مت‌آمفتامین تأیید کرده است.

همچنین در جهت تبیین یافته‌ها می‌توان گفت شواهد تغییرات احتمالی ایجاد شده به وسیله تحریک الکتریکی فراقشری را ناشی از تأثیر بر انتقال دهنده‌های عصبی سلول‌های عصبی می‌دانند (۳۵). تحریک مکرر مغناطیسی به عنوان وسیله‌ای در پژوهش و درمان اختلال اعتیاد معرفی شده است به سبب تأثیری که در تحریک‌پذیری قشری و انتقال دهنده‌های دوپامینرژیک^۲ دارد.

در پژوهش‌های پیشین تحریک مکرر مغناطیسی فراقشری با فرکانس بالا در تغییر انتقال دهنده دوپامین و اثر تقویتی در ساختارهای زیر قشری ثابت شده است (۸). همچنین در راستای تبیین این نتایج می‌توان به نظریه الگوی حساسیت

2. Dopaminergic transmitters

1. Methadon Maintenance Therapy

است که تغییرات کارکردی در سیستم دوپامینی مزانسفال در نتیجه مصرف مزمن مواد فرد را به اختلال در انعطاف‌پذیری شناختی آسیب‌پذیر می‌سازد. نتایج مطالعه هماهنگ با یافته‌های پژوهش‌های پیشین در زمینه اثربخشی تحریک الکتریکی مستقیم مغز بر بهبود کارکرد اجرایی (انعطاف‌پذیری شناختی) می‌باشد.

این پژوهش شامل برخی محدودیت‌ها از جمله استفاده از روش نمونه‌گیری در دسترس بود. این مسئله امکان تعمیم یافته‌ها به جمعیت‌های دیگر را با محدودیت روبرو می‌کند. همچنین حجم نمونه پایین مطالعه تک جنسیتی و استفاده از ابزار خودگزارش دهی جمع‌آوری اطلاعات از جمله محدودیت‌های دیگر پژوهش حاضر می‌باشد. پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی در حجم نمونه بزرگ‌تر با به کارگیری پروتکل‌های مختلف و با تغییر تعداد جلسات tDCS بر روی زنان سوء مصرف‌کننده مواد انجام گیرد و مدت پیگیری طولانی لحاظ شود. از دیگر سو باید متذکر شد به زعم محققان تحریک الکتریکی مغز روشی سودمند و مؤثر در کاهش ولع مصرف و بهبود انعطاف‌پذیری شناختی و درمانی می‌باشد که با توجه به نتایج این پژوهش و سایر پژوهش‌ها پیشنهاد می‌شود به عنوان یک روش مداخله‌های در کنار سایر درمان‌های روانشناختی و دارویی مرسوم به کار گرفته شود. همچنین شناسایی مسیرهای دقیق نورولوژیکی با تصویرسازی تشدید مغناطیسی کارکردی و پی‌تی‌اسکن برای تعیین اثربخشی این روش می‌تواند کمک کننده باشد. تشکر و قدردانی: در پایان لازم است مراتب سپاسگزاری خود را از کلیه افرادی که ما را در تمامی مراحل پژوهش حاضر همراهی کردند بویژه شرکت‌کنندگان سوءمصرف مواد و حمایت مراکز و کلینیک‌های ترک اعتیاد تهران ابراز نمایم.

منابع

1. Ouzir M, Errami M. Etiological theories of addiction: A comprehensive update on neurobiological, genetic and behavioural vulnerability. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*. 2016;148:59-68. [Persian]
2. Lievens D, Vander Laenen F, Verhaeghe N, Putman K, Pauwels L, Hardyns W, et al. Economic consequences of legal and illegal drugs: The case of social costs in Belgium. *International Journal of Drug Policy*. 2017;44:50-7.
3. world Health Organisation. world Health Report on addiction and Hwalth. Geneva:WHO, 2019.

مشوق اشاره کرد که ولع مصرف را ناشی از درگیری مدار عصبی زیرلایه عصبی و سیستم پاداش مغز می‌داند. ایجاد تغییرات طولانی مدت در تحریک‌پذیری قشری روی انتقال دهنده عصبی دوپامین می‌تواند تبیینی برای نتایج بدست آمده باشد و مکانیسم‌های پایه ولع مصرف به علت حساسیت بالای دوپامین منجر به افزایش برجستگی مشوقی داروها می‌شود(۲۱).

همچنین وابستگی به دارو با نقایص وسیع ساختاری و کارکردی قشر پیش‌پیشانی مرتبط است که به صورت آسیب‌های وسیعی در عملکردهای عصب روانشناختی به ویژه در کارکردهای اجرایی معلوم شده است(۹). همسو با یافته‌های فوق نتایج مطالعه فرنگی و همکاران(۲۴) نشان داد که تحریک DLPFC در ارتقاء حافظه‌کاری افراد سالم و بیماران مبتلا به پارکینسون و افراد دچار افسردگی مؤثر است مطالعه بوجیو و همکاران(۳۶)، نشان داد تحریک DLPFC افراد مبتلا به آلزایمر سبب ارتقاء حافظه بازشناسی دیداری می‌شود. در این راستا پژوهش اورکی(۳۷) نیز نشان داد tDCS به بهبود حافظه کاری^۱ و کاهش شدت علائم افسردگی در افراد مبتلا به اختلال افسردگی مؤثر بوده است پژوهش متوکی و همکاران(۳۸) نشان داد که تحریک DLPFC توسط tDCS می‌تواند حل مسأله را ارتقا بخشد و نیز اعلام کرد تحریک آندی پره فرنتال سبب ارتقا مهارت تغییر توجه می‌شود. با توجه به مبانی نظری، انعطاف‌پذیری شناختی یکی از مؤثرترین فرآیندهای عملکردی شناختی محسوب می‌گردد که بر نقش آن در اعتیاد به سوء مصرف مواد تأکید شده است(۲).

همانطور که گفته شد یکی از مؤلفه‌های مهم کارکرد اجرایی انعطاف‌پذیری شناختی است که در نتیجه به دلیل وجود دوپامین پایین در منطقه قشر پیش‌پیشانی خلفی جانبی سمت چپ انعطاف‌پذیری شناختی کاهش می‌یابد. در پژوهشی که توسط پلونیا(۳۹) صورت گرفت نشان داد که تحریک الکتریکی مستقیم مغز در منطقه قشر پیش‌پیشانی خلفی جانبی سمت چپ باعث تحریک نورون‌های انتقال دهنده عصبی آن منطقه و افزایش دوپامین می‌شود که این امر موجب عملکرد بهتر در کارکرد اجرایی (انعطاف‌پذیری شناختی) خواهد شد. فرض اساسی محققان در این باره این

1. Working Memory

- randomized, sham-controlled study. *Basic and clinical neuroscience*. 2019;10(1):59. [Persian]
16. Fertonani A, Ferrari C, Miniussi C. What do you feel if I apply transcranial electric stimulation? Safety, sensations and secondary induced effects. *Clinical Neurophysiology*. 2015;126(11):2181-8.
 17. Nelson JT, McKinley RA, Golob EJ, Warm JS, Parasuraman R. Enhancing vigilance in operators with prefrontal cortex transcranial direct current stimulation (tDCS). *Neuroimage*. 2014;85:909-17.
 18. Miller PM, Book SW, Stewart SH. Medical treatment of alcohol dependence: a systematic review. *The International Journal of Psychiatry in Medicine*. 2011;42(3):227-66.
 19. Carroll KM, Onken LS. Behavioral therapies for drug abuse. *American Journal of Psychiatry*. 2005;162(8):1452-60.
 20. Franken IH, Hendriks VM, van den Brink W. Initial validation of two opiate craving questionnaires: the Obsessive Compulsive Drug Use Scale and the Desires for Drug Questionnaire. *Addictive behaviors*. 2002;27(5):675-85.
 21. Goldstein RZ, Volkow ND. Drug addiction and its underlying neurobiological basis: neuroimaging evidence for the involvement of the frontal cortex. *American Journal of Psychiatry*. 2002;159(10):1642-52.
 22. Shahgholian M, Azadfallah P, Fathi-Ashtiani A, Khodadadi M. Design of the Wisconsin Card Sorting Test (WCST) computerized version: Theoretical fundamental, developing and psychometrics characteristics. *Clinical Psychology Studies*. 2012;1(4):110-34. [Persian]
 23. Nitsche MA, Liebetanz D, Antal A, Lang N, Tergau F, Paulus W. Modulation of cortical excitability by weak direct current stimulation—technical, safety and functional aspects. *Supplements to Clinical neurophysiology*. 2003;56:255-76.
 24. Fregni F, Liguori P, Fecteau S, Nitsche MA, Pascual-Leone A, Boggio PS. Cortical stimulation of the prefrontal cortex with transcranial direct current stimulation reduces cue-provoked smoking craving: a randomized, sham-controlled study. *Journal of Clinical Psychiatry*. 2008;69(1):32-40.
 25. Trojak B, Soudry-Faure A, Abello N, Carpentier M, Jonval L, Allard C, et al. Efficacy of transcranial direct current stimulation (tDCS) in reducing consumption in patients with alcohol use disorders: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2016;17(1):1-8.
 26. Batista EK, Klauss J, Fregni F, Nitsche MA, Nakamura-Palacios EM. A randomized placebo-controlled trial of targeted prefrontal cortex modulation with bilateral tDCS in patients with crack-cocaine dependence. *International Journal of Neuropsychopharmacology*. 2015;18(12):pyv066.
 27. Garg H, Verma R, Balhara Y, Sarkar S, Kumar S, Kumar N, et al. Effect of targeted prefrontal cortex modulation with bilateral transcranial direct
 4. Amirabadizadeh A, Nezami H, Vaughn MG, Nakhaee S, Mehrpour O. Identifying risk factors for drug use in an Iranian treatment sample: A prediction approach using decision trees. *Substance use & misuse*. 2018;53(6):1030-40. [Persian]
 5. Belin D, Belin-Rauscent A, Murray JE, Everitt BJ. Addiction: failure of control over maladaptive incentive habits. *Current opinion in neurobiology*. 2013;23(4):564-72.
 6. Grall-Bronnec M, Sauvaget A. The use of repetitive transcranial magnetic stimulation for modulating craving and addictive behaviours: a critical literature review of efficacy, technical and methodological considerations. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2014;47:592-613.
 7. George MS, Anton RF, Bloomer C, Teneback C, Drobos DJ, Lorberbaum JP, et al. Activation of prefrontal cortex and anterior thalamus in alcoholic subjects on exposure to alcohol-specific cues. *Archives of general psychiatry*. 2001;58(4):345-52.
 8. Camprodon JA, Martínez-Raga J, Alonso-Alonso M, Shih M-C, Pascual-Leone A. One session of high frequency repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) to the right prefrontal cortex transiently reduces cocaine craving. *Drug and alcohol dependence*. 2007;86(1):91-4.
 9. da Silva MC, Conti CL, Klauss J, Alves LG, do Nascimento Cavalcante HM, Fregni F, et al. Behavioral effects of transcranial direct current stimulation (tDCS) induced dorsolateral prefrontal cortex plasticity in alcohol dependence. *Journal of Physiology-Paris*. 2013;107(6):493-502.
 10. Fernandez-Serrano MJ, Pérez-García M, Schmidt Río-Valle J, Verdejo-García A. Neuropsychological consequences of alcohol and drug abuse on different components of executive functions. *Journal of psychopharmacology*. 2010;24(9):1317-32.
 11. Zhao M, Fan C, Du J, Jiang H, Chen H, Sun H. Cue-induced craving and physiological reactions in recently and long-abstinent heroin-dependent patients. *Addictive behaviors*. 2012;37(4):393-8.
 12. Ardila A. On the evolutionary origins of executive functions. *Brain and cognition*. 2008;68(1):92-9.
 13. Heeren A, Baeken C, Vanderhasselt M-A, Philippot P, De Raedt R. Impact of anodal and cathodal transcranial direct current stimulation over the left dorsolateral prefrontal cortex during attention bias modification: an eye-tracking study. *PLoS One*. 2015;10(4):e0124182.
 14. Luigjes J, Segrave R, de Joode N, Figue M, Denys D. Efficacy of invasive and non-invasive brain modulation interventions for addiction. *Neuropsychology review*. 2019;29(1):116-38.
 15. Talimkhani A, Abdollahi I, Mohseni-Bandpei MA, Ehsani F, Khalili S, Jaberzadeh S. Differential effects of unihemispheric concurrent dual-site and conventional tDCS on motor learning: A

- solving by anodal tDCS of the left dorsolateral prefrontal cortex. *Brain Stimulation*. 2012;5(2):110-5.
39. Plewnia C, Zwissler B, Längst I, Maurer B, Giel K, Krüger R. Effects of transcranial direct current stimulation (tDCS) on executive functions: influence of COMT Val/Met polymorphism. *Cortex*. 2013;49(7):1801-7.
- current stimulation (tDCS) in reducing craving in patients with opioid dependence: a case controlled trial. *Brain Stimulation: Basic, Translational, and Clinical Research in Neuromodulation*. 2019;12(2):408.
28. Klauss J, Anders QS, Felipe LV, Ferreira LVB, Cruz MA, Nitsche MA, et al. Lack of effects of extended sessions of transcranial direct current stimulation (tDCS) over dorsolateral prefrontal cortex on craving and relapses in crack-cocaine users. *Frontiers in pharmacology*. 2018;9:1198.
29. Wang Y, Shen Y, Cao X, Shan C, Pan J, He H, et al. Transcranial direct current stimulation of the frontal-parietal-temporal area attenuates cue-induced craving for heroin. *Journal of psychiatric research*. 2016;79:1-3.
30. Taremian F, Nazari S, Moradveisi L, Moloodi R. Transcranial direct current stimulation on opium craving, depression, and anxiety: a preliminary study. *The journal of ECT*. 2019;35(3):201-6. [Persian]
31. Martinotti G, Lupi M, Montemitro C, Miuli A, Di Natale C, Spano MC, et al. Transcranial direct current stimulation reduces craving in substance use disorders: a double-blind, placebo-controlled study. *The journal of ECT*. 2019;35(3):207-11.
32. Sharifi-Fardshad M, Mehraban-Eshthardi M, Shams-Esfandabad H, Shariatirad S, Molavi N, Hassani-Abharian P. Modulation of drug craving in crystalline-heroin users by transcranial Direct Current stimulation of dorsolateral prefrontal cortex. *Addiction & health*. 2018;10(3):173. [Persian]
33. Dadashi M, Bastami S, Eskandari Z. Effectiveness of Anodal Transcranial Direct Current Stimulation(tDCS) over left Dorsolateral Prefrontal cortex on drug Craving and Attentional bias Symptoms in Opium Addicted Males. *Journal of Advances in Medical and Biomedical Research*. 2017;25(112):59-71. [Persian]
34. Arkan A, Yaryari F. The effect of transcranial direct current stimulation (TDCS) on the working memory in healthy people. *Journal of Cognitive Psychology*. 2014;2(2):10-7. [Persian]
35. Ziemann U. TMS induced plasticity in human cortex. *Reviews in the Neurosciences*. 2004;15(4):253-66.
36. Boggio PS, Sultani N, Fecteau S, Merabet L, Mecca T, Pascual-Leone A, et al. Prefrontal cortex modulation using transcranial DC stimulation reduces alcohol craving: a double-blind, sham-controlled study. *Drug and alcohol dependence*. 2008;92(1-3):55-60.
37. Oraki M, Faraji R, Zare H, Nejat V. The effectiveness of transcranial direct current stimulation (TDCS) on executive functions of war survivors who suffer from PTSD. *Neuropsychology*. 2018;3(11):103-14. [Persian]
38. Metuki N, Sela T, Lavidor M. Enhancing cognitive control components of insight problems