Journal of Psychological Science
Print ISSN: 1735-7462 Online ISSN: 2676-6639
Homepage: http://www.psychologicalscience.ir

Investigation the efficacy of transcranial alternating current stimulation (tACS) on craving and alpha wave absolute power of the frontal region in nicotine dependent individuals

Seyyed AbdolKarim Ghasemi[1], Ali Ghanaei ChamanAbad[2], AmirMohammad Mahdinia[3], Kiyanoosh Papi[4]
1. M.A in Cognitive Psychology, Department of Cognitive Psychology, Faculty of Education Sciences & Psychology, Ferdowsy University of Masshhad, Mashhad, Iran. E-mail: Karim.ghassemi76@gmail.com
2. Associate Professor, Department of Cognitive Psychology, Faculty of Education Sciences & Psychology, Ferdowsy University of Masshhad, Mashhad, Iran. E-mail: ghanaee@um.ac.ir
3. M.A in Cognitive Rehabilitation, Department of Cognitive Science, Faculty of Psychology, University of Tehran,Tehran, Iran. E-mail: Mahdini.am@gmail.com
4. M.A in Clinical Psychology, Department of Clinical Psychology,Faculty of Behavioral Sciences, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran. E-mail: Kiyanooshpapi92@gmail.com

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article history:
Received 25 September 2024
Received in revised form 23 October 2024
Accepted 27 November 2024
Published Online 31 December 2025

Keywords:
transcranial alternating current stimulation,
craving,
QEEG,
dorsolateral prefrontal cortex,
nicotine

ABSTRACT

Background: Technology-based interventions such as electrical brain stimulation may be effective in the craving and absolute power of the alpha wave of substance abusers, including nicotine dependents.

Aims: We conducted this study to investigate the effectiveness of transcranial alternating current stimulation (tACS) using alpha frequency on craving and absolute power of the alpha wave in nicotine-dependent individuals.

Methods: We used a pre-test/post-test quasi-experimental design with control and sham groups. We selected 30 eligible nicotine addicts from Mashhad city in the spring of 2022 using the available sampling method and randomly divided the subjects into three groups. We applied the intervention in 8 sessions for 20 minutes in the dorsolateral prefrontal cortex for the first group, sham interventions for the second group, and no intervention for the third group. We collected experimental data with the Fagerström Questionnaire (FTQ,1991), Quantitative Electroencephalogram (QEEG) and the craving use drugs questionnaire (Franken,2008). After eight sessions, we evaluated those people's craving and absolute power of the alpha wave and analyzed the results using multiple covariance analysis. The data was analyzed by multivariate analysis of variance and by SPSS 19 software.

Results: The effectiveness of Alpha-tACS intervention on short-term craving and absolute power of the alpha wave was significantly different in the experimental group compared to other groups (P= 0.001).

Conclusion: Alpha-tACS intervention effectively reduce craving,increase absolute power of the alpha wave in nicotine-dependent individuals.

Citation: Ghasemi, S.A., Ghanaei ChamanAbad, A., Mahdinia, A.M., & Papi, K. (2025). Investigation the efficacy of transcranial alternating current stimulation (tACS) on craving and alpha wave absolute power of the frontal region in nicotine dependent individuals. *Journal of Psychological Science*, 24(156), 149-163. 10.61186/jps.24.156.9

Journal of Psychological Science, Vol. 24, No. 156, 2025
© The Author(s). **DOI**: 10.61186/jps.24.156.9

✉ **Corresponding Author:** Ali Ghanaei ChamanAbad, Associate Professor, Department of Cognitive Psychology, Faculty of Education Sciences & Psychology, Ferdowsy University of Masshhad, Mashhad, Iran.
E-mail: ghanaee@um.ac.ir, Tel: (+98) 9151568183

Extended Abstract

Introduction

Smoking is one of the most important causes of death worldwide, and at the same time, it is challenging to avoid. Drug craving is defined as an urge to continue substance abuse. (Fagerström.,2002)Drug dependents use different terms to express their subjective feeling of craving.. Drug craving is disturbed in people addicted to tobacco, which may be defective. It is the basis of relapse in addicts. (Jansen et al.,2013) Various research shows that the induction of alpha waves in the Dorso Lateral PreFrontal Cortex(DLPFC) area can reduce cravings. (Paulus et al.,2011) Induction of this wave in these areas can increase Inhibitory control and purposeful behavior. Many researches have used alpha wave induction in these areas. (Bu et al.,2016) As a result, alpha wave induction in these areas can increase the absolute power of alpha wave in the DLPFC area. (Chib et al.,2013) There are various interventions to promote better Craving. One of these interventions is transcranial stimulation. The use of transcranial alternating electrical stimulation (tACS) is a method that can be effective in improving and promoting Craving. (Pandey et al.,2016) In Alpha-tACS, the input current frequency to the brain is adjusted between 8 and 12 Hz. Oscillations in the alpha-frequency band (8-12 Hz) represent an active mechanism to modulate the descending activities of the cerebral cortex. In the prefrontal region, alpha oscillations are related to inhibitory processes that is basis of Craving. (Herrmann et al.,2013) This study aims to investigate the effectiveness of Alpha-tACS stimulation on the Craving and Alpha wave Absolute power of the Frontal Region in nicotine dependent individuals.

Method

This study was conducted in a semi-experimental research design with a pre-test, post-test, plan with a control and sham group. The statistical population of this study included all right-handed men between the ages of 18 and 40 in Mashhad who had a strong nicotine addiction. These people included 30 people who were selected as available and randomly divided into three groups. Measurement tools include the Fagerström Questionnaire (FTQ), Quantitative Electroencephalogram (QEEG) and craving use drugs questionnaire.

This research used a double-channel transcranial electrical stimulation device with the brand name NEUROSTIM2 to apply a stimulation current of 2 mA in the DLPFC region. The stimulation was a 10 Hz alternative current, and in this way, the so-called Alpha-tACS protocol was applied to the subject during eight sessions of 20 minutes. After eight sessions, we evaluated those people's craving and absolute power of the alpha wave and analyzed the results using multiple covariance analysis. The data was analyzed by multivariate analysis of variance and by SPSS 19 software.

Results

In the present study, the mean and standard deviation of the age of the experimental group were 28.8 and 4.46, respectively, the sham group was 30.2 and 4.81, and the control group was 27.9 and 5.89. According to the statistical analysis, it can be concluded that by controlling the effect of the pre-test, based on group membership, there is a significant relationship in the variables of Craving and absolute power of alpha wave (post-test) ($P<0.001$) and. Also, the effect size in the Craving variable and absolute power of alpha wave in the post-test is 0.375.

Table 1. Summary of the results of multivariate covariance analysis for comparing the post-tests of the research variables in the experimental and control groups and sham group

Effect	Value	F	P	Effect Size
Pillais	0/67	3/05	0/03	0/18

According to the following information and performing a multivariate test, brain electrical stimulation intervention was generally effective on at least one of the performed variables (P= 0.019). Due to the low sample size, our emphasis is on the Pillai test.

Table 2. Results of one-way analysis of covariance in Mankova text for comparing post-tests with pre-tests in test and control groups and sham group

Effect	Dependent variable	df	Mean squared	F	P	η^2
group	Craving	1	84/1	65/97	0/001	0/39
	absolute power of the alpha wave F3	1	86/52	5/82	0/003	0/38
	absolute power of the alpha wave F4	1	58/50	5/86	0/003	0/35

According to the results of the above table, it can be concluded that by controlling the effect of the pre-test, based on the group membership in the craving variables (post-test) (P= 0.001), absolute alpha power at point F3 (P= 0.003) and absolute alpha power There is a significant relationship at point F4 (P= 0.003). Also, the effect size in 3 variables is equal to 0.39, 0.38 and 0.35 respectively.

Conclusion

In this study, people with severe nicotine dependence were treated with alternating electrical current stimulation of alpha frequency (10 Hz) in the dorsolateral prefrontal region to investigate this intervention's effectiveness on the Craving and absolute power of alpha wave in them. This study showed that, in line with the earlier findings, alternating current stimulation at a frequency of 10 Hz could significantly affect the Craving and absolute power of alpha wave of nicotine-dependent people. alternating electrical current stimulation of alpha frequency can increase the activity level of dorsolateral prefrontal area with this kind of changes in the dorsolateral prefrontal area which was our concern and as a result improve various cognitive processes including inhibition and as a result craving. In addition, the type of electrical stimulation performed was of the alpha frequency type, and the absolute increase of the alpha frequency in this area can speed up the improvement of cognitive processes, including inhibition. In confirmation of the results of the present research, a study also showed that stimulation with alpha wave increases the absolute power of this wave (Vossen et al., 2015). However, the results in this field are contradictory. For example, in a research (Camprodon et al., 2007). It was shown that stimulating the right DLPFC and not the left with alpha waves reduces cravings in cocaine users. On the other hand, an important research showed that the induction of alpha waves on the left side reduces the craving for drugs. (Pripfl et al., 2014) In this research, the aim was to stimulate both the right and left DLPFC regions and examine the change in the absolute power of alpha waves, and it is not clear whether the reduction in cravings is due to the induction of alpha waves on the right or left side. Therefore, we need more research in this field.

This study, like other studies, has limitations. All the subjects in this study were male and female subjects that were not included in this study. It is better to use female subjects in future research. Also, in this research, available sampling method was used. As a result, caution should be exercised in generalizing the results.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines: This article is taken from the A thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the masters degree of cognitive psychology in university Ferdowsi of Mashhad(IR.UM.REC.1400.366) .In order to maintain the observance of ethical principles in this study, an attempt was made to collect information after obtaining the consent of the participants. Participants were also reassured about the confidentiality of the protection of personal information and the presentation of results without mentioning the names and details of the identity of individuals

Funding: This study was conducted as a thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the masters degree of cognitive psychology with no financial support.

Authors' contribution: The first author was the senior author, the second was colleague and the third was the supervisor.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest for this study.

Acknowledgments: I would like to appreciate the supervisor, in the study.

مجله علوم روانشناختی

شاپا چاپی: ۷۴۶۲-۱۷۳۵ شاپا الکترونیکی: ۶۶۳۹-۲۶۷۶

Homepage: http://www.psychologicalscience.ir

اثربخشی تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای با جریان متناوب (tACS) بر ولع مصرف و توان مطلق موج آلفای ناحیه‌ی پیشانی در افراد وابسته به نیکوتین

سید عبدالکریم قاسمی[۱]، علی غنایی چمن‌آباد[۲]✉، امیرمحمد مهدی‌نیا[۳]، کیانوش پاپی[۴]

۱. دانشجو ی کارشناسی ارشد روانشناسی شناختی، گروه روانشناسی شناختی، دانشکده علوم‌تربیتی و روانشناسی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران.

۲. دانشیار، گروه روانشناسی شناختی، دانشکده علوم‌تربیتی و روانشناسی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران.

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد توانبخشی شناختی، گروه علوم شناختی، دانشکده روانشناسی، دانشگاه تهران، ایران.

۴. دانشجوی کارشناسی ارشد روانشناسی بالینی، گروه روانشناسی بالینی، دانشکده علوم‌رفتاری، دانشگاه علوم توانبخشی و سلامت اجتماعی، تهران، ایران.

مشخصات مقاله

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۰۴
بازنگری: ۱۴۰۳/۰۸/۰۲
پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۰۷
انتشار برخط: ۱۴۰۴/۱۰/۱۰

کلیدواژه‌ها:
تحریک فراجمجمه‌ای متناوب الکتریکی،
ولع مصرف،
نقشه مغزی،
قشر پیشانی خلفی جانبی،
نیکوتین

چکیده

زمینه: امروزه اعتیاد به نیکوتین مشکلات زیادی در زمینه ی بازداری، فرایندهای شناختی و تغییر امواج مغزی افراد بوجود آورده است. با توجه اهمیت بالا بردن قدرت ترک افراد و شکاف تحقیقات در زمینه ی مداخلات از جنس تحریکات الکتریکی متناوب پژوهش‌های بیشتر در این زمینه، برای رسیدن به پروتکل درمانی، ضروری بنظر میرسد.

هدف: هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای با جریان متناوب (tACS)، بر فعالیت موج آلفای ناحیه‌ی پیشانی در افراد وابسته به نیکوتین بود.

روش: طرح پژوهش در این مطالعه نیمه آزمایشی از نوع پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه گواه و شم بود. از جامعه آماری افراد وابسته به نیکوتین در شهر مشهد، ۳۰ نفر واجد شرایط و از روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند. آزمودنی‌ها به صورت تصادفی به ۳ گروه ۱۰ نفره تقسیم شدند. گروه اول تحریک را در ۸ جلسه به مدت ۲۰ دقیقه و در ناحیه پیش پیشانی خلفی جانبی دریافت کردند. گروه دوم به شکل شم تحریک شده و گروه سوم به صورت گواه هیچ تحریکی دریافت نکردند. داده های این مطالعه توسط پرسشنامه فاگستروم (فاگستروم،۱۹۹۱)، سنجش وسوسه مواد (فرانکن،۲۰۰۸) و نقشه ی مغزی (QEEG) جمع آوری شدند. بعد از ۸ جلسه ولع مصرف و توان مطلق موج آلفا افراد ارزیابی شدند و نتایج توسط روش تحلیل کوواریانس چند متغیره ارزیابی شد. همچنین برای تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ و سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده شد.

یافته‌ها: اثربخشی مداخله ی تحریک الکتریکی فراجمجمه ای با جریان متناوب بر ولع مصرف و توان مطلق موج آلفا در کوتاه‌مدت به طور معناداری در گروه آزمایش با گروه گواه و شم متفاوت بود (P= ۰/۰۰۱).

نتیجه‌گیری: مداخله تحریک الکتریکی فراجمجمه ای با جریان متناوب بر کاهش ولع مصرف و افزایش توان مطلق موج آلفا در کوتاه مدت در افراد وابسته به نیکوتین موثر است. در نتیجه این روش ممکن است در آینده با پژوهش های بیشتر برای کاهش ولع مصرف و افزایش توان مطلق موج آلفا در ناحیه ی پیشانی افراد وابسته به نیکوتین مورد استفاده قرار بگیرد.

استناد: قاسمی، سید عبدالکریم؛ غنایی چمن‌آباد، علی؛ مهدی‌نیا، امیرمحمد؛ و پاپی، کیانوش (۱۴۰۴). اثربخشی تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای با جریان متناوب (tACS) بر ولع مصرف و توان مطلق موج آلفای ناحیه‌ی پیشانی در افراد وابسته به نیکوتین. مجله علوم روانشناختی، دوره ۲۴، شماره ۱۵۶، ۱۴۹-۱۶۳.

مجله علوم روانشناختی، دوره ۲۴، شماره ۱۵۶، ۱۴۰۴. DOI: 10.61186/jps.24.156.9

© نویسندگان.

✉ **نویسنده مسئول:** علی غنایی چمن‌آباد، دانشیار، گروه روانشناسی شناختی، دانشکده علوم‌تربیتی و روانشناسی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران. رایانامه: ghanaee@um.ac.ir

تلفن: ۰۹۱۵۱۵۶۸۱۸۳

مقدمه

بر اساس برآوردهای سازمان جهانی بهداشت نزدیک به یک میلیارد سیگاری در جهان سالانه حدود شش تریلیون نخ سیگار مصرف می‌کنند. تخمین‌ها نشان می‌دهد که در چند سال آینده تنها مصرف سیگار سبب مرگ بیش از ده میلیون نفر در هر سال خواهد شد (فاگستروم، ۲۰۰۲). بین ۷۰ تا ۸۰ درصد افراد مصرف‌کننده سیگار به عنوان افراد وابسته به سیگار طبقه‌بندی می‌شوند (هارمسن و همکاران، ۲۰۰۶). تحقیقات مختلفی نشانگر این است که افراد سیگاری در مقایسه با افراد غیر سیگاری به نسبت بیشتری دچار بیماری‌های روان‌پریشی، ناسازگاری اجتماعی (کیم و همکاران، ۲۰۱۴)، اضطراب (کلی و همکاران، ۲۰۲۰) افسردگی غمگینی نگرانی و بیماری‌های قلبی عروقی و تنفسی (استابز و همکاران، ۲۰۱۸) می‌شود. همچنین مصرف سیگار می‌تواند تأثیر طولانی‌مدت بر کنش‌های اجرایی بخصوص بازداری و در نتیجه‌ی آن ولع مصرف داشته باشد (امینی و همکاران، ۲۰۲۱).

یکی از تجربه های وابستگی به مواد، ولع یا وسوسه است که به عنوان پدیده ای مرکزی و یکی از عوامل اصلی سوء مصرف مواد و بازگشت به اعتیاد پس از دوره‌های درمانی درنظر گرفته می‌شود. در فرآیند درمان در افراد وابسته به مواد، پس از رسیدن به حالت پرهیز از مواد، میل شدیدی برای تجربه دوباره اثرات مواد، در افراد دیده می‌شود. فراوانی و شدت ولع مصرف به ندرت ناپدید می‌شود. بنابراین تشخیص و درمان این پدیده بالینی به عنوان یکی از عوامل شکست درمان دارای اهمیت زیادی می‌باشد (تیفانی و همکاران، ۲۰۱۲). با توجه به تصویر برداری‌های مغزی، قشر پیش پیشانی پشتی جانبی نقش مهمی در ولع مصرف و نیز اختلالات خلقی و شناختی دارد. بر اساس مطالعات در اختلالات اعتیادی تغییراتی مانند تغییر در ریتم فعالیت امواج مغزی در مناطق پیش پیشانی مغز، به ویژه در کورتکس پیش پیشانی پشتی جانبی شناسایی شده است. مشخص شده است که این تغییرات مغزی با ولع مصرف مواد همراه می‌شود (جنسن و همکاران، ۲۰۱۳).

بررسی و تحلیل امواج مغزی (EEG)[1] افراد مصرف‌کننده مواد نشان می دهد که فعالیت امواج مغزی بویژه آلفا در سطح قشر مغز این افراد نسبت به افراد عادی کاهش یافته است. امکان دارد که این کاهش نشان‌دهنده کاهش کلی متابولیسم قشر و اتصالات عملکردی مغز باشد. کاهش متابولیسم مغزی می‌تواند به نقص در کارکردهای شناختی در مصرف کنندگان مواد نسبت به افراد عادی شود (یان و همکاران، ۲۰۱۲). مستندات پژوهشی بیانگر آن است که افزایش فعالیت در مناطق دخیل در احساسات پاداش (آمیگدال[2] و استریاتوم[3]) با میل به مصرف مواد مخدر ارتباط دارد. تحقیقات اخیر مشخص کرده‌اند که تحریک ناحیه پیش پیشانی موجب کاهش پردازش مربوط به پاداش در مناطق دخیل در آن می‌شود (ون هولشتین و همکاران، ۲۰۱۸). به بیان دیگر هرچه فعالیت این نقاط کاهش پیدا کند توان غلبه به ولع مصرف مواد که از فعالیت مناطق پاداش ناشی می‌گردد کاهش پیدا می‌کند. فرض بر آن است که در افراد مصرف‌کننده مواد هنگام افزایش ولع مصرف فعالیت ناحیه VMPFC[4] بیشتر می‌شود و متقابلاً نواحی DLPFC[5] و ACC[6] با کاهش فعالیت همراه است (چیب و همکاران، ۲۰۱۳).

همچنین پژوهش‌ها در خصوص نقش آلفا در کارکردهای شناختی نشانگر آن است که این موج در عملکردهای توجهی نظیر بازداری نسبت به محرک‌های مزاحم (کلیمش و همکاران، ۲۰۱۲)، توجه فضایی (فاستر و همکاران، ۲۰۱۷) و حافظه کاری (باربی و همکاران، ۲۰۱۳) نقش دارد و همان‌طور که ذکر شد افراد مصرف‌کننده مواد در این کارکردها دچار ضعف هستند.

با توجه به مطالب بیان شده به نظر می‌رسد که با اصلاح الگوی امواج مغزی، بویژه پیشانی، می‌توان امیدوار بود که روند بهبودی این افراد حاصل شود. مداخلات مختلفی برای ارتقاء فرآیندهای عالی شناختی وجود دارد. یکی از این مداخلات، تحریکات فراجمجمه‌ای می‌باشد. استفاده از تحریک الکتریکی متناوب فراجمجمه‌ای[7] (tACS) روشی است که می‌تواند برای بهبود و ارتقای بازداری و در نتیجه‌ی آن ولع مصرف مؤثر واقع شود. tACS یک روش تحریک غیرتهاجمی است که برخلاف تحریک الکتریکی

1. electroencephalogram
2. Amygdala
3. Striatum
4. Ventromedial prefrontal cortex
5. Dorsolateral prefrontal cortex
6. Anterior cingulate cortex
7. Transcranial Alternating Current Stimulation

مستقیم فراجمجمه ای[1] (tDCS) از جریان متناوب برای تحریک مغز استفاده می کند. این نوع تحریک برای تعدیل نوسانات مربوط به یک فرکانس خاص مغز مناسب می باشد (اوندن، ۱۹۹۹). در Alpha-tACS جریان ورودی به مغز بین ۸ تا ۱۲ هرتز تنظیم می شود (هرمان و همکاران، ۲۰۱۳) نوسانات در باند فرکانس آلفا (۱۲-۸ هرتز) نشان دهنده یک مکانیسم فعال برای تعدیل فعالیت های نزولی قشر مغز است (واسن و همکاران، ۲۰۱۵). در ناحیه پیش پیشانی، نوسانات آلفا به فرآیندهای بازدارنده و رفتار هدفمند در افراد سالم و بزرگسالان مبتلا به موادمخدرکمک می کند (بورقینی و همکاران، ۲۰۱۳).

متأسفانه، اطلاعات کمی در مورد مصرف مزمن نیکوتین و آسیب های مغزی و شناختی وجود دارد. هرچند شواهدی درمورد نقص بازداری و ولع مصرف در افراد وابسته به نیکوتین و اثر سیگار بر بعضی ساختارهای مغزی وجود دارد که در ادامه به بیان آن میپردازیم. مطالعات تصویربرداری عصبی ناهنجاری‌های ساختاری، مانند کاهش حجم و تراکم ماده خاکستری قشر مغز در ناحیه‌ی پیش پیشانی خلفی جانبی، پیش پیشانی و سینگولیت قدامی را کشف کردند. با گذشت زمان، مصرف مداوم نیکوتین ممکن است کاهش فعالیت در نواحی جلویی را تشدید کند، که ممکن است با مشکلاتی در قطع مصرف نیکوتین، صرف نظر از پیامدهای منفی طولانی مدت همراه باشد. در نهایت، تکنیک‌های جدید تحریک مغز، مانند TMS[2] و tDCS، شروع به هدف قرار دادن نواحی جلویی مغز، برای کاهش رفتارهای مرتبط با تنظیم کنترل بر جستجوی مواد تلاش کرده‌اند. مطالعات اولیه در مورد اثرات تحریک مغزی پیش پیشانی خلفی جانبی در گروه‌های وابسته به کوکائین، الکل و نیکوتین نشان داده‌اند که تحریک نواحی پیشانی به طور موقت سطوح مصرف مواد مخدر و ولع مصرف را کاهش می‌دهد (پاندی و همکاران، ۲۰۱۶).

همچنین تحریک Alpha-tACS در ناحیه پیش پیشانی خلفی جانبی نیز می تواند تأثیر معناداری در بهبود بازداری و در نتیجه کاهش ولع مصرف داشته باشد. Alpha-tACS درناحیه پیش پیشانی خلفی جانبی چپ باعث افزایش توان امواج آلفا در نواحی پیش پیشانی مغز می شود. نوسانات آلفا که در فرآیندهای مهاری و رفتار هدفمند در افراد سالم و بزرگسالان مبتلا به مواد مخدر نقش دارد باعث می شود که ولع مصرف افراد بهبود پیدا کند (فیل و همکاران، ۲۰۱۰). تحقیق دیگری نشانگر این است که با تحریک از نوع Alpha-tACS می توان توان مطلق امواج آلفا را در حیطه پیش پیشانی خلفی جانبی افراد مصرف کننده موادمخدر افزایش داد که تقویت امواج آلفا با فرایندهای شناختی مختلف مانند بازداری رابطه دارد و باعث بهبودی آن می شود (داتر و همکاران، ۲۰۲۰).

با توجه به شیوع اعتیاد به نیکوتین در جامعه ایران و رسیدن سن سیگار بین ۱۳ تا ۱۵ سالگی این امر حیاتی به نظر میرسد که مطالعات بیشتری درباره مداخلات نوظهور مانند تحریکات غیرتهاجمی مغزی انجام شود تا اثربخشی این مداخلات مشخص گردد. از آنجایی که تعدیل امواج الکتریکی آلفا در نواحی جلوی سر و کاهش ولع مصرف نقش موثری در ترک اعتیاد دارد و با توجه به پژوهش های اندکی که در رابطه با این نوع پروتکل درمانی صورت گرفته است، ضروری بنظر میرسد که تحقیقات بیشتری در بهبود این دو مؤلفه صورت بگیرد. بنابراین هدف انجام این مطالعه این است که: آیا تحریک Alpha-tACS بر ولع مصرف و توان مطلق موج آلفا افراد وابسته به نیکوتین در ناحیه ی پیش پیشانی خلفی جانبی اثربخشی معناداری دارد؟

روش

الف) طرح پژوهش و شرکت‌کنندگان: این مطالعه در قالب طرح پژوهش حاضر از نوع نیمه آزمایشی با طرح پیش‌آزمون، پس‌آزمون با گروه گواه و شم انجام شد.

جامعه آماری این مطالعه در سال ۱۴۰۱ شامل تمام مردان راست دست در دامنه سنی ۱۸ تا ۴۰ ساله شهرستان مشهد دارای وابستگی شدید به نیکوتین بود. از آنجایی که ون وورهیس و مورگان (ون وریس و همکاران، ۲۰۰۷) حداقل حجم نمونه را برای پژوهش‌های آزمایشی ۷ نفر در هر گروه پیشنهاد کرده اند، نمونهٔ آماری این مطالعه شامل ۳۰ نفر بود که به صورت در دسترس انتخاب و به شکل تصادفی در ۳ گروه تقسیم شدند. ملاک ورود شامل مردان راست دست بین سنین ۱۸ تا ۴۰ سال بود که دارای تحصیلات دیپلم و بالاتر از دیپلم باشند. همچنین نمرات متوسط و شدیدی در تست وابستگی به نیکوتین (نمره ۴ به بالا) هم کسب کرده باشند و سابقه ی اختلالات روانپزشکی (براساس مصاحبه تشخیصی بالینی) و مصرف دارو را در یک سال گذشته نداشته باشند. تمام بررسی‌های اختلالات روانپزشکی

[1]. Transcranial Direct Current Stimulation

[2]. Transcranial magnetic stimulation

و معیارهای ورود به پژوهش توسط روانشناس بالینی کلینیک صورت گرفت. معیارهای خروج شامل تشخیص اختلال‌های روانپزشکی و استفادهٔ از داروهایی افسردگی و همچنین بیماری های نورولوژیک مانند صرع، تیروئید، دیابت و سرطان بود.

جهت ورود به این مطالعه آزمودنی ها به پرسشنامه وابستگی به نیکوتین پاسخ دادند و افرادی که نمره متوسط یا بالا را دریافت کردند برای آزمایش انتخاب شدند. توضیحات لازم درباره هدف و روند آزمایش به شرکت کنندگان داده شد و آزمودنی ها رضایت آگاهانه خود را اعلام کردند. شرکت در این پژوهش داوطلبانه و اختیاری بود و تمامی اطلاعات آزمودنی ها محفوظ ماند. پرسشنامه ولع مصرف و نقشه مغزی از آزمودنی ها گرفته شد. سپس برای شروع مداخله در اولین گروه جریان tACS (۱۰ هرتز) در حیطه پیش پیشانی خلفی جانبی چپ و راست در مدت ۲۰ دقیقه و طی ۸ جلسه اعمال شد. شیوه ی مداخله در این پژوهش از طریق گایدلاین های معتبر و مقالات مختلف انتخاب شد (لافاچر و همکاران، ۲۰۱۷؛ فرگنی،۲۰۲۱). در گروه شم، رمپ آمپ ۳۰ ثانیه ای در شروع و پایان تحریک با جریان ۲ میلی آمپر به مدت ۲۰ دقیقه و طی ۸ جلسه اعمال شد. در این گروه آزمودنی ها از اینکه جریان شم دریافت می کنند، آگاهی نداشتند. گروه سوم، گروه گواه این پژوهش می باشد که هیچگونه مداخله ای دریافت نمی کنند. در پایان ۸ جلسه ی مداخله مجددا پرسشنامه ولع مصرف و نقشه ی مغزی گرفته شد. در این مطالعه جهت بررسی متغیرهای دموگرافیک از روشهای آمار توصیفی مانند میانگین و انحراف معیار استفاده شد. همچنین جهت آزمون فرضیه‌ها و مقایسهٔ متغیرهای وابسته در پیش‌آزمون و پس‌آزمون از روش تحلیل کوواریانس چند متغیره استفاده شد. برای برقراری پیش شرط‌های آزمون از جمله نرمال بودن توزیع داده ها، همگنی واریانس‌ها و کوواریانس ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ و سطح معنی‌داری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

ب) ابزار

پرسشنامه فاگرستروم[1] (FTQ). آزمون فاگستروم (فاگستروم، ۱۹۸۹) یک ابزار استاندارد برای سنجش شدت اعتیاد به نیکوتین می باشد. این ابزار از شش گویه تشکیل شده است که کمیت مصرف سیگار، اجبار به مصرف و وابستگی به آن را میسنجد و در یک مقیاس لیکرتی ۵ تایی تهیه شده است. این پرسشنامه بین ۰ تا ۱۰ نمره گذاری می شود و افرادی که نمره بالاتر از ۴ یا بالاتر کسب کنند دارای وابستگی متوسط و نمره بالاتر از ۷ وابستگی شدید به نیکوتین هستند. پایایی این آزمون ۰/۹ بدست آمده است و همچنین اعتبار و روایی این آزمون در ایران توسط حیدری و همکاران (۲۰۰۷) مورد تطبیق قرار گرفته است. آلفای کرونباخ در این پژوهش ۰/۸۸ بدست آمده است.

پرسشنامه ولع مصرف[2]: این پرسشنامه شامل ۱۴ سوال می باشد که توسط فرانکن (۲۰۰۸) ساخته شده است. این پرسشنامه از مقیاس میل به الکل مشتق شده است که برای وابستگان به هروئین مورد استفاده قرار می گیرد؛ اما به علت توانایی سنجش کلی مواد، بعدها در سنجش ولع سایر مواد به کار رفت. این ابزار ولع کنونی را بررسی کرده و دارای سه خرده مقیاس میل به مصرف مواد تقویت منفی و کنترل ادراک شده بر مصرف مواد است. این پرسشنامه بر اساس مقیاس ۷ تایی لیکرت (کاملا مخالف تا کاملا موافق) میباشد و نمره گذاری آن از یک تا هفت می باشد. بیشترین نمره ۹۸ و کمترین نمره ۱۴ می‌باشد. فرانکن (۲۰۰۳) اعتبار کلی این مقیاس را به روش آلفای کرونباخ ۰/۸۵ و برای خرده مقیاس های میل به مصرف و قصد مصرف مواد، تقویت منفی و کنترل ادراک شده بر مصرف مواد به ترتیب ۰/۸۰، ۰/۷۷ و ۰۷۵ گزارش کردند. در پژوهش دیگر (اکبری‌زاده و همکاران، ۲۰۲۱) مقدار آلفای کرونباخ کلی برای مصرف کنندگان تریاک ۰,۹۶ مصرف کنندگان کراک ۰/۹۵، مصرف کنندگان متآمفتامین ۰/۹۰ و مصرف کنندگان هروئین کشیدنی ۰/۹۴ مصرف کنندگان هروئین استنشاقی ۰/۹۴ مصرف کنندگان تزریقی ۰/۹۸ گزارش شده است. در پژوهش حاضر نیز آلفای کرونباخ ۰/۸۷ برای این پرسشنامه به دست آمد.

الکتروانسفالوگرام: الکتروانسفالوگرام ابزار ویژه ثبت فعالیت الکتریکی مغز است که مراحل تکنولوژی آن شامل اخذ سیگنال توسط الکترودهای سطحی، بهبود سیگنال (معمولاً تقویت و حذف نویز)، چاپ سیگنال و آنالیز آن می‌شود. امواج حاصل از فعالیت قشر مخ فرد با استفاده از الکترودهای متصل به جمجمه وارد دریافت شده و با انجام یکسری عملیات ریاضی این امواج به عدد تبدیل می‌شود. برای داشتن امکان مقایسه نتایج ثبت سیگنال مغزی و امکان تعمیم نتایج، یک شیوه چیدمان الکترود به

[1]. Fagestrom questionnaire

[2]. craving questionnaires

عنوان استاندارد بین‌المللی شناخته شده است. این چیدمان جهانی الکترودها که به عنوان استاندارد ۱۰-۲۰ شناخته می‌شود، امکان پوشاندن تقریباً تمام نواحی سر توسط الکترودها را فراهم می‌کند. انتخاب محل الکترودها براساس نقاط ویژه استخوان جمجمه فراهم می‌آید. الکترودها در نواحی تلاقی سطوح استخوان جمجمه قرار می‌گیرند و سایر الکترودهای میانی براساس ۱۰ و ۲۰ درصد کل فاصله چیده می‌شوند. تحقیقات نشان داده است می‌توان از این تکنولوژی به عنوان ابزاری با اعتبار بالای تشخیصی در اختلالات روان‌شناختی استفاده کرد (هاموند، ۲۰۰۷). نام دستگاه مورد استفاده جهت ثبت امواج مغزی در پژوهش حاضر میتسار «Mitsar» ساخت کشور روسیه است که تعداد کانال‌های آن ۱۹، نوع مونتاژ مونوپلار و سیستم بین المللی ۱۰-۲۰ و طیف امواج یک تا ۳۰ هرتز برای موج دلتا، تتا، آلفا، بتا و بتای بلند (۲۵ تا ۳۰ هرتز) ثبت گردیده است. نرخ نمونه برداری در این روش ۵۰۰ هرتز و آستانه مقاومت ۵ کیلو اهم می‌باشد. ناچ فیلتر ۴۵-۵۵، فیلتر بالاگذر ۵۰ هرتز و فیلتر پایین‌گذر ۰/۳ هرتز و شرایط ثبت در حالت استراحت چشم بسته و چشم باز هرکدام به مدت ۵ دقیقه است.

تحریک مغز: در tACS مانند tDCS از دو الکترود استفاده می‌کنیم و جریان ضعیفی را (حداکثر ۲ میلی آمپر) به آزمودنی اعمال می‌کنیم در tACS دو الکترود به اندازه‌های مختلف داریم (۲۵ یا ۳۵ سانتی‌متر مربع) که در این مطالعه از الکترود ۲۵ سانتی‌متری مربع استفاده شد. مزیت tACS، نسبت به tDCS این است که از طریق اعمال جریان‌های الکتریکی سینوسی به مغز، دستکاری و تغییر نوسان امواج مغز را امکان‌پذیر می‌کند (آنتال و همکاران، ۲۰۰۸).

در این تحقیق از دستگاه تحریک الکتریکی فرا جمجمه ای دوکاناله با نام تجاری NEUROSTIM2 استفاده شد. از این دستگاه به منظور تحریک ۲ میلی‌آمپری در ناحیه DLPFC استفاده شد. این تحریک به شکل نوسانی و ۱۰ هرتز در ثانیه صورت پذیرفت و به این شکل اصطلاحا پروتکل Alpha-tACS بر فرد آزمودنی در طی ۸ جلسه ۲۰ دقیقه ای اعمال گردید.

یافته‌ها

در این مطالعه ۳۰ نفر شرکت کننده به ۳ گروه ۱۰ نفره تقسیم شدند. میانگین و انحراف معیار متغیر سن ۳۰ نفر افراد (۵/۰۰) ۲۸/۹۷ و گروه آزمایش، شم و کنترل به ترتیب (۴/۴۶) ۲۸/۸۰، (۴/۸۰) ۳۰/۲۰ و (۵/۸۹) ۲۷/۹۰ بود. همچنین از نظر تحصیلات ۲۶ نفر کارشناسی و ۴ نفر دیپلم در ۳ گروه تقسیم شدند. از افراد کارشناسی ۹ نفر در گروه کارشناسی، ۹ نفر در گروه شم و ۸ نفر در گروه گواه قرار گمارش شدند و از افراد دیپلم ۱ نفر در گروه آزمایش، ۱ نفر در گروه شم و ۲ نفر در گروه گواه گمارش شدند.

جدول ۱ شاخص‌های کجی و کشیدگی متغیر ولع مصرف را نشان می‌دهد. هرگاه این شاخص در محدوده ۱/۹۶± باشد، شکل توزیع داده‌ها نرمال است. نرمال بودن یکی از مفروضه‌های آزمون‌های پارامتریک آماری است. نتایج بدست آمده حاکی از این است که توزیع داده‌ها نرمال است.

برای بررسی اثربخشی مداخله بر روی دو متغیر وابسته از تحلیل کوواریانس استفاده شد که نتایج آن در جدول ۲ آورده شده است.

باتوجه به اطلاعات زیر و انجام آزمون چندمتغیره مداخله‌ی تحریک الکتریکی مغزی به طور کلی بر روی حداقل یکی از متغیرهای انجام شده موثر بوده است (P= ۰/۰۱۹). با توجه به پایین بودن حجم نمونه تأکید ما بر آزمون پیلایی می‌باشد برای مشخص شدن جزییات اثرگذاری مداخله از جدول ۳ استفاده می‌کنیم.

جدول ۱. مقادیر کجی و کشیدگی متغیر ولع مصرف به تفکیک گروه‌ها

متغیر	زمان	گروه شم		گروه گواه		گروه آزمایش	
		کجی	کشیدگی	کجی	کشیدگی	کجی	کشیدگی
ولع مصرف	پیش‌آزمون	۰/۳۵	۰/۷۷	۰/۴۰	۰/۶۱	۰/۸۸	۰/۲۵
	پس‌آزمون	۰/۷۲	-۰/۴۲	-۰/۷۱	-۰/۷۱	۰/۳۴	-۰/۱۵

جدول ۲. مقادیر میانگین و انحراف معیار متغیرهای مورد مطالعه به تفکیک گروه‌ها

ولع مصرف	زمان	
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
آزمایش	۶۰/۴۲ (۹/۸۸)	۵۹/۳۱ (۷/۶۸)
شم	۶۰/۳۳ (۹/۱۷)	۶۰/۴۱ (۹/۴۰)
گواه	۶۰/۲۰ (۹/۵۱)	۶۰/۱۸ (۹/۴۲)
	توان مطلق آلفا در نقطه ی F3	
آزمایش	۱۰/۵۰ (۳/۵۷)	۱۳/۴۴ (۵/۴۲)
شم	۱۰/۷۵ (۳/۸۰)	۱۰/۷۰ (۳/۷۹)
گواه	۱۰/۸۰ (۳/۸۲)	۱۰/۷۸ (۳/۷۸)
	توان مطلق آلفا در نقطه ی F4	
آزمایش	۱۰/۴۰ (۳/۶۰)	۱۳/۳ (۴/۶۸)
شم	۱۰/۳۲ (۴/۲۲)	۱۰/۹۵ (۴/۱۹)
گواه	۱۰/۲۲ (۴/۱۹)	۱۰/۰۳ (۴/۰۲)

مقادیر به صورت "(انحراف معیار) میانگین" نشان داده شده است.

جدول ۳. نتایج تحلیل کوواریانس برروی میانگین نمرات ولع مصرف و توان مطلق موج آلفا در نقاط F3 و F4

نام آزمون	مقدار	فرضیه DF	خطا DF	F	سطح معنی‌داری	اندازه اثر
پیلایی	۰/۶۷	۴	۵۰	۳/۰۵	۰/۰۳	۰/۱۸
لامبدای ویلکز	۰/۶۳	۴	۴۸	۳/۱۱	۰/۰۲	۰/۲
اثر هتلینگ	۰/۵۸	۴	۴۶	۳/۳۵	۰/۰۱	۰/۲۲
بزرگ‌ترین ریشه‌ی روی	۰/۵۸	۲	۲۵	۷/۲۵	۰/۰۰۳	۰/۳۶

برای بررسی فرضیه ها از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد. قبل از استفاده از این آزمون ها پیش فرض ها بررسی شد. یکی از پیش فرض‌های آزمون تحلیل کوواریانس بررسی همگنی شیب رگرسیون متغیر در متغیرهاست، که براساس تجزیه و تحلیل های صورت گرفته در همه‌ی متغیرها، این پیش فرض برقرار بود. (در این مورد اگر سطح معناداری بیشتر از ۰/۰۵ باشد، مفروضه مورد نظر برقرار است). با توجه به اینکه در این پژوهش چند متغیر را در کنار یکدیگر مورد بررسی قرار داده‌ایم لذا آزمون بررسی چندمتغیره نیز انجام شد (هدف این آزمون این است که آیا ترکیب خطی متغیرهای وابسته دارای تفاوت معناداری است یا خیر). براین اساس ترکیب خطی متغیرهای وابسته براساس عضویت گروهی (متغیر مستقل) دارای تفاوت معناداری نمی‌باشد.

پس از بررسی مفروضه‌ها آزمون کوواریانس چند متغیره انجام شد، (متغیرهای پیش‌آزمون به عنوان کووریت) انتخاب شدند.

جدول ٤. نتایج تحلیل کوواریانس چندمتغیره

متغیر مستقل	متغیر وابسته	مجموع مجذورات	درجه‌آزادی	میانگین مجموع مجذورات	F	سطح معناداری	مجذور اتا
	ولع مصرف پس آزمون	۶۴/۳۰	۱	۸۴/۱	۶۵/۹۷	۰/۰۰۱	۰/۳۹
عضویت گروهی	توان مطلق آلفا در نقطه F3	۸۴/۲۱	۱	۸۶/۵۲	۵/۸۲	۰/۰۰۳	۰/۳۸
	توان مطلق آلفا در نقطه F4	۵۳/۲۲	۱	۵۸/۵۰	۵/۸۶	۰/۰۰۳	۰/۳۵

با توجه به نتایج جدول فوق می‌توان نتیجه گرفت که با کنترل اثر پیش‌آزمون، براساس عضویت گروهی در متغیرهای ولع مصرف (پس آزمون)(P= ۰/۰۰۱)، توان مطلق آلفا در نقطه F3 (P= ۰/۰۰۳) و توان مطلق آلفا در نقطه F4 (P= ۰/۰۰۳) ارتباط معناداری وجود دارد. همچنین اندازه اثر در ۳ متغیر به ترتیب برابر با ۰/۳۹، ۰/۳۸ و ۰/۳۵ است.

براساس اینکه متغیر ولع مصرف، توان مطلق آلفا در نقطه F3 و توان مطلق آلفا در نقطه F4 با حذف اثر پیش‌آزمون دارای تفاوت معناداری بود، به مقایسه گروهی در این متغیر در مراحل پس‌آزمون می‌پردازیم.

براساس اطلاعات جدول فوق تفاوت مشاهده در متغیر ولع مصرف در مرحله پس‌آزمون با حذف اثر پیش‌آزمون؛ میانگین گروه آزمایش با گروه شم (P= ۰/۰۰۵) و آزمایش با گواه (P= ۰/۰۰۵) دارای تفاوت معناداری

می‌باشد. تفاوت میانگین مشاهده شده بین گروه شم با گواه در مرحله پس آزمون از لحاظ آماری معنادار نمی‌باشد (P< ۰/۰۰۱).

در مورد متغیر توان مطلق آلفا در نقطه F3 در مرحله پس‌آزمون نیز با حذف اثر پیش‌آزمون، گروه آزمایش با شم (P= ۰/۰۰۳) و گروه آزمایش با گواه (P= ۰/۰۰۴) دارای تفاوت معناداری در میانگین هستند اما در این مرحله گروه شم با گروه گواه دارای تفاوت معناداری در میانگین نمی‌باشند (P= ۰/۹۸۵).

جدول ۵. مقایسه زوجی در مورد متغیر ولع مصرف و توان مطلق آلفا

متغیر	گروه ۱	گروه ۲	اختلاف میانگین	سطح معناداری
ولع مصرف (پس آزمون)	آزمایش	شم	۱/۱۱۵	۰/۰۰۵
		گواه	۱/۳۴۸	۰/۰۰۵
	شم	گواه	۰/۳۴۳	۱/۰۲
توان مطلق آلفا در نقطه F3 (پس‌آزمون)	آزمایش	شم	۲/۵۸۵	۰/۰۰۳
		گواه	۲/۲۸۲	۰/۰۰۴
	شم	گواه	۰/۱۶۲	۰/۹۸۵
توان مطلق آلفا در نقطه F4 (پس‌آزمون)	آزمایش	شم	۲/۰۱۵	۰/۰۰۵
		گواه	۲/۵۵۲	۰/۰۰۳
	شم	گواه	۰/۱۷۷	۰/۱۲۱

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف بررسی اثربخشی تحریک الکتریکی فراجمجمه ای با جریان متناوب (tACS) بر ولع مصرف و الگوی امواج مغزی نواحی F3 و F4 صورت گرفت. در این مطالعه افراد با وابستگی شدید به نیکوتین، تحت درمان تحریک جریان الکتریکی متناوب از نوع فرکانس آلفا (۱۰ هرتز) در ناحیه‌ی پیش پیشانی پشتی جانبی قرار گرفتند، تا میزان اثربخشی این مداخله بر مؤلفه های ولع مصرف و توان مطلق موج آلفا در ناحیه ی پیش پیشانی پشتی جانبی آن‌ها بررسی گردد. فعالیت مدارهای بخش پیش پیشانی مغز در ولع مصرف وبازداری ناشی از دیدن محرک در مطالعات اعتیاد به تکرار دیده شده اند (پالوس و همکاران،۲۰۱۱. بو و همکاران، ۲۰۱۶) از طرفی عنوان می شود که مناطق پیش پیشانی پشتی جانبی ساختارهای مهمی در بیان عملکردهای اجرایی مانند اعمال کنترل و بازداری رفتار هستند که مؤلفه بازداری، خود زمینه ساز اصلی ولع مصرف است (لی و همکاران، ۲۰۱۷). واکنش این نواحی به نشانه های مواد مخدر ممکن است منعکس کننده فرآیندی باشد که سیگاری ها در حضور نشانه ها در برابر تمایل خود به سیگار مقاومت می نمایند و نیز در مدارهای کنترل کننده رفتار نقش مهمی دارند (کوبر و همکاران، ۲۰۱۰). همچنین مطالعاتی مانند مطالعه مهمی که در سال ۲۰۰۴ که با روش تصویربرداری توموگرافی انتشار پوزیترون (PET) انجام شده بود، تاکید می کند که پاسخ لذت‌جویانه به سیگار متناسب با آزادسازی دوپامین در جسم مخطط انسان است، که این نواحی به اندازه زیادی در ارتباط با بخش پیش پیشانی پشتی جانبی هستند و از این مسیر ارتباطی در کنترل رفتارهای مرتبط با ولع مصرف سیگار وبازداری نقش دارند (انگلمن و همکاران، ۲۰۱۲) از طرفی تغییرات نوروپلاستیسیته و میزان اثرپذیری ناشی از تحریک یا بازداری قشر مغز از عوامل پاتوفیزیولوژیکی مهم در بسیاری از بیماری های عصبی روانی هستند. بنابراین، اصلاح فعالیت های قشر مغز با استفاده از تحریک غیر تهاجمی مغز ممکن است یک رویکرد درمانی ارزشمند باشد (یوان و همکاران، ۲۰۱۷). چرا که به نظر می‌رسد تحریک جریان متناوب فراجمجمه‌ای با تداخل مستقیم با ریتم‌های قشر مخ و از طریق تنظیم نوسانات قشر مغز (با یک فرکانس تشدید منفرد) یا همگام‌سازی (مثلاً با استفاده از چندین فرکانس) و نیز در صورت اعمال به اندازه کافی، اثرات نوروپلاستیک ایجاد کند. همان طور که بیان شد در ناحیه پیش پیشانی، نوسانات آلفا به فرآیندهای بازدارنده و رفتار هدفمند در افراد سالم و بزرگسالان مبتلا به مواد مخدرکمک می کند (قاسمی و همکاران، ۲۰۲۳). از دیدگاه مدولاسیون بیوشیمی مغز نیز، این فرآیند می‌تواند از طریق تغییر در نوروترانسمیترها ایجاد شود. به طور کلی، شکل‌پذیری سیناپسی وابسته

به کلسیم نورون‌های گلوتاماترژیک است که نقش کلیدی در مکانیسم نوروپلاستیک ماندگار اثر تحریک الکتریکی مغز ایفا می‌کند، زیرا انسداد گیرنده‌های N-متیل داسپارتات (NMDA) اثرات تحریک الکتریکی را کاهش می‌دهد (لاپنتا و همکاران، ۲۰۱۸). علاوه بر این، تحریک الکتریکی می‌تواند به صورت موضعی انتقال عصبی گاما آمینوبوتیریک اسید (GABA) را بدون توجه به قطبیت تحریک، کاهش دهد (نیچه و همکاران، ۲۰۰۳). تحریک الکتریکی متناوب می‌تواند با این نوع تغییرات در ناحیه‌ی پیش پیشانی پشتی جانبی که مورد توجه ما بود میزان فعالیت این ناحیه را افزایش داده و در نتیجه باعث بهبود فرآیندهای شناختی مختلف از جمله بازداری و در نتیجه‌ی آن ولع مصرف بشود. علاوه بر این جنس تحریک الکتریکی انجام شده از نوع فرکانس آلفا بود که افزایش مطلق فرکانس آلفا در این ناحیه می‌تواند بهبود فرآیندهای شناختی از جمله بازداری را سرعت بخشد (بلاسی و همکاران، ۲۰۰۶).

با این تفاصیل می توان گفت که تحریک tACS با موج الفا، در ناحیه DLPFC باعث افزایش توان مطلق موج آلفا در نواحی پیش پیشانی خلفی جانبی راست و چپ، میشود. با توجه به نقش موج آلفا در بهبود عملکردهای شناختی و کاهش ولع مصرف و همچنین نقش مهم ناحیه پیش پیشانی در این عملکردها و نیز در ولع مصرف مواد از یک سو و ضعف افراد مصرف کننده سیگار در فعالیت این ناحیه و عملکردهای شناختی میتوان انتظار داشت که به دنبال تحریک tACS و افزایش موج شاهد بهبود در کارکردهای شناختی این افراد بود.

بر اساس مستندات تجربی ناحیه پیش پیشانی به خصوص DLPFC از مهم ترین نواحی مغزی دخیل در عملکردهای شناختی هستند. در همین راستا کاهش فعالیت این نواحی میتواند باعث نقص در تصمیم‌گیری ادراکی (فیلیاستید و همکاران، ۲۰۱۱). حافظه کاری (باربی و همکاران، ۲۰۱۳)، بازداری پاسخ و سایر کارکردهای شناختی شود. بر اساس شواهد موجود نقصان عملکردهای شناختی در افراد مصرف کننده مواد مخدر به خصوص سیگار میتواند یکی از علل روی آوری به مصرف مواد باشد (لوی و همکاران، ۲۰۱۱). در تأیید نتایج حاصل از پژوهش حاضر، مطالعی نیز نشان دادکه تحریک با موج آلفا سبب افزایش توان مطلق این موج می گردد (واسن و همکاران، ۲۰۱۵). هرچند نتایج در این زمینه متناقض است. به طور مثال در تحقیقی (کامپرودون و همکاران، ۲۰۰۷). نشان داده شد که تحریک ناحیه ی راست DLPFC و نه چپ با موج آلفا باعث کاهش ولع مصرف در افراد مصرف‌کننده‌ی کوکایین می‌شود. از طرف دیگری تحقیق مهمی نشان داد که القای موج آلفا در سمت چپ باعث کاهش ولع مصرف مواد می‌گردد. در این تحقیق هدف تحریک هر دو ناحیه ی راست و چپ DLPFC و بررسی تغییر توان مطلق امواج آلفا بود و مشخص نیست که کاهش ولع مصرف به دلیل القای موج آلفا در سمت راست یا چپ میباشد. لذا در این زمینه نیازمند تحقیقات بیشتری هستیم (پریپفل و همکاران، ۲۰۱۴).

این مطالعه هم مانند مطالعات دیگر دارای محدودیت هایی میباشد. تمام آزمودنی ها در این مطالعه مرد بودند و آزمودنی خانم در این پژوهش وارد نشده بود. بهتر است که در پژوهش های آینده از آزمودنی خانم هم استفاده بشود. همچنین نمونه گیری از نوع در دسترس میباشد که باید در تعمیم نتایج احتیاط کرد و مناسب آن است که پژوهش های بعدی با حجم نمونه ی بیشتری انجام بشود. اگرچه سعی شد با استفاده از گروه شم اثر پلاسبو کنترل شود اما انگیزه ی افراد از تغییر یا متغیرهایی که خارج از فضای آزمایشگاه بر افراد اثر میگذارد در کنترل پژوهشگر نبود.

برای مطالعات بعدی پیشنهاد می شود که از این نوع تحریک الکتریکی بکار رفته در این تحقیق برای بررسی مؤلفه های شناختی دیگر مانند حافظه کاری، تصمیم گیری پرخطر و... استفاده شود. زیرا که افراد وابسته به نیکوتین در مؤلفه هایی مانند تکانشگری و تصمیم گیری های پرخطر دارای نقص می باشند. با توجه به اثرگذاری مداخله ی انجام شده بر ولع مصرف و امواج مغزی ممکن است با تکرار این پروتکل در جلسات طولانی تر (بین ۱۲ تا ۲۰ جلسه) اثرگذاری بیشتر و طولانی تری بر افراد مشاهده کرد. همچنین پیشنهاد می شود در مطالعات بعدی پیگیری ۱ الی ۲ ماه صورت گیرد. در صورت اثرگذاری مناسب این مداخله را می‌توان در افراد دیگر مانند افراد مصرف‌کننده‌ی متآمفتامین، تریاک و... مورد پژوهش قرار داد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش: این مقاله برگرفته از پایان نامه ارشد نویسنده اول در رشته روانشناسی شناختی در دانشکده روانشناسی دانشگاه فردوسی مشهد است. این مطالعه توسط کمیته اخلاق {دانشگاه فردوسی مشهد} تصویب شد (کد اخلاق: IR.UM.REC.1400.366). تصویب این مطالعه در تاریخ ۱۴۰۰/۱۱/۲۴ به عنوان پایان نامه سید عبدالکریم قاسمی دانشجوی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شده است. به جهت حفظ رعایت اصول اخلاقی در این پژوهش سعی شد تا جمع‌آوری اطلاعات پس از جلب رضایت شرکت‌کنندگان انجام شود. همچنین به شرکت‌کنندگان درباره رازداری در حفظ اطلاعات شخصی و ارائه نتایج بدون قید نام و مشخصات شناسنامه افراد، اطمینان داده شد.

حامی مالی: این پژوهش در قالب پایان‌نامه ارشد و بدون حمایت مالی می‌باشد.

نقش هر یک از نویسندگان: این مقاله از پایان‌نامه نویسنده اول و با همکاری نویسنده دوم و چهارم و راهنمایی نویسنده سوم استخراج شده است.

تضاد منافع: نویسندگان همچنین اعلام می‌دارند که در نتایج این پژوهش هیچ‌گونه تضاد منافعی وجود ندارد.

تشکر و قدردانی: بدین‌وسیله از اساتید راهنما و مشاوران این تحقیق تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

آریان‌پور، مهشید، بهادری، مسلم، امامی، حبیب، حیدری، غلامرضا، آریان، سیدمحمدرضا، و مسجدی، محمدرضا. (۱۳۸۶). پیش‌بینی ترک سیگار بر اساس آزمون‌های فاگرشتروم. مجله پزشکی هرمزگان، ۱۱(۴)، ۲۵۳-۲۵.

https://sid.ir/paper/60576/fa

اکبری زاده، اعظم، شیرازی، محمود، عرفانی، مژگان، راحت دهمرده، طاهره، صیاد ملاشاهی، مژگان، کیخایی جهانتیغی، زهره، و راحت دهمرده، محبوبه. (۱۴۰۰). اثربخشی نوروفیدبک بر میزان ولع مصرف در افراد سوء مصرف کننده مواد. مجله دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد، ۶۴(۳)، ۳۳۹۹-۳۴۰۸.

https://www.sid.ir/paper/1028579/fa

قاسمی سید عبدالکریم، غنایی چمن آباد علی، حسینی سید روح الله، مهدی نیا امیر محمد، تیموری زهره، عباس زاده سجاد. اثربخشی تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای با جریان متناوب بر بازداری و تکانشگری در افراد وابسته به نیکوتین. مجله علوم‌پزشکی گیلان.

http://journal.gums.ac.ir/article-1-2500-fa.html

References

Akbarizade, A., Shirazi, M., Erfani, M., Rahat Dahmardeh, T., Sayad Mollashahi, M., Kikhaei Jahantighi, Z., & Rahat Dahmardeh, M. (2021). The effectiveness of neurofeedback on cravings in substance abusers. *medical journal of mashhad university of medical sciences*, *64*(3), 3399-3408. https://doi.org/10.22038/mjms.2021.19464

Amini R, Sahli M, Ganai S. Cigarette smoking and cognitive function among older adults living in the community. Aging, Neuropsychology, and Cognition. 2021;28(4):616-31. Doi:10.1080/13825585.2020.1806199

Antal A, Boros K, Poreisz C, Chaieb L, Terney D, Paulus W. Comparatively weak after-effects of transcranial alternating current stimulation (tACS) on cortical excitability in humans. Brain stimulation. 2008;1(2):97-105. Doi:10.1016/j.brs.2007.10.001

Barbey, A. K., Koenigs, M., & Grafman, J. (2013). Dorsolateral prefrontal contributions to human working memory. *cortex*, *49*(5), 11951205. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0010945212001840

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. https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2006.04680.x

Borghini G, Candini M, Filannino C, Hussain M, Walsh V, Romei V, et al. Alpha oscillations are causally linked to inhibitory abilities in ageing. Journal of Neuroscience. 2018;38(18):4418-29. Doi:10.1523/JNEUROSCI.1285-17.2018

Bu L, Yu D, Su S, Ma Y, von Deneen KM, Luo L, Zhai J, Liu B, Cheng J, Guan Y, Li Y, Bi Y, Xue T, Lu X, Yuan K. Functional Connectivity Abnormalities of Brain Regions with Structural Deficits in Young Adult 3Male Smokers. Front Hum Neurosci. 2016 Oct 4;10:494. Doi:10.3389/fnhum.2016.00494. PMID: 27757078; PMCID: PMC5047919

Camprodon, J. A., Martínez-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 prefrontal cortex transiently reduces cocaine craving. *Drug and alcohol dependence*, *86*(1), 91-94. Doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2006.06.002

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-e268. https://doi.org/10.1038/tp.2013.44

Daughters SB, Jennifer YY, Phillips RD, Carelli RM, Fröhlich F. Alpha-tACS effect on inhibitory control and feasibility of administration in community outpatient substance use treatment. Drug and Alcohol Dependence. 2020;213:108132. Doi:10.1016/j.drugalcdep.2020.108132

Engelmann JM, Versace F, Robinson JD, Minnix JA, Lam CY, Cui Y, Brown VL, Cinciripini PM. Neural substrates of smoking cue reactivity: a meta-analysis of fMRI studies. Neuroimage. 2012 Mar;60(1):252-62 Doi:10.1016/j.neuroimage.2011.12.024. Epub 2011 Dec 21. PMID: 22206965; PMCID: PMC3288122

Evenden JL. Varieties of impulsivity. Psychopharmacology. 1999;146(4):348-61 Doi:10.1007/pl00005481

Fagerström K. The epidemiology of smoking. Drugs. 2002;62(2):1-9. Doi:10.2165/00003495-200262002-00001

Feil J, Sheppard D, Fitzgerald PB, Yücel M, Lubman DI, Bradshaw JL. Addiction, compulsive drug seeking, and the role of frontostriatal mechanisms in regulating inhibitory control. Neuroscience &

Biobehavioral Reviews. 2010;35(2):248-75. Doi:10.1016/j.neubiorev.2010.03.001

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. https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0956797617699167

Franken, I. H. A. (2003). *Cognitive and neuropsychopharmacological processes in human drug craving*. Universiteit van Amsterdam [Host]. https://pure.uva.nl/ws/files/3467487/31460_Thesis.pdf

Fregni F, El-Hagrassy MM, Pacheco-Barrios K, Carvalho S, Leite J, Simis M, Brunelin J, Nakamura-Palacios EM, Marangolo P, Venkatasubramanian G, San-Juan D. Evidence-based guidelines and secondary meta-analysis for the use of transcranial direct current stimulation in neurological and psychiatric disorders. International Journal of Neuropsychopharmacology. 2021 Apr;24(4):256-313. Doi:10.1093/ijnp/pyaa051

Ghasemi S A, Ghanaei ChamanAbad A, Hosseini S R, Mahdinia A, Teymori Z, Abbaszade S. Effectiveness of Transcranial Alternating Current Stimulation on Inhibitory Control and Impulsivity in Nicotine-dependent Individuals. JGUMS 2023; 32 (2): 152-165. https://doi.org/10.32598/JGUMS.32.2.1977.1

Hammond, D. C. (2007). What is neurofeedback?. *Journal of neurotherapy*, *10*(4), 25-36. https://doi.org/10.1300/J184v10n04_04

Harmsen H, Bischof G, Brooks A, Hohagen F, Rumpf H-J. The relationship between impaired decision-making, sensation seeking and readiness to change in cigarette smokers. Addictive behaviors. 2006;31(4):581-92. Doi:10.1016/j.addbeh.2005.05.038

Herrmann CS, Rach S, Neuling T, Strüber D. Transcranial alternating current stimulation: a review of the underlying mechanisms and modulation of cognitive processes. Frontiers in human neuroscience. 2013;7:279. Doi:10.3389/fnhum.2013.00279

HEYDARI GR, ARIANPOUR M, SHARIF KB, RAMEZAN KA, FALAH TS, Hosseini M, et al. Tobacco dependency evaluation with fagerstrom test among the entrants of smoking cessation clinic. 2007. https://www.sid.ir/en/Journal/ViewPaper.aspx?ID=110103

Jansen, J. M., Daams, J. G., Koeter, M. W., Veltman, D. J., Van Den Brink, W., & Goudriaan, A. E. (2013). Effects of non-invasive neurostimulation on craving: a meta-analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *37*(10), 2472-2480. Doi:10.1016/j.neuroimage.2009.10.088

Kelly ME, Guillot CR, Quinn EN, Lucke HR, Bello MS, Pang RD, et al. Anxiety sensitivity in relation to cigarette smoking and other substance use in African American smokers. Psychology of Addictive Behaviors. 2020;34(6):669. Doi:10.1037/adb0000573

Kim S-J, Chae W, Park W-H, Park M-H, Park E-C, Jang S-I. The impact of smoking cessation attempts on stress levels. BMC Public Health. 2019;19(1):1-9. Doi:10.1186/s12889-019-6592-9

Klimesch, W. (2012). Alpha-band oscillations, attention, and controlled access to stored information. *Trends in cognitive sciences*, *16*(12), 606-617. https://www.cell.com/trends/cognitive-sciences/fulltext/S1364-6613(12)00243-4?

Kober H, Mende-Siedlecki P, Kross EF, Weber J, Mischel W, Hart CL, Ochsner KN. Prefrontal-striatal pathway underlies cognitive regulation of craving. Proc Natl Acad Sci U S A. 2010 Aug 17;107(33):14811-6. Doi:10.1073/pnas.1007779107. Epub 2010 Aug 2. PMID: 20679212; PMCID: PMC2930456]

Lapenta OM, Marques LM, Rego GG, Comfort WE, Boggio PS. tDCS in addiction and impulse control disorders. The journal of ECT. 2018;34(3):182-92. Doi:10.1097/YCT.0000000000000541

Lefaucheur JP, Antal A, Ayache SS, Benninger DH, Brunelin J, Cogiamanian F, Cotelli M, De Ridder D, Ferrucci R, Langguth B, Marangolo P. Evidence-based guidelines on the therapeutic use of transcranial direct current stimulation (tDCS). Clinical Neurophysiology. 2017 Jan 1;128(1):56-92 Doi:10.1016/j.clinph.2016.10.087

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. https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2011.05958.x

Li Y, Yuan K, Bi Y, Guan Y, Cheng J, Zhang Y, Shi S, Lu X, Yu D, Tian J. Neural correlates of 12-h abstinence-induced craving in young adult smokers: a resting-state study. Brain Imaging Behav. 2017

Jun;11(3):677-684. Doi:10.1007/s11682-016-9544-3. PMID: 26995747

Nitsche MA, Fricke K, Henschke U, Schlitterlau A, Liebetanz D, Lang N, et al. Pharmacological modulation of cortical excitability shifts induced by transcranial direct current stimulation in humans. The Journal of physiology. 2003;553(1):293-301. Doi:10.1113/jphysiol.2003.049916

Pandey AK, Kamarajan C, Manz N, Chorlian DB, Stimus A, Porjesz B. Delta, theta, and alpha event-related oscillations in alcoholics during Go/NoGo task: Neurocognitive deficits in execution, inhibition, and attention processing. Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry. 2016;65:158-71. Doi:10.1016/j.pnpbp.2015.10.002

Paulus W. Transcranial electrical stimulation (tES–tDCS; tRNS, tACS) methods. Neuropsychological rehabilitation. 2011;21(5):602-17. Doi:10.1080/09602011.2011.557292

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. Doi 10.1016/j.cub.2011.04.034

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 stimulation*, *7*(2), 226-233. Doi.org/10.1016/j.brs.2013.11.003

Stubbs B, Vancampfort D, Firth J, Solmi M, Siddiqi N, Smith L, et al. Association between depression and smoking: a global perspective from 48 low-and middle-income countries. Journal of psychiatric research. 2018;103:142-9. Doi:10.1016/j.jpsychires.2018.05.018

Tiffany, S. T., & Wray, J. M. (2012). The clinical significance of drug craving. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1248*(1), 1-17. Doi.org/10.1111/j.1749-6632.2011.06298.x

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. Doi:10.1038/s41598-018-21346-5

Vossen A, Gross J, Thut G. Alpha power increase after transcranial alternating current stimulation at alpha frequency (α-tACS) reflects plastic changes rather than entrainment. Brain stimulation. 2015;8(3):499-508. Doi:10.1016/j.brs.2014.12.004

Yuan K, Yu D, Bi Y, Wang R, Li M, Zhang Y, Dong M, Zhai J, Li Y, Lu X, Tian J. The left dorsolateral prefrontal cortex and caudate pathway: New evidence for cue-induced craving of smokers. Hum Brain Mapp. 2017 Sep;38(9):4644-4656. Doi:10.1002/hbm.23690. Epub 2017 Jun 27. PMID: 28653791; PMCID: PMC6866730

Yun, K., Park, H. K., Kwon, D. H., Kim, Y. T., Cho, S. N., Cho, H. J., ... & Jeong, J. (2012). Decreased cortical complexity in methamphetamine abusers. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, *201*(3), 226-232. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925492711002496