

اثربخشی تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای مغز (tDCS) بر حافظه فعال و ولع مصرف معتادین تحت درمان نگهدارنده

مصطفی نیکفرد^۱، مجتبی رجب‌پور^۲

چکیده

پژوهش حاضر باهدف بررسی اثربخشی درمان تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS) بر حافظه کاری و ولع مصرف بیماران تحت درمان اعتیاد انجام پذیرفت. روش: جامعه آماری پژوهش حاضر متشکل از تمامی مردان وابسته به مواد مخدر مراجعه‌کننده به مراکز ترک اعتیاد شهر سمنان در شش ماهه اول سال ۱۴۰۲ بود. که تعداد ۳۰ نفر به شکل نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند. این افراد به شکل تصادفی در دو گروه آزمایش و کنترل قرار گرفتند. افراد گروه آزمایش در ۱۰ جلسه‌ی ۲۰ دقیقه‌ای تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای مغز با دستگاه tDCS شرکت کردند. ابزار اجرای پژوهش حاضر شامل پرسشنامه حافظه‌ی فعال والات ازوی و پرسشنامه ولع مصرف فدردی بود. که هر دو گروه در پیش‌آزمون و پس‌آزمون تکمیل کردند. افراد گروه کنترل هیچ مداخله اضافه‌ای جدا از روند درمان معمول دریافت نکردند. داده‌ها با استفاده از آزمون تحلیل کوواریانس در نرم‌افزار SPSS ورژن ۲۶ موردنبررسی قرار گرفت. یافته‌ها: با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر، بین دو گروه آزمایش و کنترل در شاخص حافظه‌ی فعال و ولع مصرف تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($p < 0.05$). نتیجه‌گیری: درمان تحریک الکتریکی مستقیم مغز (tDCS) منجر به بهبود حافظه‌ی فعال و کاهش ولع مصرف در بیماران تحت درمان نگهدارنده می‌شود.

کلمات کلیدی: حافظه‌ی فعال، ولع مصرف، تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای مغز، معتاد

^۱دانشجوی کارشناسی ارشد روانشناسی بالینی، واحد سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی، سمنان، ایران

^۲دکترای روانشناسی، مرکز تحقیقات فیزیولوژی دانشگاه علوم پزشکی سمنان (نویسنده مسئول) mj_rajabpour@yahoo.com

مقدمه

اعتیاد یک اختلال مغزی مزمن و عودکننده است که با مصرف اجباری و تمایل به مصرف مواد باوجود پیامدهای نامطلوب آن مشخص می‌شود، عمیقاً بر روابط شخصی و رفاه عاطفی تأثیر می‌گذارد و افراد و جوامع آن‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد (لوئیجس و همکاران^۱، ۲۰۱۹). ولع مصرف مواد مخدر یکی از مشکلات عمدۀ در درمان اعتیاد محسوب می‌شود که با افزایش خطر بازگشت به مصرف مواد همراه است. ولع مصرف به عنوان تمایل پایدار به مواد و نیز به عنوان تجربه یک اشتیاق و میل شدید یا اجباری به مصرف مواد تعریف شده است (کاویچیولی و همکاران^۲). تحقیقات تصویربرداری عصبی نواحی مختلفی از مغز را نشان داده که در ولع مصرف مواد نقش دارند؛ در میان آن‌ها قشر پیش پیشانی پشتی جانبی (DLPFC) یکی از بخش‌های مهم است. قشر پیش پیشانی پشتی جانبی در پاداش، انگیزه و تصمیم‌گیری دخالت دارد و مدارهای آن بسترهای را برای ادغام اطلاعات شناختی و انگیزشی مرتبط و کنترل بازدارنده بر گزینه‌های اغواکننده که وعده پاداش فوری را در خود دارند، فراهم می‌کند (کوب و ولکوف^۳، ۲۰۱۶). ولع می‌تواند تنها با نشانه‌های محیطی، مستقل از حالت پرهیز، القا شود (علم، کار و دلال^۴، ۲۰۲۱). پرهیز موفقیت‌آمیز به طور مداوم با ظرفیت مقاومت در برابر ولع مصرف مرتبط است. بنابراین، کاهش ولع مصرف و یا توانایی مقاومت در برابر ولع، ممکن است اهداف حیاتی و نتایج درمانی عده را در همه اعتیادها نشان دهد (جاکوبیک و همکاران^۵، ۲۰۲۲). تصور می‌شود که تعادل بین سیستم‌های انعکاسی (یعنی تصمیم‌گیری، اجرایی) و انعکاسی (یعنی پاداش دار، تکانشی) رفتار مرتبط با مواد مخدر و به طور کلی تر، رفتار مرتبط با پاداش و پاسخ به ولع مصرف را تنظیم می‌کند (آنتون، برند و پوتزا^۶، ۲۰۲۰). سیستم بازتابی کنترل از بالا به پایین را بر سیستم تکانشی اعمال می‌کند، بنابراین احساسات و حالات عاطفی را تنظیم می‌کند. با این حال، تصمیم‌گیری فرآیند پیچیده‌ای است که نیاز به یکپارچه‌سازی اطلاعات دارد و بنابراین می‌تواند تحت تأثیر سیستم بازتابی قرار گیرد. مصرف مزمن دارو، بیش فعالی و حساسیت بیش از حد سیستم انعکاسی را تسهیل می‌کند و بر سیستم بازتابی غلبه می‌کند. این مدل عصبی شناختی قویاً مبتنی بر سازمان عصبی آناتومیکی سیستم پاداش است (لی و همکاران^۷، ۲۰۲۱). حافظه کاری به عنوان حفظ اطلاعات در ذهن (به عنوان مثال آنلاین) و دستکاری ذهنی یا استفاده از آن اطلاعات برای هدایت انتخاب پاسخ تعریف می‌شود. به عبارت دیگر حافظه کاری به توانایی فرد برای نگهداری موقت و دستکاری اطلاعات به منظور تکمیل وظایفی که نیازمند توجه مداوم و تلاش ذهنی است، اشاره دارد (فیتزپاتریک و همکاران^۸، ۲۰۲۰). این یک جزء حیاتی از عملکرد اجرایی است و در تصمیم‌گیری، حل مسئله و تعیین هدف مؤثر است که به نوبه خود نقش بسزایی در حفظ اعتیاد و اثربخشی مداخلات درمانی دارد. حافظه کاری که مسئول ذخیره‌سازی و دستکاری کوتاه‌مدت اطلاعات است، اغلب در افراد مبتلا به اختلالات مصرف مواد مختلط می‌شود و به مشکلاتی در مقاومت در برابر هوس‌ها و حفظ پرهیز کمک می‌کند (دنگ و همکاران^۹، ۲۰۲۱).

در حال حاضر درمان اختلالات اعتیادی شامل مداخلات روانی اجتماعی به تنها یا همراه با مداخلات دارویی است (مک‌هیو و همکاران^{۱۰}، ۲۰۱۰). با این حال، مشابه اثربخشی درمان‌ها برای سایر اختلالات روان‌پزشکی، این درمان‌ها تنها با نرخ عود ۵۰ درصد در عرض ۱ سال پس از درمان به طور متوسط مؤثر هستند (براندون و همکاران^{۱۱}، ۲۰۰۷؛ اودجانس و همکاران^{۱۲}، ۲۰۱۲). در تلاشی برای بهبود درمان کنونی اختلالات اعتیادآور، تغییر عصبی غیرتهراجمی به عنوان یک درمان اضافی جدید مورد توجه

¹ Luigjes et al

² Cavicchioli et al

³ Koob & Volkow

⁴ Alam, Kar & Datal

⁵ Jakubiec et al

⁶ Antons, Brand & Potenza

⁷ Li et al

⁸ Fitzpatrick et al

⁹ Deng et al

¹⁰ McHugh et al

¹¹ Brandon et al

¹² Oudejans et al

قرار گرفته است (جانسن و همکاران^۱، ۲۰۱۳). چندین تکنیک تغییر کننده عصبی غیر تهاجمی اثرات شناختی و بالینی امیدوار کننده ای را در درمان اختلال مصرف مواد نشان داده اند (هون بلنچت و همکاران^۲، ۲۰۱۵). تحریک جریان مستقیم ترانس کرaniال (tDCS) یک تکنیک تحریک مغز غیر تهاجمی، ایمن و قابل تحمل است (زو و همکاران^۳، ۲۰۲۱) که از الکترودهای پوست سر برای انتقال جریان مستقیم ثابت و کم دامنه به نواحی سطحی خاص قشر مغز استفاده می کند. علیرغم توسعه اخیر تحریک جریان مستقیم ترانس کرaniال با کیفیت بالا، که شامل استفاده از پنج الکترود برای افزایش دقیقت است، استفاده اولیه هنوز بر دو الکترود متکی است (علی زاده گورادل، ۲۰۲۱). این تکنیک بسته به نورون های هدف می تواند تحریک کاتدی یا آندال را اعمال کند و هر نوع تحریک با اثرات عصبی فیزیولوژیکی متفاوتی همراه است (فیلیپ و همکاران^۴، ۲۰۱۷). تحریک جریان مستقیم ترانس کرaniال می تواند انعطاف پذیری سیناپسی را افزایش دهد، تحریک پذیری قشر مغز را تعديل کند و اتصال عملکردی بین نواحی مغز را تغییر دهد، بنابراین اثرات تسهیل کننده یا بازدارنده بر رفتارهای مختلف اعمال می کند (فونتنو و همکاران^۵، ۲۰۱۸).

مطالعات رفتارهای اعتیادآور با استفاده از تحریک مستقیم ترانس کرaniال مغز باهدف افزایش شلیک عصبی قشر پیش پیشانی پشتی جانبی در هر دو نیمکره چپ (دن ویل، گلدوبیل و ویرز^۶، ۲۰۱۶) و نیمکره راست مغز (کلاوس و همکاران^۷، ۲۰۱۴) نتایج بالینی مهمی را گزارش کردند. این پیامدها شامل درک بهتر کلی از کیفیت زندگی (باتیستا و همکاران^۸، ۲۰۱۵)، کاهش ولع (سانگ و همکاران^۹، ۲۰۱۹)، افزایش کنترل اجرایی (علیزاده گورداش و همکاران، ۲۰۲۰) و کاهش مواد از (واندهاسلت و همکاران^{۱۰}، ۲۰۲۰) بودند. در مورد عود الكل، تحریک مستقیم ترانس کرaniال قشر پیش پیشانی پشتی جانبی کاتدال چپ راست آندال خطر عود را در طی شش ماه پس از دو جلسه ۱۳ دقیقه ای در روز طی پنج روز متوالی در پیگیری سه ماهه و ۱۰ جلسه روزانه ۲۰ دقیقه ای در شش ماه پس از ترخیص کاهش می دهد (کلاوس و همکاران^{۱۱}، ۲۰۱۸). با توجه به رابطه علی بین تأثیر tDCS بر عملکرد اجرایی و عود، نتایج مختلط است که از نتیجه گیری قوی جلوگیری می کند (شالتر و همکاران^{۱۲}، ۲۰۱۸). علاوه بر این، پنج جلسه tDCS پیش پیشانی که برای شرکت کنندگان مبتلا به اختلالات مصرف مواد، اتصال عملکردی زیر شبکه های مربوط به نواحی پیش پیشانی را افزایش می دهد، پدیده ای که با کاهش احتمال عود و تکانش گری مرتبط است (هولا و همکاران^{۱۳}، ۲۰۲۰). همچنین، یکی از راه های افزایش اثربخشی تحریک مغز، ترکیب tDCS با مداخلات روان شناختی (مانند آموزش شناختی، روان درمانی) است (ددانکر و همکاران^{۱۴}، ۲۰۲۱). دلایل متعددی برای ترویج مداخلات ترکیبی برای درمان رفتارهای اعتیادآور وجود دارد. اول، مداخلات روان شناختی (به عنوان مثال، آموزش شناختی) و تعديل عصبی می توانند به طور مثبت بر مکانیسم های متمایز در رفتارهای اعتیادآور تأثیر بگذارند (نوئل و همکاران^{۱۵}، ۲۰۱۹).

در حالی که تحقیقات قبلی نشان داده است که tDCS فعالیت عصبی را در مناطق خاصی از مغز تعديل می کند، اطلاعات کمی در مورد اینکه چگونه این تغییرات به بهبود عملکرد شناختی و کاهش ولع مصرف می شوند، شناخته شده است. بنابراین، تحقیقات بیشتر در مورد مکانیسم های عصبی در گیر برای به دست آوردن درک عمیق تر از فرآیندهای اساسی و اطلاع رسانی مداخلات

¹ Jansen et al

² Hone-Blanchet et al

³ Zhou et al

⁴ Felipe et al

⁵ Fonteneau et al

⁶ den Uyl, Gladwin& Wiers

⁷ Klauss et al

⁸ Batista et al

⁹ Song et al

¹⁰ Vanderhasselt et al

¹¹ Klauss et al

¹² Schluter et al

¹³ Holla et al

¹⁴ Dedoncker et al

¹⁵ Noël et al

آینده با استفاده از tDCS برای درمان اعتیاد ضروری است. علاوه بر این، تحقیقات بیشتری برای تعیین پارامترهای بهینه و دوز tDCS برای تقویت حافظه کاری و کاهش میل در این جمعیت موردنیاز است، زیرا این عوامل ممکن است بسته به ویژگی‌های فردی و مرحله بهبودی از اعتیاد متفاوت باشد. علاوه بر این اکثر پژوهش‌های صورت گرفته به بررسی اثربخشی tDCS بر معتمدین پرداخته و پژوهش‌های اندکی به بررسی این مداخله بر معتمدین تحت درمان نگهدارنده پرداخته است. بنابراین پژوهش حاضر باهدف بررسی اثربخشی تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای مغز tDCS بر حافظه فعال و ولع مصرف معتمدین تحت درمان نگهدارنده انجام شد.

روش

روش پژوهش نیمه آزمایشی از نوع پیش‌آزمون- پس‌آزمون با گروه کنترل بود. جامعه آماری پژوهش حاضر متشکل از تمامی مردان وابسته به مواد مخدر مراجعه‌کننده به مراکز ترک اعتیاد شهر سمنان در ششماهه اول سال ۱۴۰۲ بود. با توجه به اینکه حداقل تعداد نمونه در مطالعات نیمه آزمایشی برای هر گروه ۱۵ نفر پیشنهادشده است (دلاور، ۱۳۹۰)، در پژوهش حاضر از بین جامعه موردنظر ۳۰ نفر به عنوان نمونه انتخاب شدند. این افراد که در مراکز درمان دارویی شهر سمنان تحت درمان داروی نگهدارنده متادون قرار داشتند به شکل در دسترس انتخاب شده و با استفاده از گمارش تصادفی به دو گروه ۱۵ نفری آزمایش و کنترل تقسیم شدند. معیارهای ورود شامل رضایت آگاهانه، داشتن حداقل تحصیلات ابتدایی، عدم مصرف مواد مخدر، استفاده از روش درمان نگهدارنده، سن بین ۲۰ تا ۶۰ سال و جنسیت مرد بود. افراد حاضر در گروه آزمایش تعداد ده جلسه تحریک جریان الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای دریافت کردند. برای تحریک الکتریکی از دستگاه OASIS PRO WITH tDCS از شرکت MIND ALIVE استفاده شد. آزمودنی‌ها در این گروه به صورت یک روز در میان به مدت ده جلسه در جلسات درمان شرکت کردند. الکترود آند در ناحیه خلفی جانبی قشر پیش‌پیشانی چپ و الکترود کاتد در ناحیه خلفی جانبی قشر پیش‌پیشانی راست قرار گرفت. جریانی مستقیم در مدت زمان ۲۰ دقیقه و با شدت ۲ میلی‌آمپر از طریق الکترود وارد قشر مخ گردید. گروه کنترل برنامه درمان معمول خود را ادامه دادند و مداخله دیگری دریافت نکردند. افراد هر دو گروه در پیش‌آزمون و پس‌آزمون پرسشنامه‌های حافظه‌ی فعال و ولع مصرف را تکمیل کردند.

این پژوهش دارای کد اخلاق IR.IAU.SEMNAN.REC.1402.052 و کد ثبت شده IRCT20230816059170N1 در سامانه کارآزمایی‌های بالینی می‌باشد.

ابزار پژوهش

پرسشنامه عملکرد حافظه فعال: این پرسشنامه توسط والات ازووی^۱ و همکاران (۲۰۱۲) برای سنجش عملکرد و کارکرد حافظه فعال در افراد بزرگ‌سال به منظور ارزیابی مشکلات مرتبط با حافظه‌ی فعال تهیه و تنظیم شده است. این پرسشنامه دارای ۳۰ گویه بود که در ایران توسط ارجمند نیا، لواسانی، حاجیان و ملکی (۱۳۹۶) مورد روایی سنجی قرار گرفت و تعداد گویه‌ها به ۲۸ عدد کاهش یافت. این پرسشنامه دارای سه مؤلفه یا خرده مقیاس انباشت کوتاه‌مدت، توجه و جنبه‌های اجرایی می‌باشد. نمره-گذاری این پرسشنامه با استفاده از طیف ۵ درجه‌ای لیکرت از اصلًا ۰ تا به شدت = ۴ می‌باشد. با توجه به نمره گذاری پرسشنامه، نمرات بالا به مشکلات بیشتر در حافظه‌ی فعال مربوط می‌شود. والات ازووی (۲۰۱۲) نشان دادند که پرسشنامه عملکرد حافظه فعال از همسانی درونی قابل قبولی برخوردار است (۰/۸۹) پایابی خرده مقیاس‌های توجه، انباشت و کنترل اجرایی به ترتیب ۰/۶۳ و ۰/۶۶ بوده است.

آزمون سنجش شدت ولع مصرف: پرسشنامه سنجش وسوسه مصرف مواد پس از ترک توسط فدردی، بر عرفان و ضیایی (۲۰۰۸) ساخته شده است که از ۲۰ گویه تشکیل شده است که به منظور سنجش میزان افکار و خیالات مربوط به مواد و وسوسه مصرف بکار می‌رود. نمره گذاری پرسشنامه به صورت طیف لیکرت ۶ نقطه‌ای (کاملاً درست است = ۵ و اصلًا درست نیست = ۰) می‌باشد. ضریب آلفای کرونباخ این پرسشنامه در پژوهش ملکی راد و همکاران (۱۴۰۱) ۰/۷۹ گزارش شده است.

تحلیل داده‌های پژوهش با استفاده از آزمون‌های آماری تحلیل کووارانس در نرم‌افزار SPSS ورژن ۲۶ انجام پذیرفت.

¹ Vallat-Azouvi

مافته‌ها

شرکت کنندگان در این پژوهش ۲۲ مرد تحت درمان نگهدارنده با میانگین سنی 39 ± 12 بودند. ۵ نفر از این افراد دارای مدرک تحصیلی زیر دیپلم، ۱۲ نفر کاردانی و ۳ نفر مدرک تحصیلی کارشناسی بودند. همچنین ۱۹ نفر از این افراد متأهل و ۳ نفر مجرد بودند.

جدول شماره ۱: مقادیر آمار توصیفی حافظه‌ی فعال و لوع مصرف

کنترل				آزمایش				متغیر
پس آزمون		پیش آزمون		پس آزمون		پیش آزمون		
انحراف	میانگین	انحراف	میانگین	انحراف	میانگین	انحراف	میانگین	
معیار	معیار	معیار	معیار	معیار	معیار	معیار	معیار	
۸/۲۶	۲۱/۵۴	۹/۳۱	۲۲/۷۲	۵/۶۸	۱۸/۰۹	۱۰/۰۳	۲۱/۹۰	ذخیره کوتاه مدت
۸/۶۷	۲۳/۲۷	۸/۴۸	۲۴/۲۷	۵/۴۷	۲۱/۰۰	۹/۱۳	۲۵/۸۱	توجه
۸/۷۶	۲۱/۶۳	۹/۵۰	۲۲/۶۳	۵/۲۱	۱۸/۲۷	۶/۷۸	۲۰/۴۵	جنبهای اجرایی
۳/۵۸	۳۶/۸۷	۳/۱۱	۳۳/۰۰	۴/۰۷	۱۹/۲۸	۴/۳۱	۳۵/۱۴	ولع مصرف

برای بررسی تفاوت گروه‌ها از آزمون تحلیل واریانس استفاده گردید. شرط نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون اسمیرنوف کلموگروف، فرض همگنی ماتریس‌های کوواریانس با استفاده از آزمون ام باکس و شرط برابری خطای واریانس‌ها با استفاده از آزمون لوین مورد بررسی قرار گرفت و تمامی مفروضه‌های کوواریانس تأیید شد. نتایج تحلیل کوواریانس در جداول ۲ و ۳ آمده است.

جدول شماره‌ی ۲: نتایج تحلیل کوواریانس چند متغیری حافظه‌ی فعال و لوع مصرف

نام آزمون	مقدار	مقدار آماره F	درجه آزادی فرضیه	درجه آزادی خطای معناداری	سطح محدود اثنا
آزمون اثر پیلابی	۰/۸۲	۲/۹۵	۸	۳۴	۰/۰۱۳
آزمون لامبادای ویلکز	۰/۲۰	۴/۸۵	۸	۳۲	۰/۰۰۱
آزمون اثر هتلينگ	۳/۷۸	۷/۰۸	۸	۳۰	۰/۰۰۱
بزرگترین ریشه روی	۳/۷۸	۱۵/۹۳	۴	۱۷	۰/۰۰۱

جدول شماره ۳: نتایج آزمون تحلیل، کوواریانس، جهت مقاسه حافظه، فعال، سن دو گروه

منبع	مؤلفه	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات آماره F	مقدار آماره	سطح معناداری
گروههای پیش آزمون	ذخیره کوتاه مدت	۷۹۵/۷۰	۲	۳۹۷/۸۵	۲۷/۴۳	۰/۰۰۱
توجه	جنبهای اجرایی	۸۶۱/۶۱	۲	۴۳۰/۸۰	۳۷/۳۸	۰/۰۰۱
ولع مصرف	ولع	۹۰۰/۹۸	۲	۴۵۰/۴۹	۴۲/۳۷	۰/۰۰۱
		۷۸۰۰/۱۲	۲	۳۹۰۰/۰۶	۵۰/۸۴	۰/۰۰۱

با توجه به نتایج جدول بالا بین دو گروه آزمایش و کنترل، در ولع مصرف و زیرمقیاس‌های ذخیره‌ی کوتاه‌مدت، توجه و جنبه‌های اجرایی، از مقیاس حافظه‌ی فعال تفاوت معنی‌داری وجود داشت.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف پژوهش حاضر بررسی اثربخشی تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای مغز (tDCS) بر حافظه فعال و لعل مصرف معتمدین تحت درمان نگهدارنده بود که در مراکز سرپاپی درمان اعیاد شهر سمنان انجام شد. به عنوان یافته کلی پژوهش حاضر نشان داد tDCS منجر به کاهش لعل مصرف و نیز بهبود حافظه کاری در پیماران تحت درمان نگهدارنده می‌شود. این یافته با

مطالعات قبلی اثربخشی tDCS بر حافظه کاری و لعل مصرف معتمدین همسو است (سانگ و همکاران، ۲۰۱۹؛ مارتینوتی و همکاران^۱، ۲۰۱۹؛ علیزاده گورdal و همکاران، ۲۰۲۰).

یک متانالیز نشان داد که در حوزه حافظه کاری اندازه اثر مطالعات tDCS به طور قابل توجهی بزرگتر از سایر روش‌های تحریک غیرتھاجمی مغز بوده و اثربخشی بالایی را نشان می‌داد (دو بوئر و همکاران^۲، ۲۰۲۱). مارتینوتی و همکاران (۲۰۱۹) یک کارآزمایی تصادفی دوسركور بر روی افراد مبتلا به اختلال مصرف مواد یا قمار با استفاده از یک پروتکل پنج روزه متوالی tDCS که کاند روی قشر جلوی پیشانی پشتی سمت چپ قرار داده شده بود انجام دادند. یافته‌های آن‌ها کاهش سریع آماری معنی‌دار لعل مصرف را در گروه tDCS فعال در قشر جلوی مغزی پشتی جانبی راست نسبت به گروه نشان داد که روند ادبیات علمی را تأیید می‌کند. تحریک مغز با جریان مستقیم غیرتھاجمی می‌تواند عملکرد را در انواع وظایف شناختی با بهره‌برداری از مکانیسم‌های تقویت طولانی مدت سیناپسی و افسردگی بهبود بخشد. به طور مهمی، این مکانیسم‌ها بهویژه زمانی کارآمد هستند که ناحیه تحریک‌شده در فرآیندهای شناختی مورد بررسی درگیر باشد.

با وجود افزایش علاقه به نقش لعل مصرف در ایجاد و عود وابستگی به مواد، مکانیسم‌های پاتوفیزیولوژیکی دقیق همچنان نامشخص است. بررسی متون چندین فرآیند کلیدی را نشان داد که می‌توانند لعل وابستگی به مواد را القا نموده و حفظ کنند. افزایش مکرر ترشح دوپامین می‌تواند باعث تعديل عصبی پاتولوژیک در نواحی مختلف مغز شود (وایز و رابل^۳، ۲۰۲۰). این می‌تواند با القای افزایش حس پاداش مرتبط با دارو، آستانه پایین‌تر سیگنال‌های احساسی مرتبط با دارو، تغییر در حافظه و توجه منجر به اختلال در کنترل تکانه و درنهایت رفتار جستجوی مواد، منجر به عدم تعادل در سیستم‌های بازتابی و انعکاسی شود. یکی از ویژگی‌های بارز وابستگی به مواد، افزایش برجستگی برای نشانه‌های اجتماعی-محیطی به نام واکنش نشانه غیرعادی است. این منجر به لعل بیش از حد ناشی از عدم تنظیم مدارهای مربوط به احساس، حافظه و توجه می‌شود. ترکیبی از این مکانیسم‌ها بهنوبه خود می‌تواند باعث عدم تعادل بیشتر بین رویکرد و گرایش اجتناب در مصرف کنندگان پرخطر شود. به دلیل مکانیسم‌های زیربنایی، محدودیت از نظر شناختی چالش برانگیزتر از تسلیم شدن در برابر میل است. وقتی با نشانه‌های مرتبط با مواد مواجه می‌شوند، مصرف کنندگان پرخطر نه تنها افزایش قابل توجهی در تمایلات خود نشان می‌دهند، بلکه کاهش رفتار اجتنابی را نیز تجربه می‌کنند. این اثر همافزایی افزایش رویکرد و کاهش اجتناب، مصرف مواد را در مصرف کنندگان پیش‌بینی می‌کند. قشر پیش‌بینانی پشتی جانبی با نقش مهم خود در تصمیم‌گیری و توجه و ارتباط آن با سایر ساختارهای عصبی مرتبط، بخش مرکزی این فرآیندها را ایجاد می‌کند. این امر باعث می‌شود که اغلب توسط تحریکات غیرتھاجمی مغز در مطالعات مربوط به لعل مصرف هدف قرار می‌گیرد (آتونز، برند و پوتنزا^۴، ۲۰۲۰). مکانیسم دقیق تحریک DLPFC هنوز به طور کامل شناخته‌نشده است، اما بر اساس مطالعات اخیر بر روی tDCS حدس زده می‌شود که تحریک آندال و مهار کاتدی می‌تواند در تعادل بین tDCS چپ و راست، که برای رسیدن به حالت لعل ضروری است، دخالت کند (چن و همکاران^۵، ۲۰۲۰). پروتکل‌های DLPFC عمولاً الکترودهای آندال و کاتدال را روی نیمکره‌های جداگانه قرار می‌دهند که منجر به تأثیر گستردگر بر شبکه‌هایی می‌شود که وظیفه خاصی را تشکیل می‌دهند (نیتچ و همکاران^۶، ۲۰۱۸). قشر پیش‌بینانی در عملکردهای اجرایی مانند حافظه فعل و نیز لعل مصرف اهمیت کلیدی دارد. قشر پیش‌بینانی پردازش‌های نامربوط مانند استرس و حافظه را با مهار نواحی زیر قشری مهار می‌کند و مستقیماً مناطق قشر پیش‌بینانی مرتبط باهدف خاص را تحریک می‌کند. این بدان معنی است که tDCS بر قشر پیش‌بینانی می‌تواند عملکرد اجرایی را بهبود بخشد.

¹ Martinotti et al

² de Boer et al

³ Wise. & Robble

⁴ Antons, Brand& Potenza

⁵ Chen et al

⁶ Nitsche et al

به عنوان محدودیت پژوهش حاضر می‌توان اذعان داشت که حجم نمونه این مطالعه کم بود که توانایی آن را برای نتیجه‌گیری قابل تعیین در مورد اثربخشی tDCS در درمان اعتیاد محدود می‌کرد. و همچنین با توجه به عدم همکاری برخی از شرکت‌کنندگان درنهایت اطلاعات ۲۲ شرکت‌کننده با استفاده از ابزارهای پژوهشی تعریف شده جمع‌آوری گردید و با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. این مطالعه صرفاً اثرات پس از درمان را بررسی نموده و دوره پیگیری ارزیابی نشده که برای نتیجه‌گیری در خصوص اثرات طولانی‌مدت tDCS بر حافظه کاری و ولع مصرف بسیار کوتاه است. پیگیری‌های طولانی‌تر به محققان اجازه می‌دهد تا درام اثرات درمان را بهتر ارزیابی کنند. همچنین، این مطالعه از دو معیار پیامد متفاوت برای اندازه‌گیری حافظه کاری و ولع مصرف استفاده کرد که نگرانی‌هایی را در مورد ثبات اندازه‌گیری و مقایسه بین این دو پیامد ایجاد می‌کند. استفاده از معیارهای نتیجه منسجم در سراسر مطالعات، اعتبار و پایایی یافته‌ها را افزایش می‌دهد. پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی اثربخشی ترکیب tDCS با تمرینات شناختی نیز موردنبررسی قرار گیرد.

References

- Alam, Z., Kar, S. K., & Dalal, P. K. (2021). Association of executive function, craving and precipitants of relapse in alcohol use disorder: a cross-sectional study. *GLOBAL PSYCHIATRY ARCHIVES*, 4(2), 165-172.
- Alizadehgoradel, J., Nejati, V., Movahed, F. S., Imani, S., Taherifard, M., Mosayebi-Samani, M & Salehinejad, M. A. (2020). Repeated stimulation of the dorsolateral-prefrontal cortex improves executive dysfunctions and craving in drug addiction: A randomized, double-blind, parallel-group study. *Brain stimulation*, 13(3), 582-593.
- Antons, S., Brand, M., & Potenza, M. N. (2020). Neurobiology of cue-reactivity, craving, and inhibitory control in non-substance addictive behaviors. *Journal of the Neurological Sciences*, 415, 116952.
- Arjmandnia, Ali Akbar, Gholamali Lavasani, MASOUD, Hajian, Zahra, & Maleki, Samane. (2017). Psychometric Properties of the Farsi Version of Adults Working Memory Questionnaire (WMQ). *APPLIED PSYCHOLOGICAL RESEARCH QUARTERLY*, 8(2), 97-112. SID. <https://sid.ir/paper/250093/en>
- Batista, E. K., Klauss, J., Fregni, F., Nitsche, M. A., & Nakamura-Palacios, E. M. (2015). A randomized placebo-controlled trial of targeted prefrontal cortex modulation with bilateral tDCS in patients with crack-cocaine dependence. *International Journal of Neuropsychopharmacology*, 18(12), pyv066.
- Bellamoli, E., Manganotti, P., Schwartz, R. P., Rimondo, C., Gomma, M., and Serpelloni, G. (2014). RTMS in the treatment of drug addiction: an update about human studies. *Behav. Neurol.* 2014:815215. Doi: 10.1155/2014/815215
- Brandon, T. H., Vidrine, J. I., and Litvin, E. B. (2007). Relapse and Relapse Prevention Annu. *Rev. Clin. Psychol.* 3, 257–284. Doi: 10.1146/annurev.clinpsy.3.022806.091455
- Cavicchioli, M., Vassena, G., Movalli, M., & Maffei, C. (2020). Is craving a risk factor for substance use among treatment-seeking individuals with alcohol and other drugs use disorders? A meta-analytic review. *Drug and alcohol dependence*, 212, 108002.
- Chmiel, J., Chojdak-Łukasiewicz, J., & Leszek, J. (2023). The Effect of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on Cocaine Addiction: A Narrative Review. *Journal of Clinical Medicine*, 12(20), 6511.
- de Boer, N. S., Schluter, R. S., Daams, J. G., van der Werf, Y. D., Goudriaan, A. E., & van Holst, R. J. (2021). The effect of non-invasive brain stimulation on executive functioning in healthy controls: A systematic review and meta-analysis. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 125, 122–147. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2021.01.013>.

- Dedoncker, J., Baeken, C., De Raedt, R., & Vanderhasselt, M. A. (2021). Combined transcranial direct current stimulation and psychological interventions: State of the art and promising perspectives for clinical psychology. *Biological psychology*, 158, 107991.
- Den Uyl, T. E., Gladwin, T. E., & Wiers, R. W. (2016). Electrophysiological and behavioral effects of combined transcranial direct current stimulation and alcohol approach bias retraining in hazardous drinkers. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 40(10), 2124-2133.
- Deng, Y., Hou, L., Chen, X., & Zhou, R. (2021). Working memory training improves emotion regulation in drug abstainers: evidence from frontal alpha asymmetry. *Neuroscience Letters*, 742, 135513.
- Fadardi, J. S.; Ziaeef, S.S.; & Barerfan, Z. (2008). The Persian Post-Detoxification Craving and Temptation Scale. Unpublished Manual, Mashhad.
- Fitzpatrick, R. E., Rubenis, A. J., Lubman, D. I., & Verdejo-Garcia, A. (2020). Cognitive deficits in methamphetamine addiction: Independent contributions of dependence and intelligence. *Drug and alcohol dependence*, 209, 107891.
- Fonteneau, C., Redoute, J., Haesebaert, F., Le Bars, D., Costes, N., Suaud-Chagny, M. F., & Brunelin, J. (2018). Frontal transcranial direct current stimulation induces dopamine release in the ventral striatum in human. *Cerebral Cortex*, 28(7), 2636-2646.
- Holla, B., Biswal, J., Ramesh, V., Shivakumar, V., Bharath, R. D., Benegal, V., & Murthy, P. (2020). Effect of prefrontal tDCS on resting brain fMRI graph measures in Alcohol Use Disorders: A randomized, double-blind, sham-controlled study. *Progress in Neuropsychopharmacology and Biological Psychiatry*, 102, 109950.
- Hone-Blanchet, A., Ciraulo, D. A., Pascual-Leone, A., and Fecteau, S. (2015). Noninvasive brain stimulation to suppress craving in substance use disorders: review of human evidence and methodological considerations for future work. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 59, 184–200. Doi: 10.1016/j.neubiorev.2015.10.001
- Jakubiec, L., Chirokoff, V., Abdallah, M., Sanz-Arigita, E., Dupuy, M., Swendsen, J., & Fatseas, M. (2022). The executive functioning paradox in substance use disorders. *Biomedicines*, 10(11), 2728.
- Jansen, J. M., Daams, J. G., Koeter, M. W., Veltman, D. J., van Den Brink, W., and Goudriaan, A. E. (2013). Effects of non-invasive neurostimulation on craving: A meta-analysis. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 37, 2472–2480. Doi: 10.1016/j.neubiorev.2013.07.009
- Klauss, J., Anders, Q. S., Felipe, L. V., Nitsche, M. A., & Nakamura-Palacios, E. M. (2018). Multiple sessions of transcranial direct current stimulation (tDCS) reduced craving and relapses for alcohol use: a randomized placebo-controlled trial in alcohol use disorder. *Frontiers in pharmacology*, 9, 716.
- Klauss, J., Penido Pinheiro, L. C., Silva Merlo, B. L., Correia Santos, G. D. A., Fregni, F., Nitsche, M. A., & Miyuki Nakamura-Palacios, E. (2014). A randomized controlled trial of targeted prefrontal cortex modulation with tDCS in patients with alcohol dependence. *International Journal of Neuropsychopharmacology*, 17(11), 1793-1803.
- Koob, G. F., & Volkow, N. D. (2016). Neurobiology of addiction: a neurocircuitry analysis. *The Lancet Psychiatry*, 3(8), 760-773.
- Li, J., Weidacker, K., Mandali, A., Zhang, Y., Whiteford, S., Ren, Q., & Voon, V. (2021). Impulsivity and craving in subjects with opioid use disorder on methadone maintenance treatment. *Drug and alcohol dependence*, 219, 108483.
- Luigjes, J., Segrave, R., de Joode, N., Figuee, M., & Denys, D. (2019). Efficacy of invasive and non-invasive brain modulation interventions for addiction. *Neuropsychology review*, 29, 116-138.

- Martinotti, G., Lupi, M., Montemitro, C., Miuli, A., Di Natale, C., Spano, M. C., & di Giannantonio, M. (2019). Transcranial direct current stimulation reduces craving in substance use disorders: A double-blind, placebo-controlled study. *The journal of ECT*, 35(3), 207-211.
- McHugh, K. R., Hearon, B. A., and Otto, M. W. (2010). Cognitive-behavioral therapy for substance use disorders. *Psychiatry Clin. North Am.* 33, 511–525. Doi: 10.1016/j.psc.2010.04.012.
- Noël, X., Bechara, A., Saeremans, M., Kornreich, C., Dousset, C., Campanella, S., & Dubuson, M. (2019). Addiction: brain and cognitive stimulation for better cognitive control and far beyond. Inhibitory control training-A multidisciplinary approach.
- Oudejans, S. C., Schippers, G. M., Spits, M. E., Stollenga, M., and van den Brink, W. (2012). Five years of ROM in substance abuse treatment centres in the Netherlands. *Tijdschr. Psychiatr.* 54, 185–190.
- Philip, N. S., Nelson, B. G., Frohlich, F., Lim, K. O., Widge, A. S., & Carpenter, L. L. (2017). Low-intensity transcranial current stimulation in psychiatry. *American Journal of Psychiatry*, 174(7), 628-639.
- Schluter, R. S., Daams, J. G., Van Holst, R. J., & Goudriaan, A. E. (2018). Effects of non-invasive neuromodulation on executive and other cognitive functions in addictive disorders: a systematic review. *Frontiers in neuroscience*, 12, 642.
- Song, S., Zilverstand, A., GUI, W., Li, H. J., & Zhou, X. (2019). Effects of single-session versus multi-session non-invasive brain stimulation on craving and consumption in individuals with drug addiction, eating disorders or obesity: A meta-analysis. *Brain stimulation*, 12(3), 606-618.
- Thair, H., Holloway, A. L., Newport, R., & Smith, A. D. (2017). Transcranial direct current stimulation (tDCS): a beginner's guide for design and implementation. *Frontiers in neuroscience*, 11, 641.
- Vallat-Azouvi, C., Pradat-Diehl, P., & Azouvi, P. (2012). The Working Memory Questionnaire: A scale to assess everyday life problems related to deficits of working memory in brain injured patients. *Neuropsychological rehabilitation*, 22(4), 634-649.
- Wise, R. A., & Robble, M. A. (2020). Dopamine and addiction. *Annual review of psychology*, 71, 79-106.
- Xu, X., Ding, X., Chen, L., Chen, T., Su, H., Li, X., & Jiang, H. (2021). The transcranial direct current stimulation over prefrontal cortex combined with the cognitive training reduced the cue-induced craving in female individuals with methamphetamine use disorder: A randomized controlled trial. *Journal of psychiatric research*, 134, 102-110.

The Effectiveness of Transcranial Direct Electrical Stimulation of the Brain (TDCS) on Working Memory and Craving in Drug Addicts under Maintenance Treatment

Mostafa Nikfard^۱, Mojtaba Rajabpour^۲

Abstract

Introduction: The present study was conducted with the aim of investigating the effectiveness of direct electrical brain stimulation (tDCS) treatment on working memory and cravings in patients undergoing addiction treatment. **Methodology:** The statistical population of the present study consisted of all drug-dependent men who referred to addiction treatment centers in Semnan city in the first six months of 1402. 30 people were selected as available sampling. These people were randomly divided into two experimental and control groups. People in the experimental group participated in 10, 20-minute sessions of electrical stimulation of the brain with tDCS device. The tools of the current research included Valat Ezovi's working memory questionnaire and Federdi's craving questionnaire. Which both groups completed in the pre-test and post-test. People in the control group did not receive any additional intervention apart from the usual treatment process. The data was analyzed using the analysis of covariance test in SPSS version 26 software. **Findings:** According to the findings of the present study, there was a significant difference between the two experimental and control groups in the active memory index and consumption craving ($p<0.05$). **Conclusion:** direct electrical stimulation of the brain (tDCS) treatment leads to improvement of working memory and reduction of cravings in patients under maintenance treatment.

Key words: Working Memory, Craving, Transcranial Direct Electrical Stimulation of the Brain, Addict

^۱ Master's student in clinical psychology, Semnan branch, Islamic Azad University, Iran

^۲ PhD in Psychology, Physiology Research Center, Semnan University of Medical Sciences (Author)