فصلنامه علمی ـپژوهشی عصب روانشناسی
سال پنجم، شماره ۲ (پیاپی۱۷)، تابستان ۱۳۹۸

Neuropsychology
Vol.5, No.2, (Series 17), Summer 2019

تأثیر تحریک الکتریکی فراجمجمه ای با جریان متناوب (tACS)، بر توان مطلق موج آلفای ناحیه پیشانی در افراد مصرف‌کننده متآمفتامین

***لادن واقف[۱]، مجتبی زاهدی[۲]**

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

۲ . دانشجوی کارشناسی ارشد روانشناسی شناختی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان،تبریز،ایران.

(تاریخ وصول:۹۸/۰۱/۱۲ ـ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۴/۲۴)

The Effect of Transcranial Alternating Current Stimulation (tACS) on Alpha wave Absolute power of the Frontal Region in Methamphetamine Users

***Ladan vaghef[1], Mojtaba Zahedi[2]**

1. Assistant Professor, Department of Psychology, Azarbaijan shahid madani University,Tabriz,Iran.

2. MA in cognitive Psychology, Azarbaijan shahid madani University,Tabriz,Iran.

(Received: Apr. 01, 2019 - Accepted: Jul. 15, 2019)

چکیده

مقدمه:هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای با جریان متناوب(tACS)،بر فعالیت موج آلفای ناحیه پیشانی افراد مصرف‌کننده متآمفتامین بوده است.**روش:**در این مطالعه که از نوع نیمه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون–پس‌آزمون و با گروه کنترل است، ۲۰ نفر از افراد مصرف‌کننده متآمفتامین به شیوه نمونه‌گیری هدفمند انتخاب و به‌صورت تصادفی به دو گروه ۱۰نفری آزمایش و کنترل تقسیم شدند.ابتدا به منظور بررسی توان مطلق موج آلفا در ناحیه لوب پیشانی از آزمودنی‌ها EEG گرفته شد. سپس تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای با فرکانس ۱۰ هرتز(α-tACS)و یا تحریک شم روی ناحیه پیش پیشانی خلفی جانبی راست(F4) طی یک جلسه ۲۰دقیقه‌ای اعمال شد.در پایان مجدداً امواج مغزی هر دو گروه ثبت و داده‌ها با استفاده از روش کوواریانس چند متغیره تحلیل شدند.**یافته‌ها:** نتایج نشان دادند که در گروه آزمایش توان مطلق موج آلفای نواحی F4، Fz، F3، F7 نسبت به گروه کنترل به‌طور معناداری افزایش یافته بود(p<۰/۰۵). **نتیجه‌گیری:**بر اساس نتایج حاصل، تحریک الکتریکی با موج آلفا در ناحیه F4 می‌تواند توان مطلق موج آلفا را در قشر پیش‌پیشانی خلفی جانبی، تحتانی جانبی و مرکزی که در عملکردهای شناختی دخیل است را بهبود ببخشد.با توجه به نقش شناختی امواج مغزی آلفا، انتظار می‌رود تحریک tACS در فرکانس آلفا بتواند به‌عنوان روشی غیردارویی برای بهبود عملکرد شناختی در مصرف‌کنندگان متآمفتامین استفاده شود.

واژگان کلیدی: متآمفتامین، تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای با جریان متناوب (tACS)، توان مطلق موج آلفا

Abstract

Aim: The aim of the study is to investigate the effect of alpha Transcranial Alternating Current Stimulation on the brain wave pattern of the frontal lobe in methamphetamine users. **Methods:** This was a pre-test and post-test quasi-experimental study with control group. Twenty male methamphetamine users were selected through purposive sampling and randomly assigned into two experimental and control groups (10 in each). The QEEG was recorded in all participants to evaluate absolute power of alpha wave in the frontal lobe region. A single session transcranial alternating current stimulation (tACS), for 20 min at 10 Hz or sham, was applied to the right dorsolateral prefrontal cortex (F4). At the end, QEEG was recorded again. Collected data were analyzed by multivariate covariance method. **Findings:** Findings showed that Experimental group showed greater absolute alpha power at F4, F3,F7 and Fz compared to the control group ($p<0.05$).**Discussion and Conclusion:** According to the results, 10 Hz tACS stimulation over F4 can increase alpha activity at dorsolateral, ventrolateral and central prefrontal cortex, a region of the frontal lobes that is associated with cognitive functions. Regarding to cognitive role of alpha oscillations, it can be concluded that tACS stimulation at alpha Frequency (α-tACS) can be used as a non-pharmacological method to improve cognitive function in methamphetamine users.

Keywords: methamphetamine users, Transcranial Alternating Current Stimulation (tACS), Absolute Alpha Power

***نویسنده مسئول:**لادن واقف

Email: l.vaghef@azaruniv.ac.ir

مقدمه

اختلال مصرف مواد یکی از مسائل اجتماعی حاد در سراسر جهان محسوب می‌شود. سازمان جهانی بهداشت (WHO[1]) و انجمن روان‌پزشکی آمریکا (APA[2]) اعتیاد را به‌عنوان یک بیماری مزمن همراه با تمایل شدید به مصرف مواد و مشکلات وابسته به آن تعریف کرده‌اند (به نقل از نعمتی مقدم، ۲۰۰۸). در این میان، تولید انواع مواد مخدر صنعتی و پرخطر بر مشکلات جامعه در این حوزه افزوده است. یکی از رایج‌ترین و خطرناک‌ترین مواد مذکور، متآمفتامین (شیشه) است. ایـن ماده که از دسته مواد محرک مشتق از آمفتامین است اولیـن بـار در سـال ۱۸۹۳ میلادی در کشـور ژاپـن از افدریـن گرفته شده از گیـاه Ma Huang سـاخته شـد (راسنیاک[3]،۲۰۱۱، به نقل از عصار، شریف‌آبادی، یادگاری، ۱۳۹۶). در زمان جنگ جهانی دوم توسط سربازان ژاپنی، آمریکایی و آلمانی برای برطرف کردن خستگی و افزایش انرژی استفاده می‌شد. در حال حاضر متآمفتامین جزو پرمصرف ترین مواد مخدر در بسیاری از کشورها ی جهان ازجمله استرالیا، چین، ایران و امریکا است و روزبه‌روز نیز بر شیوع مصرف این ماده مخدر افزوده می‌شود (لیو[4] و همکاران، ۲۰۱۳؛ رادفر[5]، ۲۰۱۴؛ پارتز[6]، ۲۰۱۵؛ عزیزی، صبوری، قادری و سیدحسین علاقبند، ۱۳۹۲).

برآوردها در آمریکا حاکی از شیوع ۰/۲ درصدی اختلال مصرف مواد محرک آمفتامینی در میان نوجوانان ۱۲ تا ۱۷ ساله و افراد ۱۸ ساله به بالا است. در همین حال، ۵ الی ۳۵ درصد از دانشجویان اعلام کردند که طی یک سال گذشته مواد محرک مصرف کرده‌اند (انجمن روانشناسی آمریکا،۱۳۹۳). بررسی‌ها در زمینه شیوع مصرف متآمفتامین در ایران نشان می‌دهند که این ماده در اوایل سال ۲۰۰۰ میلادی وارد بازار ایران شد و تنها پس از گذشت یک دهه مصرف این ماده محرک به یکی از جدیدترین نگرانی‌های اجتماعی در ایران تبدیل شد. در ایران اگرچه آمار دقیقی از تعداد مصرف کنندگان متآمفتامین در دست نیست اما براساس مطالعات صورت گرفته در این زمینه، این ماده دومین ماده مخدر مصرفی در کشور است (عزیزی و همکاران، ۱۳۹۳). در همین راستا گزارش شده است که ۱۴/۴ درصد از مراجعین بخش فوریت‌های روان‌پزشکی دارای نمونه ادراری مثبت از نظر متآمفتامین هستند (قهاری، ضرغامی،۱۳۹۶).

متآمفتامین یک ماده محرک[7] بسیار قوی و اعتیادآور است. مصرف کوتاه مدت آن موجب بالا رفتن ضربان قلب و فشارخون، افزایش هوشیاری و انرژی، احساس سرحالی و سرخوشی، افزایش قدرت تمرکز و یادگیری می‌گردد (دیوی[8]،۲۰۰۸). علاوه بر آن، تحقیقات

1. World Health Organization
2. American Psychiatric Association
3. Rusyniak
4. Liu
5. Radfar
6. Paratz
7. Stimulant
8. Davey

نشان می‌دهند که مصرف متآمفتامین باعث ایجاد تغییراتی بارز در امواج مغزی می‌گردد. به‌عنوان‌مثال: یون[1] و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی و تحلیل امواج مغزی (EEG) افراد مصرف‌کننده متآمفتامین (۶ روز پس از ترک) گزارش دادند که فعالیت امواج مغزی بویژه موج آلفا در سطح قشر مغز این افراد نسبت به افراد عادی کاهش یافته است. این کاهش ممکن است نشان‌دهنده کاهش کلی متابولیسم قشر و اتصالات عملکردی مغز باشد. کاهش متابولیسم مغزی، می‌تواند به نقص در کارکردهای شناختی، نظیر توجه انتخابی (حداد، خسروی، نجفی و صباحی،۱۳۹۳)، سوگیری توجه (قاسمی و همکاران،۱۳۹۱)، قضاوت، تصمیم‌گیری، حافظه کاری و انعطاف‌پذیری شناختی (ترانل و بچارا[2]،۲۰۰۹؛ به نقل از ماردرپور،۱۳۹۶؛ کاظمی و میرمهدی، ۱۳۹۷) در مصرف کنندگان متآمفتامین نسبت به افراد عادی منجر شود. علاوه بر آن، اختلال در این کارکردها (مانند عدم توانایی تصمیم‌گیری مناسب و غیره) می‌تواند سبب گرایش مجدد به مصرف مواد مخدر پس از گذراندن دوره ترک اعتیاد شود. مستندات پژوهشی بیانگر آن است که افزایش فعالیت در مناطق دخیل در احساسات/پاداش (آمیگدال[3] و استریاتوم) با میل به مصرف مواد مخدر ارتباط دارد. تحقیقات اخیر نشان می‌دهند که تحریک ناحیه پیش‌پیشانی موجب کاهش پردازش مربوط به پاداش در مناطق دخیل در آن می‌شود (ون هولشتاین[4] و همکاران، ۲۰۱۸). به عبارت دیگر، هر چه فعالیت این نقاط کاهش پیدا کند توان غلبه به ولع مصرف مواد که از فعالیت مناطق پاداش ناشی می‌گردد کاهش می‌یابد. در همین راستا، مطالعات حاکی از آن است که در طول تکلیف سوگیری توجه در افراد دارای اختلال مصرف مواد، فعالیت مناطق پیش‌پیشانی کاهش م یابد (جونز[5]، ۲۰۱۰). در آزمون مذکور، وقتی به افرادی که مصرف شدید سیگار داشتند کلمات مرتبط با سیگار ارائه شد فعالیت نواحی اینسولای[6] قدامی و پشتی سینگولیت قدامی در هر دو نیمکره افزایش یافت. شواهد حاکی است که افزایش فعالیت در ناحیه استریاتوم با افزایش فعالیت در ناحیه شکمی میانی پیش پیشانی[7](VMPFC) مرتبط است (چیب و همکاران،۲۰۱۳). با این تفاصیل به نظر می‌رسد که در افراد مصرف‌کننده مواد مخدر هنگام افزایش ولع مصرف، فعالیت ناحیه VMPFC بیشتر می‌شود و متقابلا نواحی DLPFC و ACC با کاهش فعالیت همراه است.

همچنین تحقیقات در خصوص نقش موج آلفا در کارکردهای شناختی نشان می‌دهد که این موج در عملکردهای توجهی نظیر توجه انتخابی[8]، بازداری توجه[1] نسبت به محرک‌های

1. Yun
2. Tranel & Bechara
3..Amygdala

4. Van Holstein
5. Janes
6. Insula
7. Ventromedial prefrontal cortex
8. Selective attention

مزاحم (کلیمش[2]،۲۰۱۲)، توجه فضایی[3] (فاستر[4] و همکاران،۲۰۱۷)، سوگیری توجه (لی و همکاران،۲۰۱۳؛ پریپفل و همکاران،۲۰۱۴، پریکریل،۲۰۱۴؛ میشرا و همکاران، ۲۰۱۵)، حافظه کاری (کلارک[5] و همکاران،۲۰۰۴؛ به نقل از ولاهو[6] و همکاران،۲۰۱۴)، حافظه معنایی (اصغری و همکاران ، ۱۳۹۵) و انعطاف‌پذیری (وولف[7] و همکاران،۲۰۱۷) نقش دارد و همان‌طور که ذکر شد افراد مصرف‌کننده متآمفتامین در این کارکردها ضعیف عمل می‌کنند.

با توجه به مطالب بیان‌شده به نظر می‌رسد که با اصلاح الگوی امواج مغزی، بویژه در نواحی که کاهش عملکرد آنها باعث گرایش مجدد مصرف کنندگان به استفاده از مواد می‌گردد، می‌تواند درروند بهبود این افراد به طور چشمگیر موثر باشد. در این زمینه، بنظر می‌رسد به‌کارگیری تکنیک‌های نوین توان‌بخشی درکنار درمان‌های دارویی و روانشناختی ترک اعتیاد بتواند موجب افزایش کارایی درمان شود. یکی از روش‌های نوین تحریک الکتریکی فراجمجمه ای مغز با جریان متناوب (tACS) است. در روش مذکور با قرار دادن دو الکترود بر روی سر جریان الکتریکی متناوب ضعیفی حداکثر با ولتاژ دو میلی ولت بر روی جمجمه اعمال می‌گردد که در اثر آن برانگیختگی و فعالیت قشر مغز تعدیل می‌شود (انتال[8] و همکاران،۲۰۰۸). تأثیر این روش، در مناطق مختلف مغز، موجب تغییر در ادراک، شناخت، رفتار و سطح نوروترنسمیترها می‌شود(عالم مهرجردی و همکاران، ۲۰۱۲). در این راستا تحقیقات متعددی اثر بخشی tACS را بر بهبود عملکردهای شناختی مانند ادراک (فیورا[9] و همکاران،۲۰۱۱؛ هلفیش[10] و همکاران،۲۰۱۴)، حافظه (مارشال[11]،۲۰۰۶؛ میرون، لاویدور[12]،۲۰۱۴)، عملکردهای حرکتی (فیورا و همکاران،۲۰۱۱) و کارکردهای عالی شناختی (سلا[13] و همکاران،۲۰۱۲؛ وس[14] و همکاران،۲۰۱۴) موردبررسی قرارداده‌اند (وسن[15]،۲۰۱۵). علاوه بر آن، در خصوص مصرف مواد، مطالعات زیادی به بررسی تأثیر القای موج آلفا در کاهش ولع افراد مصرف‌کننده مواد پرداخته‌اند (لی[16] و همکاران،۲۰۱۳؛ پریپفل[17] و همکاران،۲۰۱۴، آمیاز[18]،۲۰۰۹؛ میشرا[19] و همکاران،۲۰۱۵؛ کاپرودان[1] و

1. Attention-suppression
2. Klimesch
3. Spatial attention
4. Foster
5. Clark
6. Vlahou
7. Wollf

8. Antal
9. Feurra
10. Helfrich
11. Marshall
12. Meiron, Lavidor
13. Sela
14. Voss
15. Vossn
16. Li
17. Pripfl
18. Amiaz
19. Mishra

همکاران،۲۰۰۷؛ منصوریه و همکاران،۱۳۹۱)؛ که این مطالعات حاکی از نقش این موج در محدوده فرکانسی ۱۰ هرتز بر نشانه‌های مربوط به ولع مصرف در معتادان است. همچنین سایر بررسی‌ها نشان دادند که تحریک ناحیه DLPFC با فرکانس ۱۰ هرتز باعث افزایش توان مطلق موج آلفا در این ناحیه می‌گردد (وسن و همکاران،۲۰۱۵؛ هلفیش و همکاران،۲۰۱۴؛ نیولینگ[2] وهمکاران،۲۰۱۳؛ زاهل[3] و همکاران،۲۰۱۰). با این تفاصیل، پژوهش حاضر به دنبال بررسی تأثیر تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای با جریان متناوب ناحیه بین DLPFC راست و VMPFC بر الگوی موج آلفای مغزی لوب پیشانی افراد مصرف‌کننده متآمفتامین است. لازم به ذکر است که به دلیل عدم وجود تحقیق مشابه در این زمینه و بخاطر رعایت اخلاق حرفه‌ای، پژوهش حاضر به صورت مداخله (tACS) به صورت تک جلسه‌ای اجرا شد تا اثرات اولیه یا حاد (ناصری، نیچه و اختیاری[4]،۲۰۱۵) تحریک الکتریکی مورد بررسی قرار گیرد.

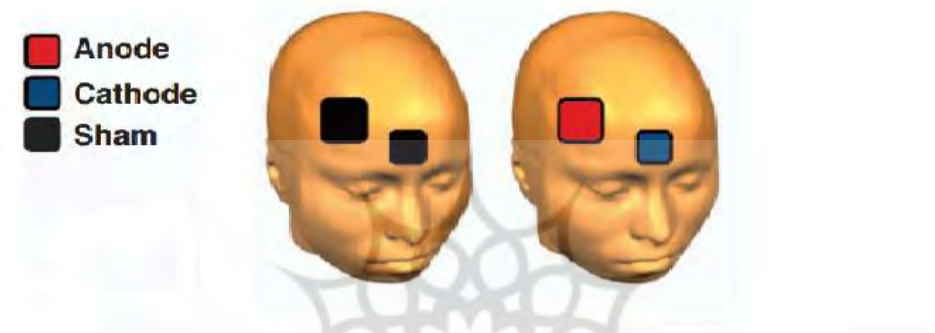
روش

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی به صورت طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل (شم) است. جامعه این پژوهش کلیه معتادان متآمفتامین در حال ترک ساکن کمپ نجات (ماده۱۵) شهر تبریز در سال ۱۳۹۷ بود که از بین آن‌ها ۲۰ نفر به‌صورت روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند و به‌صورت تصادفی در دو گروه ۱۰ نفره آزمایشی و ۱۰ نفره کنترل قرار گرفتند. معیارهای ورود در این طرح عبارت بودند از: راست دست بودن، برخورداری از دید طبیعی یا اصلاح شده، داشتن هوش نرمال، عدم وجود سابقه مشکلات روان‌شناختی و مصرف حداقل ۱.۵ گرم متآمفتامین، ۲ بار در روز. معیارهای خروج عبارت بودند از: مصرف ماده مخدر دیگری بجز متآمفتامین در سه ماه اخیر، دارا بودن مشکلات روان‌پریشی مانند اسکیزوفرنی، عدم تمایل به ادامه همکاری در طول پژوهش، مرخص شدن از کمپ در طول پژوهش.

همچنین ابزارهای مورد استفاده و روند کار با آن‌ها به شرح ذیل است:برای ارائه تحریک الکتریکی (STIMULATIONPROCEDURE) از دستگاه نورواستریم (NEUROSTIM۲)، شرکت مدینا طب گستر، استفاده شد. پس از ارائه توضیحات کافی به شرکت کنندگان در مورد فرآیند اجرای طرح و اخذ رضایت‌نامه آگاهانه از آن‌ها، در جلسه اول امواج مغزی افراد هر دو گروه بروش الکتروآنسفالوگرافی کمی (QEEG) ثبت شد. در جلسه دوم، گروه آزمایشی تحریک الکتریکی متناوب فراجمجمه ای (tACS) را دریافت کردند. بر اساس سیستم بین المللی ۲۰-۱۰، الکترود آند در

1. Comprodon
2. Neuling
3. Zahaehle
4. Nasseri, Nitsche and Ekhtiari

ناحیه F4 و الکترود کاتد در ناحیه FPz (که نزدیک‌ترین محل به VMPFC است) قرار گرفتند (شکل ۱). سپس اعضای گروه یک تحریک الکتریکی با فرکانس ۱۰ هرتز (موج آلفا) و شدت‌جریان ۱/۵ میلی‌آمپر به مدت ۲۰ دقیقه دریافت کردند. پروتکل مشابهی برای گروه کنترل نیز استفاده شد، با این تفاوت که به جای جریان الکتریکی واقعی، یک تحریک شم (به مدت ۳۰ ثانیه) دریافت کردند. در پایان پروتکل امواج مغزی هر دو گروه مجددا ثبت گردید.



شکل ۱. نحوه چینش الکترودهای آند و کاتد (چیب و همکاران،۲۰۱۳).

الکتروآنسفالوگرافی کمی (QEEG):

قبل و بعد از تحریک الکتریکی، نوار مغز شرکت‌کنندگان با استفاده از دستگاه ثبت نوار مغزی (EEG) ۱۹ کاناله شرکت شعله دانش ثبت گردید. سپس با استفاده از نرم‌افزار نوروگاید، توان مطلق موج آلفا در نقاط مختلف لوب پیشانی (FP1,FP2,F4,F3,F7,F8,FZ) استخراج شد. داده‌های به‌دست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS 24 و آزمون آماری تحلیل کوواریانس چند متغیره (MANCOVA) بررسی گردیدند.

یافته‌ها

میانگین سنی افراد شرکت‌کننده در این پژوهش ۳۲/۹ سال (میانگین گروه آزمایش=۳۲/۵، میانگین گروه کنترل=۳۳/۳) بود. متوسط دفعات حضور افراد در کمپ که بیانگر تعداد عود مصرف این افراد بود برای گروه آزمایش ۲/۷ بار و برای گروه کنترل ۳/۲ بار بود. میانگین و انحراف معیار توان مطلق موج آلفای منطقه پیشانی قبل و بعد از تحریک برای دو گروه آزمایش و کنترل در جدول (۱) نشان داده‌شده است.

جدول۱. میانگین و انحراف معیار توان مطلق موج آلفا پیشانی به تفکیک گروه‌ها

متغیر	گروه	تعداد	قبل از تحریک		بعد از تحریک	
			میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
FP1	گروه آزمایش	۱۰	۱۲/۶۵	۴/۷۰	۱۷/۳۳	۵/۵۸
	گروه کنترل	۱۰	۱۰/۷۱	۴/۵۳	۱۰/۵۲	۴/۶۰
FP2	گروه آزمایش	۱۰	۱۳/۵۵	۴/۸۶	۱۷/۰۶	۵/۸۱
	گروه کنترل	۱۰	۱۰/۱۹	۳/۷۱	۱۰/۱۵	۵/۲۲
F3	گروه آزمایش	۱۰	۱۰/۵۱	۳/۵۸	۱۳/۴۴	۵/۴۲
	گروه کنترل	۱۰	۷/۶۹	۳/۸۰	۷/۲۴	۳/۱۱
F4	گروه آزمایش	۱۰	۱۰/۳۹	۳/۶۱	۱۳/۲۴	۴/۷۷
	گروه کنترل	۱۰	۷/۹۹	۴/۲۶	۷/۷۳	۴/۲۰
F7	گروه آزمایش	۱۰	۱۱/۹۰	۳/۵۶	۱۵/۱۰	۴/۹۰
	گروه کنترل	۱۰	۹/۳۰	۳/۸۶	۸/۳۱	۲/۵۱
F8	گروه آزمایش	۱۰	۱۲/۱۵	۳/۶۸	۱۴/۷۰	۵/۰۵
	گروه کنترل	۱۰	۹/۳۷	۳/۴۲	۱۰/۱۱	۴/۱۴
Fz	گروه آزمایش	۱۰	۱۱/۶۸	۴/۱۹	۱۵/۱۰	۵/۸۰
	گروه کنترل	۱۰	۸/۳۳	۵/۱۷	۸/۴۲	۴/۷۳

همان‌طور که در جدول (۱) مشاهده می‌شود میانگین توان مطلق موج آلفای در نقاط گروه آزمایش بعد از اعمال تحریک الکتریکی نسبت به گروه گواه بیشتر است. قبل از انجام تحلیل کوواریانس چند متغیره، ابتدا پیش‌فرض‌های آزمون شامل نرمال بودن داده‌ها، همگنی شیب رگرسیون و همگنی واریانس‌ها موردبررسی قرار گرفتند. پس از اطمینان از رعایت تمام پیش‌فرض‌ها، نتایج آزمون کوواریانس چند متغیره در جدول (۲) نشان داده‌شده است.

جدول۲. نتایج تحلیل واریانس چند متغیری برای بررسی تأثیر مداخله الکتریکی بر توان مطلق موج آلفای پیشانی

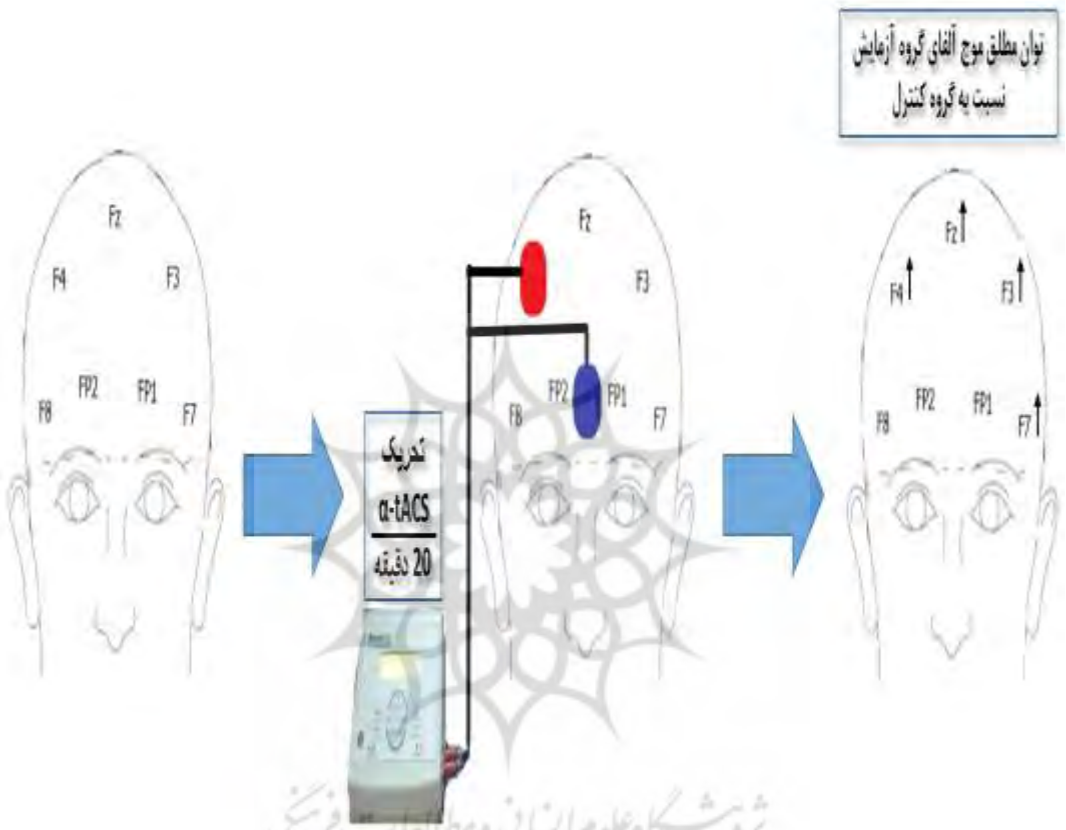
نام آزمون	مقدار	F	سطح معنی‌داری	ضریب اتا
لامبدای ویلکز	۰/۳۰۹	۱/۲۷۶	۰/۴۳۰	۰/۶۹۱

با توجه به نتایج حاصل از جدول (۲)، لامبدای ویلکز معنی‌دار نیست ($p>۰/۰۵$). عدم معنی‌داری این آزمون نشان می‌دهد که به‌طورکلی تحریک الکتریکی بر تمامی مؤلفه‌های سوگیری توجه اثر نداشته است. در جدول (۳) نتایج مربوط به اثر گروه به تفکیک نقاط پیشانی ارائه‌شده است.

جدول۳. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس چند متغیره به تفکیک نقاط پیشانی

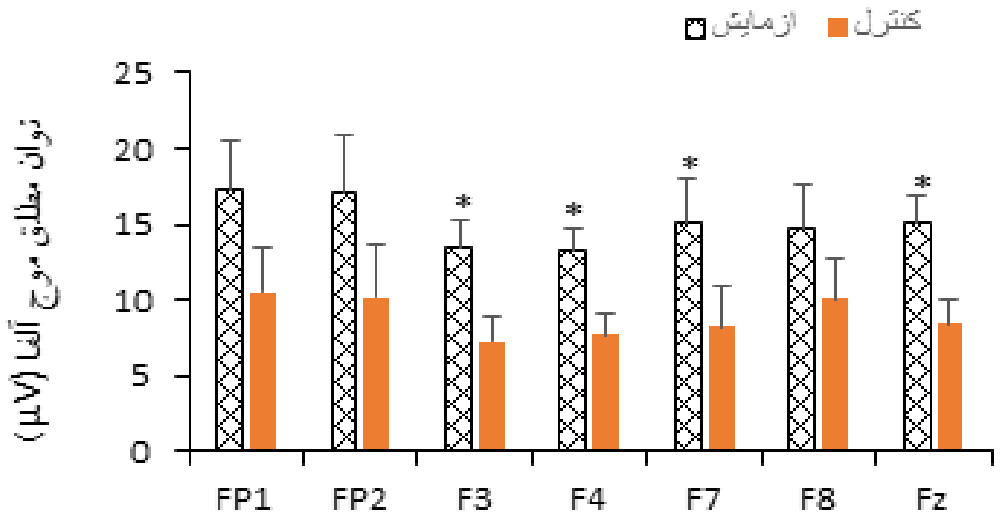
متغیر	منابع	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	مقدار **F**	سطح معنی‌داری	اندازه اثر
نقطه FP1	گروه	۱۲۳/۸۱	۱	۱۲۳/۸۱	۳/۰۵۶	۰/۱۱۱	۰/۲۳۴
	خطا	۴۰۵/۱۵	۱۱	۴۰/۵۱			
نقطهFP2	گروه	۷۷/۲۶	۱	۷۷/۲۶	۱/۴۲۱	۰/۲۶۱	۰/۱۲۴
	خطا	۵۴۳/۹۱	۱۱	۵۴/۳۹			
نقطه F3	گروه	۸۳/۱۶	۱	۸۳/۱۶	۵/۹۳۳	۰/۰۳۵*	۰/۳۷۲
	خطا	۱۴۰/۱۵	۱۱	۱۴/۰۱			
نقطه F4	گروه	۵۳/۲۲	۱	۵۳/۲۲	۵/۸۵۳	۰/۰۳۶*	۰/۳۶۹
	خطا	۹۰/۹۳	۱۱	۹/۰۹			
نقطه F7	گروه	۱۷۶/۴۱	۱	۱۷۶/۴۱	۵/۳۴۱	۰/۰۴۳*	۰/۳۴۸
	خطا	۳۳۰/۲۸	۱۱	۳۳/۰۲			
نقطه F8	گروه	۴۲/۰۴	۱	۴۲/۰۴	۱/۳۳۰	۰/۲۷۶	۰/۱۱۷
	خطا	۳۱۶/۱۱	۱۱	۳۱/۶۱			
نقطهFz	گروه	۶۷/۳۴	۱	۶۷/۳۴	۵/۸۴۹	۰/۰۳۶*	۰/۳۶۹
	خطا	۱۱۵/۱۳	۱۱	۱۱/۵۱			

همان‌طور که در جدول (۳) و شکل (۲) مشاهده می‌شود در نقاط F7، F4،F3 و Fz بین دو گروه آزمایش و کنترل تفاوت معنی‌داری دیده می‌شود ($p<۰/۰۵$). این تفاوت در بقیه نقاط پیشانی معنی‌دار نیست.



شکل۲. تغییرات توان مطلق موج آلفا در نواحی مختلف لوب پیشانی گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل. پیکان رو به بالا نشان‌دهنده افزایش معنی‌دار توان مطلق موج آلفا است.

میانگین توان مطلق آلفای دو گروه پس از اعمال تحریک tACS نیز در شکل (۳) نشان داده شده است. با توجه به این شکل، به دنبال تحریک الکتریکی، توان مطلق آلفای نقاط F7, F4, F3 و Fz در گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل افزایش معناداری را نشان می‌دهد ($p<0.05$). در گروه آزمایش، در سایر نقاط نیز افزایش توان مطلق آلفا ملاحظه شد اما تفاوت مشاهده‌شده معنی‌دار نبود.



شکل۳. توان مطلق موج آلفا در لوب پیشانی پس از مداخله. پس از اعمال تحریک الکتریکی فراجمجمه ای با جریان متناوب (tACS)، توان مطلق آلفای نواحی F7, F4, F3 و Fz در گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل افزایش معناداری را نشان می‌دهد. *= تفاوت معنادار ($p<0.05$).

بحث و نتیجه‌گیری:

پژوهش حاضر باهدف بررسی اثربخشی تحریک الکتریکی فراجمجمه ای با جریان متناوب (tACS)، بر الگوی امواج مغزی ناحیه پیشانی افراد مصرف‌کننده متآمفتامین صورت گرفت. بدین منظور، ناحیه بین DLPFC راست و VMPFC شرکت‌کنندگان با استفاده از جریان الکتریکی متناوب و با فرکانس موج آلفا تحریک شد. سپس توان مطلق این موج در نواحی پیشانی ثبت و مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج حاصل، بدنبال تحریک α-tACS، موج آلفا در نواحی DLPFC راست و چپ (F4, F3)، پیشانی مرکزی (Fz) و پیش پیشانی تحتانی جانبی چپ[1] (VLPFC) (F7) افزایش یافت. به‌عبارت‌دیگر، مداخله الکتریکی α-tACS توانست سبب افزایش توان مطلق موج آلفا در ناحیه پیش‌پیشانی شود. قابل ذکر است که افزایشی هرچند غیر معنادار در سایر نقاط لوب پیشانی (F8, FP2, FP1) نیز در گروه آزمایش ملاحظه گردید. بر اساس مستندات تجربی، ناحیه پیش پیشانی و به‌خصوص DLPFC و VLPFC از مهم‌ترین نواحی مغزی دخیل در عملکردهای شناختی هستند. در همین راستا، کاهش فعالیت این نواحی می‌تواند باعث نقص در تصمیم‌گیری ادراکی (فیلاستیدس، آکسبولویچ، هیکرن و بلنکنبرگ[2]،۲۰۱۱)، حافظه کاری (باربی،

1. Ventrolateral prefrontal cortex

2. Philiastides, Auksztulewicz, Heekeren and Blankenburg

کونگس و گرافمن[1]،۲۰۱۳)، بازداری پاسخ (وبلاسی، گلدبرگ و ویکرت و همکاران[2]،۲۰۰۶)، توجه (پسونن، هامایننن، کروس[3]،۲۰۰۷؛ به نقل از نجاتی،۱۳۹۲)، کاهش سرعت پردازش توجهی(نرماشیری و همکاران، ۱۳۹۶) و سایر کارکردهای شناختی شود. بر اساس شواهد موجود، نقصان عملکردهای شناختی در افراد مصرف‌کننده مواد مخدر به‌خصوص متآمفتامین می‌تواند یکی از علل روی‌آوری به مصرف مواد باشد (نوزری، تامپسون شیل[4]، ۲۰۱۶؛ لوی، واگنر[5]،۲۰۱۱). در تایید نتایج حاصل از پژوهش حاضر، برخی مطالعات نیز نشان دادند که تحریک با موج آلفا سبب افزایش توان مطلق این موج در ناحیه تحریکی می‌گردد (وسن و همکاران،۲۰۱۵؛ هلفیش و همکاران،۲۰۱۴). به‌عنوان‌مثال، در مطالعه‌ای که توسط زاهل (۲۰۱۰) که بر روی ۱۰ فرد سالم صورت گرفت، طی یک جلسه ۱۰ دقیقه‌ای ناحیه (PO9-PO10) به‌وسیله tACS و با فرکانس موج آلفا تحریک شد. یافته‌های وی نشان داد که پس از تحریک الکتریکی، توان آلفا در ناحیه تحریک‌شده افزایش می‌یابد. همچنین، در پژوهش صورت گرفته توسط نیولینگ و همکاران (۲۰۱۳)، ناحیه دیداری-مرکزی (Cz-Oz) با استفاده از tACS و با فرکانس ۱۰ هرتز طی یک جلسه ۲۰ دقیقه‌ای تحریک شد و ۳۰ دقیقه بعد، از شرکت‌کنندگان ثبت EEG به عمل آمد. نتایج آنها حاکی از افزایش توان آلفا در ناحیه تحریکی (Cz-Oz) بود.

خاطرنشان می‌سازد پژوهش حاضر اولین مطالعه در زمینه بررسی اثر القای جریان الکتریکی متناوب با فرکانس موج آلفا (۱۰ هرتز) در ناحیهDLPFC بر توان مطلق موج آلفای لوب پیشانی در مصرف کنندگان متآمفتامین است. اغلب مطالعات موجود در زمینه اثر بخشی موج آلفا به بررسی تاثیر آن بر ولع مصرف و سوگیری توجه پرداخته‌اند و نه به تغییرات الگوی موج آلفا. بر اساس یافته‌های پژوهش‌های مذکور، القای موج آلفا در ناحیه DLPFC باعث کاهش ولع مصرف و توجه به نشانه‌های مرتبط با مواد مخدر می‌گردد (لی و همکاران،۲۰۱۳؛ پریپفل و همکاران، ۲۰۱۴؛ آمیاز، ۲۰۰۹؛ میشرا و همکاران، ۲۰۱۵). با این وجود، نتایج بررسی های بعمل آمده در زمینه نقش نواحی DLPFC راست و چپ در ولع مصرف یا سوگیری توجه، بسیار متناقض هستند. به‌عنوان‌مثال در پژوهشی که کامپرادون و همکاران (۲۰۰۷)، به‌وسیله TMS و القای موج آلفا در ناحیه DLPFC راست و چپ افراد مصرف‌کننده کوکائین انجام دادند، نشان داده شد که تحریک ناحیه DLPFC راست بر کاهش ولع مصرف تأثیر معنی‌داری داشت اما این تحریک در ناحیه DLPFC چپ هیچ اثری

1. Barbey, Koenigs and Grafman
2. Blasi, Goldberg, and Weickert
3. Pesonen, Hamainen, Krause
4. Nozari, Thompson-Schill
5. Levy, Wagner

نداشت. در مقابل برخی مطالعات (پریپفل،۲۰۱۴؛ آمیاز،۲۰۰۹) نشان دادند که تحریک ناحیه DLPFC چپ با موج آلفا باعث کاهش ولع مصرف مواد می‌گردد. از سوی دیگر، یافته های میشرا و همکاران (۲۰۱۵)، حاکی از آن بود که تحریک هر دو ناحیه DLPFC چپ و راست با موج ۱۰ هرتز می‌تواند در کاهش ولع مصرف مواد مؤثر واقع شود.

با این تفاصیل، می‌توان گفت که تحریک tACS با موج آلفا، در ناحیه بین DLPFC راست و VMPFC باعث افزایش توان مطلق در ناحیه بالایی سطح پیش‌پیشانی یعنی نواحی پیش‌پیشانی خلفی جانبی راست و چپ، تحتانی جانبی چپ و مرکزی می‌شود. با توجه به نقش موج آلفا در بهبود عملکردهای شناختی و کاهش ولع مصرف و همچنین نقش مهم ناحیه پیش‌پیشانی در این عملکردها و نیز در ولع مصرف مواد از یک سو و ضعف افراد مصرف‌کننده متآمفتامین در فعالیت این ناحیه و عملکردهای شناختی، می‌توان انتظار داشت که به دنبال تحریک tACS و افزایش موج آلفا شاهد بهبود در کارکردهای شناختی این افراد بود.

با توجه به نتایج این پژوهش، جهت تکمیل این پژوهش و انجام مطالعات بیش‌تر در حوزه‌های مرتبط با این پژوهش، پیشنهادات زیر برای انجام مطالعات آتی ارائه می‌شود:

۱- پیشنهاد می‌گردد که پروتکل انجام شده در این پژوهش در تعداد دفعات بیشتری اجرا شود و میزان ماندگاری آن با پیگیری چندماهه بررسی گردد.

۲- در این پژوهش تغییرات الگوی موج آلفا مورد بررسی قرار گرفت، پیشنهاد می‌شود رابطه بین این تغییرات و عملکردهای شناختی نیز بررسی شود.

۳- پیشنهاد می‌شود رابطه بین توان مطلق موج آلفا و ولع مصرف در افراد دارای اختلال مصرف متآمفتامین نیز بررسی شود.

تشکر و قدردانی:

تحقیق حاضر برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد 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 ستاد مبارزه با مواد مخدر استان آذربایجان شرقی، کمپ ترک اعتیاد نجات (ماده ۱۶) شهر تبریز و شرکت‌کنندگان در این پژوهش تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع:

اصغری، الهام؛ نظری، محمدعلی؛ باباپورخیرالدین، جلیل؛ احمدی، اسماعیل (۱۳۹۵). تأثیر چالش شناختی بر الگوی الکتروآنسفالوگرافی کمی .فصلنامه علمی ـ پژوهشی عصب روانشناسی،۲(۴)، ۹۱-۱۰۶.

انجمن روانپزشکی آمریکا (۲۰۱۳). راهنمای تشخیصی و آماری اختلال های روانی (DSM5)، ویرایش پنجم. ترجمه: رضاعی، ف.، فخرایی، ع.، فرمند، آ.، نیلوفری، ع.، هاشمی آذر، ژ.، و شاملو، ف. (۱۳۹۳)، تهران: کتاب ارجمند.

حداد، شیما؛ خسروی، معصومه؛ نجفی، محمود و صباحی، پرویز (۱۳۹۳). مقایسه عملکرد توجه درافراد وابسته و غیروابسته به متامفتامین. مجله روا شناسی بالینی،۹(۳۴)، ۲۳-۳۶.

عزیزی، حسن؛ صبوری، احسان؛ قادری، سلمان؛ سیدحسین علاقبند، آذر (۱۳۹۲). بررسی تأثیر متآمفتامین بر خانوادهها و بیماران مراجعه کننده به مراکز درمان اعتیاد شهر تهران در سال ۱۳۹۱. مجله دانشکده پرستاری و مامایی ارومیه، ۱۱(۱۱) ، ۹۲۵-۹۳۵.

قاسمی، نظام الدین؛ کیانی، احمدرضا؛ زرهپوش، اصغر؛ ربیعی، مهدی و وکیلی، نجمه (۱۳۹۱). بررسی تفاوتهای سوگیری توجه، عملکرد اجرایی و زمان واکنش در مصرف کنندگان آمفتامین در مقایسه با افراد غیرمصرف کننده مواد. فصلنامه اعتیاد پژوهی سوءمصرف مواد، ۶(۲۳)، ۵۳-۶۴.

قهاری، شهربانو؛ ضرغامی، مهران (۱۳۹۶). درمان اعتیاد. تهران: انتشارات رشد.

مارد پور علیرضا (۱۳۹۶). اعتیاد و عملکردهای شناختی .فصلنامه سلامت اجتماعی و اعتیاد، ۴ (۱۵)، ۶۳-۹۲.

منصوریه، نسترن؛ محمودعلیلو,مجید؛ رستمی,رضا؛ هاشمی,تورج (۱۳۹۱). اثربخشی تحریک مکرر مغناطیسی فراقشری در کاهش ولع مصرف افراد سوءمصرف کننده متاآمفتامین. روانشناسی کاربردی، ۴(۲۴)، ۴۳-۵۶.

میرمهدی، سید رضا؛ کاظمی، الهام (۱۳۹۷). مقایسه فعالیت مکانیزم های مغزی فعال‌سازی-بازداری رفتاری (BAS/BIS) و کارکرد انعطاف‌پذیری شناختی در زنان مبتلابه اختلال مصرف مواد و زنان سالم . فصلنامه علمی ـ پژوهشی عصب روانشناسی،۴(۱۲)، ۱۰۱-۱۲۴.

نجاتی، وحید (۱۳۹۲). ارتباط بین کارکردهای اجرایی مغز با تصمیم‌گیری پرخطر در دانشجویان. مجله تحقیقات علوم رفتاری.۱۱(۴)، ۲۷۰-۲۷۸.

نرماشیری، عبدالواحد؛ اشرفی، حمیدرضا؛ رستمی، زینب؛ باقری فر، علی؛ همتی راد، گیتی (۱۳۹۶). اثربخشی تحریک الکتریکی فراقشری مغز بر بهبود سرعت پردازش شناختی توجه در افراد مبتلا به بیش‌فعالی و نقص توجه .فصلنامه علمی ـ پژوهشی عصب روانشناسی،۳(۱۱)، ۱۴۳-۱۵۸.

هادی‌زاده عصار،ساناز، حسینی شریف‌آباد، محمد، یادگاری مریم (۱۳۹۷). اثرات سمّیت متامفتامین بر سیستم عصبی .مجله علوم اعصاب شفای خاتم. ۶ (۳)، ۹۱-۹۹.

AlamMehrjerdy, Z., Noroozi, A., Barr, A.M., & Ekhtiari, H. (2012). Attention Deficits in chronic Methamphetamine users as a potential target for enhancing treatment efficiency. *Basic and Clinical Neuroscience*, 3(4), 5-14.

Amiaz R., Levy D., Vainiger D., Grunhaus L., & Zangen A. (2009). Repeated high-frequency transcranial magnetic stimulation over the dorsolateral prefrontal cortex reduces cigarette craving and consumption. *Addiction*, 104: 653–660.

Antal, A., Boros, K., Poreisz, C., Chaieb, L., Terney, D., & Paulus, W. (2008). Comparatively weak after-effects of transcranial alternating current stimulation (tACS) on cortical excitability in humans. *Brain stimulation*, 1(2), 97-105.

Barbey, A. K., Koenigs, M., & Grafman, J. (2013). Dorsolateral prefrontal contributions to human working memory. *Cortex*, 49(5), 1195-1205.

Blasi, G., Goldberg, T.E., Weickert, T., Das, S., Kohn, P., Zoltick, B., & Mattay, V. S. (2006). Brain regions underlying response inhibition and interference monitoring and suppression. *European Journal of Neuroscience*, 23(6), 1658-1664.

Camprodon J.A., Martinez-Raga J., Alonso-Alonso M., Shih M.C., & Pascual-Leone A. (2007). One session of high frequency repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) to the right prefrontalcortex transiently reduces cocaine craving. *Drug Alcohol Depend*, 86: 91–94.

Chib, V.S., Yun, K., Takahashi, H., & Shimojo, S. (2013). Noninvasive remote activation of the ventral midbrain by transcranial direct current stimulation of prefrontal cortex. *Translational Psychiatry*, 3(6), e268.

Davey, G.C. (2008). Psychopathology:

research, assessment and treatment in clinical psychology, 259-308.

Foster, J. J., Sutterer, D. W., Serences, J. T., Vogel, E. K., & Awh, E. (2017). Alpha-band oscillations enable spatially and temporally resolved tracking of covert spatial attention. *Psychological science*, 28(7), 929-941.

Helfrich, R. F., Schneider, T. R., Rach, S., Trautmann-Lengsfeld, S. A., Engel,A. K., & Herrmann, C. S. (2014b). Entrainment of brain oscillations by transcranial alternating current stimulation. Curr. Biol. 24, 333–339.

Janes, A.C., et al., (2010). Brain reactivity to smoking cues prior to smoking cessation predicts ability to maintain tobacco abstinence. *Biol. Psychiatry*, 67, 722–729.

Klimesch, W. (2012). Alpha-band oscillations, attention, and controlled access to stored information. *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. 16, No. 12, 607-617.

Levy, B. J., & Wagner, A. D. (2011). Cognitive control and right ventrolateral prefrontal cortex: reflexive reorienting, motor inhibition, and action updating. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1224(1), 40-62.

Li, X., Malcolm R.J., Huebner K, Hanlon C.A., Taylor J.J., Brady K.T. et al (2013). Low frequency repetitive transcranial magnetic stimulation of the left dorsolateral prefrontal cortex transiently increasescue-induced craving for methamphetamine: a preliminary study. *Drug Alcohol Depend*, 133: 641–646.

Liu J., Liu L., Chen Y., Wen N., Kosten T.R., et al. (2013). Gender differences in sociodemographic and clinical characteristics of methamphetamine inpatients in a Chinese population. *Drug Alcohol Depend*, 130, 94-100.

Mishra B.R,. Praharaj S.K., Katshu M.Z., Sarkar S., & Nizamie S.H. (2015). Comparison of anticraving efficacy of right and left repetitive transcranial magnetic stimulation in alcohol dependence: a randomized double-blind study. *J Neuropsychiatry Clin. Neurosci.*, 27: e54–e59.

Nasseri, P., Nitsche, M. A., & Ekhtiari, H. (2015). A framework for categorizing electrode montages in transcranial direct current stimulation. *Frontiers in human neuroscience*, 9, 54.

Nemati Mogadam M.R .(2008). Managing addiction as a chronic condition. *J Add*. 4&5:64-7.

Neuling, T., Rach, S., & Herrmann, C. S. (2013). Orchestrating neuronal networks: sustained after-effects of transcranial alternating current stimulation depend upon brain states. Front. Hum. *Neurosci*., 7:161.

Niedermeyer E., & Lopes da Silva, F. (2004). Electroencephalography: Basic Principles, Clinical

Applications, and Related Fields. *Lippincot Williams & Wilkins*.

Nozari, N., & Thompson-Schill, S. L. (2016). Left ventrolateral prefrontal cortex in processing of words and sentences. In Neurobiology of language (pp. 569-584). *Academic Press*.

Paratz E.D., Cunningham N.J., MacIsaac A.I (2015). The cardiac complications of methamphetamines. *Heart Lung Circ*., S1443950615014894.

Philiastides, M. G., Auksztulewicz, R., Heekeren, H. R., & Blankenburg, F. (2011). Causal role of dorsolateral prefrontal cortex in human perceptual decision making. *Current biology*, 21(11), 980-983.

Pripfl J., Tomova L., Riecansky I., Lamm C. (2014). Transcranial magnetic stimulation of the left dorsolateral prefrontal cortex decreases cue-induced nicotine craving and EEG delta power. *Brain Stimul*., 7: 226–233.

Radfar SR, Rawson RA (2014). Current research on methamphetamine:Epidemiology, medical and psychiatric effects, treatment and harm reduction efforts. *Addict Health*, 6: 146-154.

Rusyniak D.E. (2001). Neurologic manifestations of chronic methamphetamine abuse. *Psychiatr Clin. North Am*., 29(3): 641-55.

van Holstein, M., Froböse, M. I., O'Shea, J., Aarts, E., & Cools, R. (2018). Controlling striatal function via anterior frontal cortex stimulation. *Scientific reports*, *8*(1), 3312.

Vlahou, E. L., Thurm, F., Kolassa, I. T., & Schlee, W. (2014). Resting-state slow wave power, healthy aging and cognitive performance. *Scientific reports*, 4, 5101.

Vossen, A., Gross, J., & Thut, G. (2015). Alpha power increase after transcranial alternating current stimulation at alpha frequency (alpha-tACS) reflects plastic changes rather than entrainment. *Brain Stimul*., 8, 499–508.

Wolff, N., Zink, N., Stock, A. K., & Beste, C. (2017). On the relevance of the alpha frequency oscillation's small-world network architecture for cognitive flexibility. *Scientific reports*, 7(1), 13910.

Yun K., Park H.K., Kwon D.H., Kim Y.T., Cho S.N., et al. (2012) Decreased cortical complexity in methamphetamine abusers. *Psychiatry Res.*, 201:226-232.

Zaehle, T., Rach, S., & Herrmann, C. S. (2010). Transcranial alternating current stimulation enhances individual alpha activity in human EEG. *PloS one*, 5(11), e13766.