ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2023;12(1):e12

Journal of Police Medicine

ORIGINAL ARTICLE OPEN ACCESS

The Effectiveness of Transcranial Direct Current Stimulation Treatment with Cognitive Rehabilitation on Reducing Craving and Improving Inhibitory Control in Tramadol-Dependent Adolescents

Mojtaba Ahmadi Farsani[1 *] PhD Candidate, **Sayed Ali Marashi**[1] PhD, **Kioumars Beshlideh**[1] PhD

[1] Department of Psychology, Faculty of Educational Science and Psychology, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

ABSTRACT

AIMS: Abuse of substances leads to much damage in different fields. Therefore, necessary measures should be taken to prevent infection, withdrawal and prevent return. The present study was conducted to investigate the effectiveness of transcranial Direct Current Stimulation combined with cognitive rehabilitation in reducing cravings and improving inhibitory control in adolescents dependent on tramadol.

MATERIALS AND METHODS: This research is semi-experimental with a pre-test-post-test design and follow-up with a control group. The statistical population of this research was all boys and girls (14 to 18 years old) dependent on tramadol in Shahrekord in Iran in 2022. 30 people (12 girls and 18 boys) were selected by the available sampling method and randomly replaced in two experimental and control groups with 15 people. The research tool included Franken et al.'s Desires for Drug Questionnaire and Hoffman's Go/ No Go Test. Transcranial Direct Current Stimulation treatment combined with cognitive rehabilitation in 10 sessions and each session for 20 minutes was performed on the experimental group, but the control group did not receive any intervention. Data analysis was done using descriptive methods and multivariate covariance analysis (MANCOVA) in SPSS 21 software.

FINDINGS: The average age of the subjects studied in the present study was 16.70±1.35 years. Data analysis showed that transcranial Direct Current Stimulation combined with cognitive rehabilitation in the experimental group could explain 65% of the variance of dependent variables in the post-test phase and 61% of this variance in the follow-up phase. Also, according to the F values for the craving post-test (39.396), inhibitory control post-test (15.677), craving follow-up (24.404) and inhibitory control follow-up (13.840) and their significance level which is less than 0.05, it was observed that transcranial Direct Current Stimulation combined with cognitive rehabilitation was effective in reducing cravings and improving inhibitory control in the post-test and follow-up phase.

CONCLUSION: Transcranial Direct Current Stimulation treatment combined with cognitive rehabilitation is effective in reducing cravings and improving inhibitory control in adolescents addicted to tramadol and can be used by relevant experts as an effective treatment in this field.

KEYWORDS: Substance-Related Disorders; Tramadol; Transcranial Direct Current Stimulation; Cognitive Training; Craving; Inhibition (Psychological)

How to cite this article:

Ahmadi Farsani M, Marashi SA, Beshlideh K. *The Effectiveness of Transcranial Direct Electrical Current Stimulation Treatment with Cognitive Rehabilitation on Reducing Craving and Improving Inhibitory Control in Tramadol-Dependent Adolescents.* J Police Med. 2023;12(1):e12.

***Correspondence:**

Address: Shahid Chamran University of Ahvaz, Golestan Blv, Ahvaz, Khuzestan, Iran. Postal Code: 6135783151

Mail: mojtaba.farsani94@gmail.com

Article History:

Received: 15/12/2022
Accepted: 18/04/2023
ePublished: 15/05/2023

Copyright © 2023, Journal of Police Medicine | This open access article is licensed under a *Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License*

INTRODUCTION

Adolescence is a period with extensive and rapid cognitive, behavioural, and physiological changes that are characterized by behaviours such as novelty seeking, risk-taking, and socializing with peers [1]. Extensive evidence shows that people's brains undergo significant developmental changes during this period, which affect areas related to cognition, emotions, and reward-seeking behaviours. For this reason, it can be said that the adolescent brain is highly vulnerable to environmental disturbances such as substance abuse [2].

Drug abuse consists of a set of cognitive, behavioural and psychological symptoms along with a pattern of repetition and occurrence of the consequences of withdrawal tolerance and compulsive acts [3] which as a chronic and recurring phenomenon, it has become one of the main concerns of the world community [4]. The use of opioid-like painkillers as a primary and recreational experience of drug use is particularly important in many cases of drug abuse [4]. Tramadol can be mentioned among opioid-like analgesics. Studies have shown that one out of every 7 people who take tramadol drugs becomes dependent on this drug [5]. The prevalence rate of tramadol consumption in Iran has been reported as 4.9% in men and 0.8% in women [6]. Also, the results of the research conducted by Zabihi et al in Iran show that more than 55% of the customers who are looking for Tramadol are under 18 years old [7].

There are many factors related to drug abuse, from the onset to withdrawal and the non-return of drug use after withdrawal, one of which is psychological factors. The feeling of craving, temptation or desire to use is known as a central psychological factor in drug abuse and also in returning to drug abuse after treatment and withdrawal [8, 9]. Craving is one of the added criteria for diagnosing substance abuse disorder in the fifth edition of the Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders and has a negative relationship with the index of readiness for change [10]. Craving includes wanting, impulses, desires, needs or compulsions to consume and is considered the basis for the onset of substance dependence, loss of control and relapse, which can be defined as a strong and resistant desire to consume substances [10]. The lower the person's desire to use, the lower the probability of abuse and also the person's return to drug abuse again [10]; Therefore, the identification of the factors influencing drug cravings can help prevent drug abuse, quitting it in case of addiction, or successfully quitting drugs permanently. Some neurocognitive models recognize addiction as a brain disorder that involves severe neuronal damage and leads to drug use despite the negative consequences it has for the user [11]. Research has shown that the structural and functional defects of the brain can play a role in increasing cravings, and one of the most common defects is the decrease in the function of the prefrontal cortex of people, especially the dorsolateral prefrontal cortex (DLPFC) [12].

The dorsolateral prefrontal cortex is one of the most important brain structures that play an important role in inhibiting the response (inhibitory control) and it is clear that when a person's ability to inhibit their responses decreases, cravings can increase. On the other hand, studies have shown that drug abuse can lead to structural and functional defects in the brain of users [13].

On the other hand, research evidence suggests that addiction and craving are related to defects in cognitive functions and especially defects in inhibitory control [14]; because drug use can disrupt brain structures related to these cognitive functions, and on the other hand, people with lower inhibitory control are more likely to engage in risky behaviours such as drug use [13]. Inhibitory control refers to the ability to inhibit an inappropriate and irrelevant thought, feeling, or action, which is largely similar to the underlying mechanisms of suppressing drug-seeking behaviour and preventing relapse [15]. Some studies have shown that people with low inhibitory control have more problems with substance abuse and related behaviours compared to people with high inhibitory control [16]. Studies have shown that lower activity and metabolism of the dorsolateral prefrontal cortex are associated with poorer performance in tasks related to inhibitory control [17].

Substance abuse leads to many harms in different areas [18]. Therefore, the necessary measures to prevent the infection and also to leave it are one of very important issues that are always known as one of the concerns of people who are active in the field of prevention and treatment of this disorder

(from medical institutions to the anti-narcotics police). Considering the identification of the role of cognitive processes and brain structures in this disorder and on the other hand, considering the growing interest of people in non-invasive brain stimulation treatments, transcranial direct current stimulation can be a suitable option for intervention. Transcranial direct current stimulation (tDCS) refers to the application of a weak alternating electric current (between 0.1 and 2 milliampere) to the scalp through two electrodes (anode and cathode). Depending on the path and direction of the flow, this mechanism can induce changes in the excitability of the cerebral cortex [19]. Several studies have shown that the simultaneous use of direct transcranial current stimulation and cognitive rehabilitation or in general the implementation of cognitive tasks leads to a better effect of direct transcranial current stimulation [20, 21]. Cognitive rehabilitation is a mechanism that leads to the improvement of a damaged nervous system through certain therapeutic processes, which provides the basis for creating functional changes through reward, promotion and relearning of previously learned abilities or new patterns to improve cognitive functions [22].

Several studies have shown the role of transcranial direct current stimulation and cognitive rehabilitation in improving inhibitory control and reducing drug craving [23-25], But few studies have investigated the simultaneous effect of these two treatments on the mentioned variables in people with substance abuse disorder. In Iran, in the field of substance abuse, no similar research was found that used both direct transcranial current stimulation and cognitive rehabilitation treatment at the same time. Bonfiglio et al., in their research, which aims to investigate the effectiveness of the combined use of cognitive training and transcranial direct current stimulation on reducing cravings and improving inhibitory control in cocaine addicts, have shown that this treatment protocol leads to significant effects in reducing cravings and improve inhibitory control in people addicted to cocaine [23]. In another study, Dubuson et al. have shown that direct transcranial current stimulation along with cognitive tasks based on inhibitory control reduces the risk of early relapse to alcohol consumption [24]. In their research, Xu et al. also showed that this treatment is significantly effective in reducing the craving for methamphetamine in their research, which was conducted to investigate the effect of the combined treatment of transcranial direct current stimulation and cognitive exercises on reducing the craving for methamphetamine use [25]. As it was said, drug abuse is always one of the basic challenges of many institutions, especially the police, fighting against drugs. Considering things such as the high sensitivity of adolescence, the high capacity of adolescents to perform risky and pleasurable activities such as drug use, the high prevalence of tramadol use in adolescence, as well as the obviousness of cognitive deficits, especially inhibitory control, brain structures, especially the posterior lateral cortex of the prefrontal lip in people addicted to substance abuse, The present study was conducted to investigate the effectiveness of direct transcranial current stimulation combined with cognitive rehabilitation on improving inhibitory control and reducing cravings in adolescents dependent on tramadol.

MATERIALS & METHODS

The current research is a semi-experimental type using a pre-test-post-test design and a 2-month follow-up with a control group. The statistical population of the present study is all the boys and girls (14 to 18 years old) dependent on tramadol in Shahrekord in Iran who contacted the researcher in 2022 through calls published in schools and social media. From this population, 30 people (12 girls and 18 boys) were selected from the people who met the criteria for entering the research. The subjects were randomly divided into two groups of 15 people, experimental and control, based on gender matching. The criteria for entering the study were the diagnosis of substance abuse disorder (tramadol), not suffering from other psychological disorders, age 14 to 18 years, not having a history of epilepsy and convulsions, not receiving any other psychological or drug treatment at the same time, no history of direct transcranial current stimulation treatment, no intracranial implants or any other metal object near the head that cannot be removed, having a high motivation to participate as determined through the initial interview and agreeing to participate in the research and signing a written consent form. And the exclusion criteria were

the inability to perform cognitive rehabilitation tasks, not participating in more than 2 consecutive sessions in therapy sessions, and the participant's lack of motivation in therapy sessions. To collect data, the desire for drug questionnaire and go/ no go test were used.

The Desires for drug questionnaire (DDQ): this questionnaire was designed by Franken et al. in 2002 and it measures the desire to drug at the moment. This questionnaire consists of 14 questions, which are 3 factors of desire and intention towards drug use (questions 1, 2, 12 and 14), desire to use and negative reinforcement and pleasure (questions 4, 5, 7, 9 and 11) and severity of lack of control (questions 3, 6, 8, 10, and 13) on a 6-point Likert scale from zero (not at all true) to five (completely true). The maximum score of a person on this questionnaire is 70 and the minimum score is zero [26]. In Poursaeid et al.'s study, Cronbach's alpha for the entire scale was 0.96 for opium users, 0.95 for crack, 0.90 for methamphetamine and 0.94 for heroin [27]. In the present study, Cronbach's alpha coefficient for the whole scale was equal to 0.91.

Go/ No Go Test: This test was used in 1984 by Hoffman to measure response inhibition. In the go/no-go test, there are two situations, in the first situation (go) by presenting a stimulus, the person must provide a response that is compatible with the existing stimulus as quickly as possible and in the second situation (no go), after the presentation of the first stimulus, another stimulus is also presented, and the person must refrain from responding when the second stimulus appears. A person's ability to control his response in the second situation, i.e. the no-go level, is an indicator of his inhibitory control. This test has different versions. In the present study, the second version of PEBL software was used. In the go/ no go test of this software, there are two target stimuli, one of which appears on the screen each time. These two stimuli are P and R. The test consists of two levels. In the first stage, 128 P stimuli and 32 R stimuli appear. The subject must click on the screen when he sees the P, and if the R appears, he must refrain from answering. In the second level, 128 times the R stimulus and 32 times the P stimulus appears, where the person has to click on the screen when they see the R stimulus but refrain from responding when they see the P. The number of wrong responses to the no-go stimulus (R in the first stage and P in the second stage) or in other words, the commission error is considered the main indicator of measuring inhibitory control [28]. Since this test is non-verbal, it is not dependent on culture and foreign research can be used to cite validity and reliability. The reliability and retest coefficient of this test has been reported above 0.8 [29]. In the current study, Cronbach's alpha coefficient for this test (no-go error score) was 0.92.

To carry out the current research, calls were first published in the schools of Shahrekord city and on the channels and pages of social media to recruit subjects to carry out the research. After checking the conditions for entering the project, to conduct the current research, the subjects who were contacted to participate in the research were interviewed and received sufficient information about the conditions and duration of the intervention and its safety. Also, before participating in the research, all the subjects completed the informed personal consent form to participate in the research and they were assured of confidentiality and non-disclosure of information. Then the subjects or their parents were given explanations about the treatment methods used and also the research procedure. Before starting the interventions, the subjects were evaluated through the desired tools, i.e. the desires for drug questionnaire and the go/ no-go test. Then the members of the experimental group were treated with transcranial direct current stimulation combined with cognitive rehabilitation, but the members of the control group did not receive any intervention and were placed in the waiting line. After completing the interventions, the subjects were re-evaluated. Also, after a period of intervention and a second evaluation, the third evaluation or two-month follow-up was done.

In the present study, transcranial direct current stimulation was used through the Neurostim 2 electric current generating device, manufactured by Medina Medicine Company, which continuously and mildly passes the electric current through the head. In this research, the subjects of the experimental group also performed cognitive rehabilitation tasks related to inhibitory control with Captain Log software while receiving transcranial direct current stimulation. Transcranial direct current stimulation was applied in 10 sessions of 20 minutes and 3

sessions every week. The intervention was such that the anode (excitatory) electrode in the posterior lateral region of the left prefrontal lip (left DLPFC) and the cathode (inhibitory) electrode on the posterior lateral region of the right prefrontal lip (right DLPFC), i.e. F3 and F4 regions, respectively, based on the system 10-20 international electroencephalography was placed. In this research, direct electric current was applied with an intensity of 1.5 milliamperes and a duration of 20 minutes. A summary of treatment sessions is given in **Table 1**.

Ethical Permissions: This research has been approved by the research ethics committee of the Shahid Chamran University of Ahvaz in Iran with ethics code EE/1401.2.24.183177/scu.ac.ir The ethical principles of the current research were fully observed; Subjects could leave the research whenever they wanted and all their confidential information was protected and destroyed without exploitation.

Statistical analysis: To check the effectiveness of the intervention, the method of covariance analysis (MANCOVA) was used. Data were analyzed through SPSS 20 software.

FINDINGS

Out of the 30 statistical samples selected, 3 people (2 people from the control group and 1 person from the experimental group) were not able to continue cooperating with the researchers and were excluded from the study. The size of the control group was reduced to 13 people (4 girls and 9 boys) and the size of the experimental group was reduced to 14 people (4 girls and 10 boys). The demographic information of the statistical sample of the present study showed that the average age of the subjects in the study was 16.70±1.35 years. The average of the research variables in the pre-test, post-test and follow-up levels can be seen in **Table 2**.

The Kolmogorov-Smirnov one-sample test

Table 1) Summary of treatment sessions

Meeting	Content	Time (minutes)
1	Transcranial direct current stimulation treatment (anode on the F3 area and cathode on the F4 area) with a current intensity of 1.5 mA, introducing the Captain Log software and how to work with it, performing racing point exercises, playing cats and target training	20
2	Transcranial direct current stimulation therapy (anode on F3 area and cathode on F4 area) with a current intensity of 1.5 mA, perform mouse hunt exercises, choose exercise and darts exercise	20
3	Transcranial direct current stimulation treatment (anode on the F3 area and cathode on the F4 area) with a current intensity of 1.5 mA, performing exercises on the road, red light-green light and racing point	20
4	Transcranial direct current stimulation treatment (anode on the F3 area and cathode on the F4 area) with a current intensity of 1.5 mA, performing racing point exercises, playing cats and target training	20
5	Transcranial direct current stimulation treatment (anode on the F3 area and cathode on the F4 area) with a current intensity of 1.5 milliamperes, performing mouse hunt exercises, choose exercise and darts exercise	20
6	Transcranial direct current stimulation treatment (anode on the F3 area and cathode on the F4 area) with a current intensity of 1.5 mA, performing exercises on the road, red light-green light and racing point	20
7	Transcranial direct current stimulation treatment (anode on the F3 area and cathode on the F4 area) with a current intensity of 1.5 mA, performing racing point exercises, playing cats and target training	20
8	Transcranial direct current stimulation treatment (anode on the F3 area and cathode on the F4 area) with a current intensity of 1.5 milliamperes, performing mouse hunt exercises, choose exercise and darts exercise	20
9	Transcranial direct current stimulation treatment (anode on the F3 area and cathode on the F4 area) with a current intensity of 1.5 mA, performing exercises on the road, red light-green light and racing point	20
10	Transcranial direct current stimulation treatment (anode on the F3 area and cathode on the F4 area) with a current intensity of 1.5 mA, performing racing point exercises, playing cats and target training	20

Table 2) Average research variables in pre-test, post-test and follow-up of two control and experimental groups

Group Index	Experimental group (M±SD)			Control group (M±SD)		
	pre-exam	post-test	Follow up	pre-exam	post-test	Follow up
Craving	37.71±3.89	4.73±31.14	32.42±5.04	35.76±3.49	34.69±3.44	35.15±3.91
Inhibitory control (number of errors)	10.57±1.94	2.73±7.35	8.28±2.78	10.38±1.85	10/07±1/84	10.46±1.80

was used to check the default normality of the distribution of the variables, and the results showed that except for the inhibitory control in the control group of the follow-up level, the rest of the data had a normal distribution. Since the skewness and kurtosis of this case were in the range of -3.29 to +3.29 (in samples with small volumes), we were able to use parametric tests for analysis. Leven's test was used to check the default homogeneity of variances. The results obtained from Leven's test showed that the F value was not significant at the alpha level of 0.05 in both the post-test and follow-up levels, so the default of homogeneity of variances was maintained. Also, the default homogeneity of the regression slope was investigated. The results showed that the F value of the interaction between the independent variable and the covariance variable, both craving and inhibitory control variables was not significant at the alpha level of 0.05 in both the post-test and follow-up levels, so the default of homogeneity of the regression slopes was also maintained in both the post-test and follow-up levels. Also, based on the Box's M test, the equality of the covariance matrix of the dependent variables between the experimental and control groups in both the post-test and follow-up levels was not significant at the alpha level of 0.05.

Considering that the presuppositions of multivariate covariance analysis were established, this test was used to answer the research hypotheses. The results are given in **Table 3**.

The results of Wilk's lambda test at the post-test level showed that there was a significant difference between the averages of the two experimental and control groups, controlling for the effect of the pre-test, at least in terms of one of the dependent variables. And this meant that transcranial direct electrical current stimulation was successful in influencing at least one of the dependent variables ($p<0.05$; $F=21.053$; Eta=0.65). Also, the results of Wilks's lambda test in the follow-up stage showed that there was a significant difference between the averages of the two experimental and control groups, by controlling the effect of the pre-test, at least in terms of one of the dependent variables, And this meant that transcranial direct current stimulation was successful in affecting at least one of the dependent variables ($p<0.05$; $F=17.221$; Eta=0.61).

Table 3) Multivariate covariance table to check the indicators before and after the intervention in the post-test and follow-up level.

level	Index	amount	F	default DF	DF Error	Effect size	p
Post-test	Wilks Lambda	0.343	21.053	2	22	0.65	0.0002
Follow up	Wilks Lambda	0.390	17.221	2	22	0.61	0.0002

To examine the difference patterns, univariate covariance analysis was used in the context of multivariate covariance analysis. The F statistic with a value of (39.396) was significant for craving at the post-test level (**Table 4**). This result showed that there was a significant difference between the research groups in the mean craving scores at the post-test level. Considering the lower average scores of the experimental group compared to the control group, it can be said that the intended treatment was significantly effective in reducing the cravings of tramadol-dependent teenagers at the post-test level. Also, the F statistic with a value of (24.404) was significant for cravings at the follow-up level (**Table 4**).

This result showed that there was a significant

Table 4) ANOVA test results in the MANKOVA text on the average scores of the post-test and the follow-up of cravings and inhibitory control with the pre-test control.

level	Variable	Source	Total Square	Degrees of freedom	mean square	F	p	Eta Square	power
Post-test	Craving	group	174.932	1	174.932	39.396	0.001	0.63	1
	Inhibitory control	group	18.815	1	18.815	15.677	0.001	0.40	0.966
Follow up	Craving	group	121.134	1	121.134	24.404	0.0001	0.51	0.997
	Inhibitory control	group	22.095	1	22.095	13.840	0.001	0.37	0.945

difference between the study groups in craving for consumption at the follow-up level. Considering the lower average scores of the experimental group compared to the control group, it can be said that the intended treatment was significantly effective in reducing the cravings of adolescents dependent on tramadol at the follow-up level. Also, the F statistic with a value of (15.677) was significant for inhibitory control (number of no-go errors) at the post-test level. This result showed that there was a significant difference between the research groups in the mean scores of inhibitory control at the post-test level. Considering the lower average scores of the experimental group compared to the control group, it can be said that the intended treatment was significantly effective in improving the inhibitory control of adolescents dependent on tramadol at the post-test level. Also, the F statistic with a value of (13.840) was significant for inhibitory control in the follow-up level (**Table 4**). This result showed that there was a significant difference between the research groups in inhibitory control at the follow-up level. Considering the lower average scores of the experimental group compared to the control group, it can be said that the intended treatment was significantly effective in improving the inhibitory control of adolescents dependent on tramadol at the follow-up level.

DISCUSSION

The purpose of this study was to investigate the effectiveness of transcranial direct current stimulation combined with cognitive rehabilitation in reducing cravings and improving inhibitory control in adolescents dependent on tramadol. The results showed that transcranial direct current stimulation treatment combined with cognitive rehabilitation was significantly effective in reducing the cravings of adolescents dependent on tramadol. This finding is consistent with the research results of Bonfiglio et al. and Xu et al. [23,25]. In explaining these findings, it can be said that several studies have shown that the activity of the prefrontal cortex and especially the posterior lateral cortex of this lip is lower in people suffering from substance abuse than in normal people [13] And on the other hand, several studies have shown the relationship between the function of this area and craving [12] in such a way that the less activity this area has, the higher the craving. We know that transcranial direct current stimulation treatment by increasing the amount of cortical excitability provides the basis for more activity of the brain structures that are stimulated through this method [19]; Therefore, in the present study, the anode (stimulating) electrode was located on the F3 area, or the posterior lateral cortex of the prefrontal lip, this made the neurons in this area more ready to generate action potentials, and in this way, the metabolism of neurons and in general, this increase the structure; Therefore, by increasing the activity of this area, we will see a decrease in cravings. On the other hand, we know that the posterolateral prefrontal lip cortex is a region that is involved in reward, motivation and decision-making and is a place to integrate information and create behaviours that inhibit tempting signs. It can be said that the stimulation of the posterior lateral area of the prefrontal lip can lead to facilitating the release of dopamine in the subcortical region of the caudate nucleus, and after that, it leads to direct stimulation of the target areas, and this stimulation is spread to the cortex of the opposite cerebral hemisphere and subcortical activity in the network nerves connected to the areas are stimulated [30] and reduce cravings.

Also, in explaining this finding, it can be said that the deficit in executive functions in people with substance abuse disorder has been identified in numerous studies [32, 31], which provides the basis for drug cravings and lack of control over drug use. Transcranial direct current stimulation with an effect on the posterior-lateral region of the frontal lip improves decision-making, self-control, emotional regulation, and planning, provides the basis for reducing cravings, and also leads to changes in neuroplasticity in the reward system of the brain. Transcranial direct current stimulation by reestablishing normal brain function in target areas involved in substance abuse reduces addictive behaviours such as craving [23].

On the other hand, several studies have shown that the simultaneous use of cognitive exercises along with transcranial direct current stimulation has synergistic effects. Cognitive rehabilitation is based on the principle of neuronal flexibility, i.e. the formation of new synapses and due to the continuous stimulation of brain structures, it leads to the improvement of the function and metabolism of the posterior lateral cortex of the

frontal lip and it provides the basis for creating functional changes through reward, promotion and relearning of previously learned abilities or new patterns to improve cognitive functions [22]. On the other hand, it can be said that the posterolateral cortex of the prefrontal lip is responsible for recognizing and determining actions, evaluating the consequences of current behaviour, as well as predicting consequences and social control [33]; Therefore, by increasing the metabolism of this area through the treatments used in the present study, the social control of the person will increase and then the ability of the person to suppress the desires will increase, which can lead to a decrease in cravings. Also, the results of the present study showed that transcranial direct current stimulation combined with cognitive rehabilitation was significantly effective in improving the inhibitory control of adolescents dependent on tramadol. This finding is consistent with the research results of Bonfiglio et al. and Dubuson et al. [31, 32]. In explaining these findings, it can be said that transcranial direct current stimulation can provide the necessary background for the effectiveness of cognitive rehabilitation by increasing the amount of cortical excitability in brain areas related to inhibitory control; In other words, in addition to the structural and functional changes of the brain that are caused by cognitive rehabilitation, direct transcranial current stimulation also lowers the stimulation threshold of the nerve cells of this area with the simultaneous stimulation of the posterior lateral cortex of the left prefrontal lip and prepares them for potential action or activity. Therefore, the action of inhibitory control is easier and the skill of inhibitory control is strengthened.

The results of the present study also showed that, as in the post-test levels, in the follow-up level, we also saw significant changes in both craving and inhibitory control in the experimental group compared to the control group, It was found that transcranial direct current stimulation combined with cognitive rehabilitation led to the improvement of inhibitory control and also the reduction of cravings. In explaining this finding, it can be said that one of the important amino acid systems of the brain is the glutamatergic system, which is an excitatory system, and increasing the activity of this system leads to increasing the activity of brain neurons, which plays a very important role in memory and learning. To increase the activity of this system, we need to stimulate NMDA receptors; Stimulation of these receptors leads to increased neuronal activity (better learning and improved memory performance). Studies have shown that transcranial direct current stimulation can affect NMDA receptors and thus lead to long-term effects on the corresponding brain structure [34].

According to the findings of the research, it is suggested that the responsible institutions, including the Ministry of Health and Medical Education, Medical Education and also Prevention Police and Anti-Narcotics Police, provide the necessary conditions for the free implementation of transcranial current stimulation and cognitive rehabilitation treatments. It is also suggested that relevant therapists and specialists use the current protocol to treat drug abuse and prevent the return of abuse. The present research had some limitations. The results obtained from the present study were related to adolescents dependent on tramadol consumption in Shahrekord City in Iran, so the generalization of its results to other communities should be done with caution.

CONCLUSION

Based on the findings of the present study, it can be concluded that transcranial direct current stimulation treatment combined with cognitive rehabilitation is effective because of the effects it can have on brain structures, It can be effective in reducing cravings and improving inhibitory control as two basic variables in preventing addiction, quitting addiction, and returning after quitting.

Clinical & Practical Tips in POLICE MEDICINE:
According to the results of the current research on the effectiveness of direct transcranial current stimulation treatment combined with cognitive rehabilitation on reducing cravings and improving the inhibitory control of tramadol-dependent teenagers, such interventions can be implemented in counselling and treatment centers of police c, addiction treatment centers affiliated to this organization. Also, the police can provide free interventions for this purpose in educational environments in cooperation with education to prevent drug abuse among teenagers.

Acknowledgements: We thank all the participants

who accompanied us in this research.

Conflict of interest: The authors of the article stated that there is no conflict of interest regarding the present study.

Authors' Contribution: First author, idea design, data collection; Second author, idea design; third author, data analysis; All the authors participated in the initial writing of the article and its revision, and all accept the responsibility for the accuracy and correctness of the contents of the present article by finalizing the present article.

Financial Sources: The present study had no financial support.

ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2023;12(1):e12

نشریه طب انتظامی

مقاله اصیل

دسترسی آزاد

اثربخشی درمان تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای همراه با توان‌بخشی شناختی بر کاهش ولع مصرف و بهبود کنترل مهاری نوجوانان وابسته به ترامادول

مجتبی احمدی فارسانی[1*] PhD Candidate، سید علی مرعشی[1] PhD، کیومرث بشلیده[1] PhD

[1] گروه روان‌شناسی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

چکیده

اهداف: سوءمصرف مواد آسیب‌های بسیاری را در حوزه‌های مختلف منجر می‌شود. بنابراین اقدامات لازم جهت پیشگیری از ابتلا، ترک و جلوگیری از بازگشت آن باید صورت گیرد. پژوهش حاضر باهدف بررسی اثربخشی تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای توأم با توان‌بخشی شناختی بر کاهش ولع مصرف و بهبود کنترل مهاری نوجوانان وابسته به ترامادول انجام شد.

مواد و روش‌ها: این پژوهش از نوع نیمه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون و پیگیری با گروه کنترل است. جامعه آماری این پژوهش تمامی نوجوانان دختر و پسر (۱۴ تا ۱۸ساله) وابسته به ترامادول شهر شهرکرد در سال ۱۴۰۱ بود که از این جامعه به روش نمونه‌گیری در دسترس ۳۰ نفر (۱۲ دختر و ۱۸ پسر) انتخاب و به صورت تصادفی در دو گروه ۱۵نفری آزمایش و کنترل جایگزین شدند. ابزار پژوهش شامل پرسش‌نامه ولع مصرف لحظه‌ای Franken و همکاران و آزمون برو/ نرو Hoffman بود. درمان تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای توأم با توان‌بخشی شناختی در ۱۰ جلسه و هر جلسه به مدت ۲۰ دقیقه، روی گروه آزمایش اجرا شد ولی گروه کنترل مداخله‌ای دریافت نکرد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از روش‌های توصیفی و تحلیل کوواریانس چند متغیره (مانکوا) در نرم‌افزار SPSS ۲۱ انجام شد.

یافته‌ها: میانگین سنی آزمودنی‌های موردمطالعه در در پژوهش حاضر ۱/۳۵±۱۶/۷۰ سال بود. تحلیل داده‌ها نشان داد، تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای توأم با توان‌بخشی شناختی در گروه آزمایش توانست ۶۵ درصد از واریانس متغیرهای وابسته را در مرحله پس‌آزمون و ۶۱ درصد از این واریانس را در مرحله پیگیری تبیین کند. همچنین با توجه به مقادیر F برای پس‌آزمون ولع مصرف (۳۹/۳۹۶)، پس آزمون کنترل مهاری (۱۵/۶۷۷)، پیگیری ولع مصرف (۲۴/۴۰۴) و پیگیری کنترل مهاری (۱۳/۸۴۰) و سطح معناداری آنها که کمتر از ۰/۰۵ بود، مشاهده شد که تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای توأم با توانبخشی شناختی در کاهش ولع مصرف و بهبود کنترل مهاری، در مرحله پس‌آزمون و پیگیری اثربخش بود.

نتیجه‌گیری: درمان تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای توأم با توان‌بخشی شناختی در کاهش ولع مصرف و بهبود کنترل مهاری در نوجوانان وابسته به مصرف ترامادول اثرگذار است و می‌تواند به عنوان یک درمان مؤثر در این زمینه مورد استفاده متخصصین مربوطه قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها: اختلالات مرتبط با سوء مصرف مواد، ترامادول، تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای، توان‌بخشی شناختی، ولع مصرف، مهار (روان‌شناختی)

نحوه استناد به مقاله:

Ahmadi Farsani M, Marashi SA, Beshlideh K. *The Effectiveness of Transcranial Direct Electrical Current Stimulation Treatment with Cognitive Rehabilitation on Reducing Craving and Improving Inhibitory Control in Tramadol-Dependent Adolescents.* J Police Med. 2023;12(1):e12.

نویسنده مسئول*:

خوزستان، اهواز، بلوار گلستان، دانشگاه شهید چمران اهواز، کد پستی: ۶۱۳۵۷۸۳۱۵۱

پست الکترونیکی:

mojtaba.farsani94@gmail.com

تاریخچه مقاله:

دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۲۴

پذیرش: ۱۴۰۲/۰۱/۲۹

انتشار: ۱۴۰۲/۰۲/۲۵

Copyright © 2023, Journal of Police Medicine | This open access article is licensed under a *Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License*

ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2023;12(1):e12

مقدمه

نوجوانی دوره‌ای همراه با تغییرات گسترده و سریع شناختی، رفتاری و فیزیولوژیکی است که با رفتارهایی مانند تازگی‌طلبی، ریسک‌پذیری و معاشرت‌های زیاد با همسالان مشخص می‌شود [۱]. شواهد گسترده‌ای وجود دارد که نشان می‌دهد مغز افراد در این دوره دچار تغییرات رشدی قابل توجهی می‌شود که این تغییرات، مناطق مرتبط با شناخت، احساسات و رفتارهای پاداش‌جویی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. به همین دلیل می‌توان گفت که مغز نوجوان در برابر آشفتگی‌های محیطی مانند سوء مصرف مواد، آسیب‌پذیری بالایی دارد [۲].

سوء مصرف مواد مخدر مشتمل بر مجموعه‌ای از نشانگان شناختی، رفتاری و روان‌شناختی به همراه الگویی از تکرار و بروز پیامدهای تحمل ترک و اعمال اجباری است [۳] که به عنوان پدیده‌ای مزمن و بازگشت‌کننده به یکی از دغدغه‌های اصلی جامعه جهانی تبدیل شده است [۴]. مصرف ضد دردهای شبه افیونی به عنوان تجربه اولیه و تفریحی مصرف مواد در بسیاری از موارد ابتلا به سوء مصرف مواد اهمیت ویژه‌ای دارد [۴]. از میان ضد دردهای شبه افیونی می‌توان به ترامادول اشاره کرد. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که از هر ۷ نفری که داروی ترامادول مصرف می‌کنند، یک نفر به این دارو وابسته می‌شود [۵]. میزان شیوع مصرف ترامادول در ایران در مردان ۴/۹ درصد و در زنان ۰/۸ درصد گزارش شده است [۶]. همچنین نتایج پژوهشی که *ضبیحی* و همکاران در ایران انجام داده‌اند نشان می‌دهد که بیش از ۵۵ درصد از مشتریانی که به دنبال ترامادول هستند زیر ۱۸ سال سن دارند [۷].

عوامل متعددی در ارتباط با سوء مصرف مواد از ابتلا تا ترک و عدم بازگشت مصرف آن پس از ترک دارند که یکی از آنها عوامل روان‌شناختی است. حس ولع، وسوسه یا اشتیاق مصرف به عنوان یک عامل روان‌شناختی مرکزی در ابتلا به سوء مصرف مواد و همچنین بازگشت به سوء مصرف مواد پس از دوره‌های درمانی و ترک اعتیاد شناخته می‌شود [۸، ۹]. ولع مصرف یکی از ملاک‌های افزوده‌شده برای تشخیص اختلال سوء مصرف مواد در ویرایش پنجم راهنمای تشخیصی و آماری اختلالات روانی است و با شاخص آمادگی برای تغییر ارتباطی منفی دارد [۱۰]. ولع مصرف شامل خواستن، تکانه‌ها، تمایلات، نیاز یا اجبار برای مصرف است و به عنوان زیربنای شروع وابستگی به مواد، از دست دادن کنترل و عود، درنظر گرفته می‌شود که می‌توان آن را یک میل شدید و مقاوم برای مصرف مواد تعریف کرد [۱۰]. هرچه میزان ولع مصرف فرد پایین‌تر باشد، احتمال سوء مصرف و همچنین بازگشت فرد به سوء مصرف دوباره مواد، کمتر است [۱۰]؛ بنابراین شناسایی عوامل مؤثر در ولع مصرف می‌تواند در پیشگیری از ابتلا به سوء مصرف مواد، ترک آن در صورت مبتلا شدن یا موفقیت در ترک دائمی مواد کمک‌کننده باشد. برخی از مدل‌های عصب‌شناختی، اعتیاد را به عنوان یک اختلال مغزی می‌شناسند که مشتمل بر آسیب‌های شدید نورونی بوده و منجر به مصرف مواد با وجود پیامدهای منفی که برای فرد مصرف‌کننده دارد، می‌شود [۱۱]. در این میان، پژوهش‌ها نشان داده‌اند که نقایص ساختاری و عملکردی مغز می‌توانند بر افزایش ولع مصرف نقش داشته باشند که یکی از شایع‌ترین این نقایص، کاهش عملکرد لُب پیش‌پیشانی افراد و به خصوص قشر خلفی جانبی این لب (DLPFC) است [۱۲]. قشر خلفی جانبی لب پیش‌پیشانی یکی از مهم‌ترین ساختارهای مغزی است که نقش مهمی را در بازداری پاسخ (کنترل مهاری) دارد و واضح است که با پایین آمدن توانایی فرد در مهار کردن پاسخ‌های خود، ولع مصرف می‌تواند افزایش پیدا کند. از طرف دیگر، مطالعات نشان داده‌اند که سوء مصرف مواد مخدر می‌تواند منجر به نقایص ساختاری و عملکردی در مغز افراد مصرف‌کننده شوند [۱۳].

از طرف دیگر، شواهد پژوهشی پیشنهاد می‌کنند که اعتیاد و ولع مصرف با نقایصی در کارکردهای شناختی و به خصوص نقص در کنترل مهاری مرتبط هستند [۱۴]؛ چراکه همان‌طور که گفته شد، مصرف مواد مخدر می‌تواند ساختارهای مغزی مرتبط با این کارکردهای شناختی را مختل کند و از طرف دیگر، در افراد با کنترل مهاری پایین‌تر، احتمال انجام رفتارهای ریسک‌پذیر نظیر مصرف مواد، بالا می‌رود [۱۳]. کنترل مهاری به توانایی مهار فکر، احساس یا عمل نامناسب و غیرمرتبط گفته می‌شود که تا حد زیادی به مکانیسم‌های زیربنایی سرکوب رفتار مواد‌جویی و جلوگیری از بازگشت مصرف مواد شبیه است [۱۵]. برخی مطالعات نشان داده‌اند که افراد با کنترل مهاری پایین در مقایسه با افراد با کنترل مهاری بالا، مشکلات بیشتری را در زمینه سوء مصرف مواد و رفتارهای مرتبط با آن دارند [۱۶]. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که فعالیت و سوخت‌وساز کمتر، قشر خلفی جانبی لب پیش‌پیشانی با عملکرد ضعیف‌تر در تکالیف مربوط به کنترل مهاری همراه است [۱۷].

سوء مصرف مواد، آسیب‌های بسیاری در حوزه‌های مختلف را منجر می‌شود [۱۸]. بنابراین اقدامات لازم جهت پیشگیری از ابتلا به آن و همچنین ترک آن، یکی از مسائل بسیار مهمی است که همواره به عنوان یکی از دغدغه‌های افرادی که در عرصه پیشگیری و درمان

ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2023;12(1):12

این اختلال فعالیت دارند (از نهادهای درمانی گرفته تا پلیس مبارزه با مواد مخدر)، شناخته می‌شود. با توجه به مشخص‌شدن نقش فرآیندهای شناختی و ساختارهای مغزی در این اختلال و از طرف دیگر با توجه به علاقه روزافزون افراد به درمان‌های غیرتهاجمی تحریک مغزی، تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای می‌تواند گزینه مناسبی برای مداخله باشند. تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای (tDCS)، به اعمال جریان ضعیف الکتریکی متناوب (بین ۰/۱ تا ۲ میلی‌آمپر) به پوست سر از طریق دو الکترود (آند و کاتد) گفته می‌شود. بسته به مسیر و جهت جریان، این مکانیسم می‌تواند سبب القای تغییراتی در تحریک‌پذیری قشر مغز گردد [۱۹]. پژوهش‌های متعددی نشان داده‌اند که استفاده همزمان از تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای و توان‌بخشی شناختی یا به‌طور کلی اجرای تکالیف شناختی منجر به اثرگذاری بهتر تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای می‌شود [۲۰، ۲۱]. توان‌بخشی شناختی مکانیسمی است که از طریق فرآیندهای درمانی مشخص، منجر به بهبود یک سیستم عصبی آسیب‌دیده می‌گردد که زمینه ایجاد تغییرات کارکردی را از طریق پاداش، ارتقا و یادگیری مجدد توانایی‌های قبلاً فراگرفته شده یا الگوهای جدید جهت بهبود کارکردهای شناختی، فراهم می‌سازد [۲۲].

پژوهش‌های متعددی نقش تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای و توان‌بخشی شناختی را در بهبود کنترل مهاری و همچنین کاهش ولع مصرف مواد نشان داده‌اند [۲۵-۲۳]؛ اما پژوهش‌های اندکی وجود دارند که تأثیر همزمان این دو درمان را بر متغیرهای نام‌برده در افراد مبتلابه اختلال سوء مصرف مواد مورد بررسی قرار داده باشند. در ایران در زمینه سوء مصرف مواد، پژوهش مشابهی که هر دو درمان تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای و توان‌بخشی شناختی را به صورت هم‌زمان به‌کار برده باشد، یافت نشد. *Bonfiglio* و همکاران در پژوهش خود که با هدف بررسی اثربخشی استفاده توأم از تمرین شناختی و تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای بر کاهش ولع مصرف و بهبود کنترل مهاری افراد وابسته به کوکائین صورت گرفته است، نشان داده‌اند که این پروتکل درمانی منجر به تأثیرات معناداری در کاهش ولع مصرف و بهبود کنترل مهاری در افراد وابسته به مصرف کوکائین می‌شود [۲۳]. در پژوهشی دیگر *Dubuson* و همکاران نشان داده‌اند که تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای به همراه تکالیف شناختی مبتنی بر کنترل مهاری خطرپذیری بازگشت اولیه مصرف الکل را کاهش می‌دهد [۲۴]. *Xu* و همکاران نیز در پژوهش خود که با هدف بررسی تأثیر درمان ترکیبی تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای و تمرین‌های شناختی بر کاهش ولع مصرف متامفتامین صورت گرفته است، نشان داده‌اند که این درمان در کاهش ولع به صورت معناداری اثربخش است [۲۵].

همان‌گونه که گفته شد، سوء مصرف مواد همواره به عنوان یکی از چالش‌های اساسی نهادهای متعددی به خصوص پلیس مبارزه با مواد مخدر است. با توجه به مواردی ازجمله حساسیت بالای دوره نوجوانی، ظرفیت بالای نوجوانان برای انجام فعالیت‌های ریسک‌پذیر و لذت‌بخش نظیر مصرف مواد، شیوع بالای مصرف ترامادول در نوجوانی، همچنین آشکار بودن نقایص شناختی به خصوص کنترل مهاری، ساختارهای مغزی به خصوص قشر خلفی جانبی لب پیش‌پیشانی در افراد وابسته به سوء مصرف مواد، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثربخشی تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای توأم با توان‌بخشی شناختی بر بهبود کنترل مهاری و کاهش ولع مصرف نوجوانان وابسته به ترامادول انجام شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع نیمه آزمایشی با استفاده از طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون و پیگیری ۲ ماهه با گروه کنترل است. جامعه آماری پژوهش حاضر، تمامی نوجوانان دختر و پسر (۱۴ تا ۱۸ساله) وابسته به ترامادول شهر شهرکرد که در سال ۱۴۰۱ با پژوهشگر از طریق فراخوان‌های منتشرشده در مدارس و فضای مجازی تماس گرفتند، بودند. از این جامعه به روش نمونه‌گیری در دسترس ۳۰ نفر (۱۲ دختر و ۱۸ پسر) از افرادی که ملاک‌های ورود به پژوهش را داشتند، انتخاب شدند. آزمودنی‌ها در قالب دو گروه ۱۵نفری آزمایش و کنترل به صورت تصادفی و بر اساس همتاسازی جنسیتی تقسیم شدند. ملاک‌های ورود به مطالعه عبارت بودند از تشخیص اختلال سوء مصرف مواد (ترامادول)، عدم ابتلا به سایر اختلالات روان‌شناختی، سن ۱۴ تا ۱۸ سال، نداشتن سابقه صرع و تشنج، عدم دریافت هرگونه درمان روان‌شناختی یا دارویی دیگر به صورت هم‌زمان، عدم سابقه درمان تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای، نداشتن ایمپلنت‌های درون‌جمجمه‌ای یا هر شی فلزی دیگر نزدیک به سر که نمی‌توان آن را جدا کرد، داشتن انگیزه بالای مشارکت که از طریق مصاحبه اولیه مشخص شد و موافقت با شرکت در پژوهش و امضای رضایت‌نامه کتبی و ملاک‌های خروج عبارت بودند از ناتوانی در انجام تکالیف توان‌بخشی شناختی، شرکت نکردن بیش از ۲ جلسه متوالی در جلسات درمانی و عدم انگیزه شرکت‌کننده در جلسات درمانی. برای جمع‌آوری داده‌ها از پرسش‌نامه

ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2023;12(1):e12

سنجش ولع مصرف لحظه‌ای و آزمون برو/ نرو استفاده شد.

پرسش‌نامه سنجش ولع مصرف لحظه‌ای: این پرسش‌نامه با محوریت ولع مصرف به عنوان حالتی انگیزشی توسط *Franken* و همکاران در سال ۲۰۰۲ طراحی شده است و ولع مصرف را در لحظه می‌سنجد. این پرسش‌نامه از ۱۴ سؤال تشکیل شده که ۳ عامل تمایل و قصد نسبت به مصرف مواد (سؤالات ۱، ۲، ۱۲ و ۱۴)، میل به مصرف و تقویت منفی و لذت (سؤالات ۴، ۵، ۷، ۹ و ۱۱) و شدت فقدان کنترل (سؤالات ۳، ۶، ۸، ۱۰ و ۱۳) را در یک مقیاس لیکرت ۶درجه‌ای از صفر (اصلاً درست نیست) تا پنج (کاملاً درست است) می‌سنجد. حداکثر نمره‌ای که فرد در این پرسش‌نامه می‌تواند کسب کند، ۷۰ و حداقل نمره صفر است [۲۶]. در مطالعه *پورسید* و همکاران، آلفای کرونباخ برای کل مقیاس برای مصرف‌کنندگان تریاک برابر با ۰/۹۶، کراک برابر ۰/۹۵، متامفتامین برابر ۰/۹۰ و هروئین کشیدنی برابر ۰/۹۴ به‌دست آمده است [۲۷]. در پژوهش حاضر ضریب آلفای کرونباخ برای کل مقیاس معادل ۰/۹۱ به‌دست آمد.

آزمون برو/ نرو: این آزمون در سال ۱۹۸۴ به‌وسیله *Hoffman* جهت سنجش بازداری پاسخ مورد استفاده قرار گرفت. در آزمون برو/ نرو دو موقعیت وجود دارد، در یک موقعیت (مرحله برو) فرد با ارائه یک محرک باید هرچه سریع‌تر پاسخ همخوان با محرک موجود را ارائه دهد و در موقعیت دوم (مرحله نرو) پس از ارائه محرک اول، محرک دیگری نیز ارائه می‌شود و فرد با ظاهر شدن محرک دوم باید از پاسخ دادن خودداری کند. توانایی فرد در مهار پاسخ خود در موقعیت دوم یعنی مرحله نرو، شاخصی از کنترل مهاری او است. این آزمون نسخه‌های متفاوتی دارد. در پژوهش حاضر از نسخه دوم نرم‌افزار PEBL استفاده شد. در آزمون برو/ نرو این نرم‌افزار دو محرک هدف وجود دارد که هر بار یکی از آنها در صفحه ظاهر می‌شود. این دو محرک حروف P و R هستند. آزمون از دو مرحله تشکیل می‌شود. در مرحله اول ۱۲۸ بار محرک P و ۳۲ بار محرک R ظاهر می‌شوند. آزمودنی باید با دیدن حرف P بر روی صفحه کلیک کند و در صورت ظاهر شدن حرف R لازم است که از پاسخ‌دهی خودداری کند. در مرحله دوم ۱۲۸ بار محرک R و ۳۲ بار محرک P ظاهر می‌شوند که در اینجا فرد باید با دیدن محرک R بر روی صفحه کلیک کند اما با دیدن P از پاسخ دادن خودداری کند. تعداد پاسخ‌های غلط به محرک نرو (R در مرحله اول و P در مرحله دوم) یا به عبارت دیگر خطای ارتکاب به عنوان شاخص اصلی اندازه‌گیری کنترل مهاری درنظر گرفته می‌شود [۲۸]. ازآنجایی‌که این آزمون غیرکلامی است، وابسته به فرهنگ نیست و می‌توان از پژوهش‌های خارجی جهت استناددهی روایی و پایایی استفاده کرد. ضریب اعتبار و بازآزمایی این آزمون بالای ۰/۸ گزارش شده است [۲۹]. در پژوهش حاضر ضریب آلفای کرونباخ برای این آزمون (نمره خطای نرو) ۰/۹۲ به‌دست آمد.

برای اجرای پژوهش حاضر نخست فراخوان‌هایی در مدارس شهر شهرکرد و کانال‌ها و صفحه‌های فضای مجازی مربوط به شهر شهرکرد مبنی بر جذب آزمودنی جهت اجرای پژوهش منتشر شد. پس از بررسی شرایط ورود به طرح، جهت انجام پژوهش حاضر، آزمودنی‌هایی که جهت شرکت در پژوهش تماس گرفتند مورد مصاحبه قرار گرفتند و نسبت به شرایط و طول مداخله و همچنین بی‌خطر بودن آن اطلاعات کافی را دریافت کردند. همچنین تمامی آزمودنی‌ها قبل از شرکت در پژوهش، فرم رضایت‌نامه شخصی آگاهانه برای شرکت در پژوهش را تکمیل کردند و نسبت به رازداری و عدم افشای اطلاعات به آنها اطمینان داده شد. سپس به آزمودنی‌ها یا والدین آنها در مورد روش‌های درمانی مورد استفاده و همچنین روال پژوهش توضیحاتی داده شد. قبل از شروع مداخلات، آزمودنی‌ها از طریق ابزارهای مورد نظر یعنی پرسش‌نامه سنجش لحظه‌ای ولع مصرف و آزمون برو/ نرو مورد ارزیابی قرار گرفتند. سپس اعضای گروه آزمایش تحت درمان تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای توأم با توان‌بخشی شناختی قرار گرفتند اما اعضای گروه کنترل مداخله‌ای دریافت نکردند و در صف انتظار قرار گرفتند. پس از اتمام مداخلات آزمودنی‌ها دوباره مورد ارزیابی قرار گرفتند. همچنین پس از مدتی از گذشت مداخله و ارزیابی دوم، ارزیابی سوم یا پیگیری دوماهه انجام شد.

در پژوهش حاضر تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای از طریق دستگاه تولیدکننده جریان الکتریکی نورواستیم ۲، ساخت شرکت مدینا طب که جریان الکتریکی را به‌صورت مداوم و خفیف از سر عبور می‌دهد، استفاده شد. در این پژوهش، آزمودنی‌های گروه آزمایش همزمان با دریافت تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای تکالیف توان‌بخشی شناختی مرتبط با کنترل مهاری را با نرم‌افزار کاپتان لاگ نیز انجام می‌دادند. تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای در ۱۰ جلسه ۲۰دقیقه‌ای و هر هفته ۳ جلسه اعمال شد. مداخله به این صورت بود که الکترود آند (تحریکی) در ناحیه خلفی جانبی لب پیش‌پیشانی چپ (DLPFC چپ) و الکترود کاتد (بازدارنده) بر روی ناحیه خلفی جانبی لب پیش‌پیشانی راست (DLPFC راست) یعنی به ترتیب مناطق F3 و F4 بر اساس سیستم ۲۰-۱۰

ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2023;12(1):12

بین‌المللی الکترو آنسفالوگرافی قرار گرفت. در این پژوهش جریان الکتریکی از نوع مستقیم و با شدت ۱/۵ میلی‌آمپر و مدت‌زمان ۲۰ دقیقه اعمال شد. خلاصه جلسات درمانی در جدول ۱ آورده شدند.

ملاحظات اخلاقی: این پژوهش با کد اخلاق EE/1401.2.24.183177/scu.ac.ir در کمیته اخلاق پژوهش دانشگاه شهید چمران اهواز به تصویب رسیده است. اصول اخلاقی پژوهش حاضر به صورت کامل رعایت شد؛ آزمودنی‌ها می‌توانستند هر زمان که مایل بودند پژوهش را ترک کنند و تمامی اطلاعات محرمانه آنان محفوظ و بدون بهره‌برداری امحا گردید.

تجزیه و تحلیل آماری: برای بررسی اثربخشی مداخله از روش تحلیل کوواریانس جند متغیره (مانکوا) استفاده شد. داده‌ها از طریق نرم‌افزار SPSS 20 تحلیل شدند.

یافته‌ها

از ۳۰ نمونه آماری انتخاب‌شده، ۳ نفر (۲ نفر از گروه کنترل و ۱ نفر از گروه آزمایش) قادر به ادامه همکاری با پژوهشگران نبودند و از پژوهش کنار گذاشته شدند. حجم گروه کنترل به ۱۳ نفر (۴ دختر و ۹ پسر) و حجم گروه آزمایش به ۱۴ نفر (۴ دختر و ۱۰ پسر) تقلیل یافت. اطلاعات جمعیت‌شناختی نمونه آماری پژوهش حاضر نشان داد که میانگین سنی افراد حاضر در پژوهش ۱/۳۵±۱۶/۷۰ سال بود. میانگین متغیرهای پژوهش را در مراحل پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری در جدول ۲ مشاهده می‌شود.

برای بررسی پیش‌فرض نرمال بودن توزیع متغیرها از آزمون تک‌نمونه‌ای کولموگروف-اسمیرنف استفاده شد و نتایج نشان داد که به جز کنترل مهاری در گروه کنترل مرحله پیگیری بقیه داده‌ها دارای توزیع نرمال بودند. از آن جایی که چولگی و کشیدگی این مورد در محدوده ۳/۲۹- الی ۳/۲۹+ (در نمونه‌های با حجم کم) قرار داشت، توانستیم از آزمون‌های پارامتریک برای تحلیل استفاده کنیم. برای بررسی پیش‌فرض همگنی واریانس‌ها از آزمون لون استفاده شد. نتایج برآمده از آزمون لون نشان‌دهنده

جدول ۱) خلاصه جلسات درمانی

جلسه	محتوی	مدت زمان
۱	درمان تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای (آند روی ناحیه F3 و کاتد روی ناحیه F4) با شدت جریان ۱/۵ میلی‌آمپر، معرفی نرم‌افزار کاپتان لاگ و نحوه کارکردن با آن، انجام تمرینات نقطه مسابقه‌ای، بازی گربه‌ها و تمرین هدف	۲۰ دقیقه
۲	درمان تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه¬ای (آند روی ناحیه ۳F و کاتد روی ناحیه ٤F) با شدت جریان ۱/۵ میلی آمپر، انجام تمرین هانت موشی، تمرین به¬سرعت انتخاب کنید و تمرین دارت‌ها	۲۰ دقیقه
۳	درمان تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه¬ای (آند روی ناحیه ۳F و کاتد روی ناحیه ٤F) با شدت جریان ۱/۵ میلی آمپر، انجام تمرین روی جاده، تمرین نور قرمز- نور سبز و تمرین نقطه مسابقه‌ای	۲۰ دقیقه
٤	درمان تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه¬ای (آند روی ناحیه ۳F و کاتد روی ناحیه ٤F) با شدت جریان ۱/۵ میلی آمپر، انجام تمرین نقطه مسابقه¬ای، تمرین بازی گربه‌ها و تمرین هدف	۲۰ دقیقه
٥	درمان تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه¬ای (آند روی ناحیه ۳F و کاتد روی ناحیه ٤F) با شدت جریان ۱/۵ میلی آمپر، انجام تمرین هانت موشی، تمرین به¬سرعت انتخاب کنید و تمرین دارت‌ها	۲۰ دقیقه
٦	درمان تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه¬ای (آند روی ناحیه ۳F و کاتد روی ناحیه ٤F) با شدت جریان ۱/۵ میلی آمپر، انجام تمرین روی جاده، تمرین نور قرمز- نور سبز و تمرین نقطه مسابقه‌ای	۲۰ دقیقه
۷	درمان تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه¬ای (آند روی ناحیه ۳F و کاتد روی ناحیه ٤F) با شدت جریان ۱/۵ میلی آمپر، انجام تمرین نقطه مسابقه¬ای، تمرین بازی گربه‌ها و تمرین هدف	۲۰ دقیقه
۸	درمان تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه¬ای (آند روی ناحیه ۳F و کاتد روی ناحیه ٤F) با شدت جریان ۱/۵ میلی آمپر، انجام تمرین هانت موشی، تمرین به¬سرعت انتخاب کنید و تمرین دارت‌ها	۲۰ دقیقه
۹	درمان تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه¬ای (آند روی ناحیه ۳F و کاتد روی ناحیه ٤F) با شدت جریان ۱/۵ میلی آمپر، انجام تمرین روی جاده، تمرین نور قرمز- نور سبز و تمرین نقطه مسابقه‌ای	۲۰ دقیقه
۱۰	درمان تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه¬ای (آند روی ناحیه ۳F و کاتد روی ناحیه ٤F) با شدت جریان ۱/۵ میلی آمپر، انجام تمرین نقطه مسابقه‌ای، تمرین بازی گربه‌ها و تمرین هدف	۲۰ دقیقه

جدول ۲) میانگین متغیرهای پژوهش در پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری دو گروه کنترل و آزمایش

شاخص	گروه	گروه آزمایش (M±SD)			گروه کنترل (M±SD)		
		پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیگیری	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیگیری
ولع مصرف		۳۷/۷۱±۳/۸۹	۳۱/۱۴±۴/۷۳	۳۲/۴۲±۵/۰۴	۳۵/۷۶±۳/۴۹	۳۴/۶۹±۳/۴۴	۳۵/۱۵±۳/۹۱
کنترل مهاری (تعداد خطای نرو)		۱۰/۵۷±۱/۹۴	۷/۳۵±۲/۷۳	۸/۲۸±۲/۷۸	۱۰/۳۸±۱/۸۵	۱۰/۰۷±۱/۸۴	۱۰/۴۶±۱/۸۰

ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2023;12(1):e12

معنـادار نبـودن مقـدار F در سـطح آلفـای ۰/۰۵ در هـر دو مرحلـه پس‌آزمـون و پیگیـری بـود، لـذا پیش‌فـرض همگنـی واریانس‌هـا برقـرار بـود. همچنیـن پیش‌فـرض همگنـی شـیب رگرسـیون مـورد بررسـی قـرار گرفـت. نتایـج نشـان داد، مقـدار F تعامـل متغیـر مسـتقل و متغیـر همپـراش هـر دو متغیـر ولـع مصـرف و کنتـرل مهـاری در هـر دو مرحلـه پس‌آزمـون و پیگیـری در سـطح آلفـای ۰/۰۵، معنـادار نبـود بنابرایـن پیش‌فـرض همگنـی شـیب‌های رگرسـیون نیـز در هـر دو مرحلـه پس‌آزمـون و پیگیـری برقـرار بـود. همچنیـن بـر اسـاس آزمـون ام باکـس، برابـری ماتریـس کوواریانـس متغیرهـای وابسـته در بیـن گروه‌هـای آزمایـش و کنتـرل در هـر دو مرحلـه پس‌آزمـون و پیگیـری در سـطح آلفـای ۰/۰۵ معنـادار نبـود.

بـا توجـه بـه برقـرار بـودن پیش‌فرض‌هـای تحلیـل کوواریانـس چندمتغیـری، از ایـن آزمـون بـرای پاسـخ‌دهی بـه فرضیـات پژوهـش اسـتفاده شـد. نتایـج در جـدول ۳ آورده شـده اسـت. نتایـج آزمـون لامبـدای ویلکـز در مرحلـه پس‌آزمـون نشـان داد کـه بیـن میانگین‌هـای دو گـروه آزمایـش و کنتـرل، بـا کنتـرل اثـر پیش‌آزمـون، حداقـل از نظـر یکـی از متغیرهـای وابسـته، تفـاوت معنـاداری وجـود داشـت و ایـن بدیـن معنـا بـود کـه تحریـک الکتریکـی مسـتقیم فراجمجمـه‌ای بـر اثرگذاری بـر حداقـل یکـی از متغیرهـای وابسـته موفـق بـود (p<۰/۰۵؛ F=۲۱/۰۵۳؛ Eta=۰/۶۵). همچنیـن نتایـج آزمـون لامبـدای ویلکـز در مرحلـه پیگیـری نشـان داد کـه بیـن میانگین‌هـای دو گـروه آزمایـش و کنتـرل، بـا کنتـرل اثـر پیش‌آزمـون، حداقـل از نظـر یکـی از متغیرهـای وابسـته تفـاوت معنـاداری وجـود داشـت و ایـن بدیـن معنـی بـود کـه تحریـک الکتریکـی مسـتقیم فراجمجمـه ای بـر اثرگـذاری بـر حداقـل یکـی از متغیرهـای وابسـته موفـق بـود (p<۰/۰۵؛ F=۱۷/۲۲۱؛ Eta=۰/۶۱).

بـرای بررسـی الگوهـای تفـاوت، از تحلیـل کوواریانـس تک‌متغیـری در متـن تحلیـل کوواریانـس چندمتغیـری اسـتفاده شـد. آمـاره F بـا مقـدار (۳۹/۳۹۶) بـرای ولـع مصـرف در مرحلـه پس‌آزمـون معنـادار بـود (جـدول ۴). ایـن نتیجـه نشـان داد کـه بیـن گروه‌هـای مـورد پژوهـش در میانگیـن نمـرات ولـع مصـرف در مرحلـه پس‌آزمـون تفـاوت معنـاداری وجـود داشـت. بـا توجـه بـه پایین‌تـر بـودن میانگیـن نمـرات گـروه آزمایـش نسـبت بـه گـروه کنتـرل می‌تـوان گفـت کـه درمـان مـورد نظـر بـر کاهـش ولـع مصـرف نوجوانـان وابسـته بـه ترامـادول در مرحلـه پس‌آزمـون بـه صـورت معنـاداری اثربخـش بـود. همچنیـن آمـاره F بـا مقـدار (۲۴/۴۰۴) بـرای ولـع مصـرف در مرحلـه پیگیـری معنـادار بـود (جـدول ۴). ایـن نتیجـه نشـان داد کـه بیـن گروه‌هـای مـورد پژوهـش در ولـع مصـرف در مرحلـه پیگیـری تفـاوت معنـاداری وجـود داشـت. بـا توجـه بـه پایین‌تـر بـودن میانگیـن نمـرات گـروه آزمایـش نسـبت بـه گـروه کنتـرل می‌تـوان گفـت کـه درمـان مـورد نظـر بـر کاهـش ولـع مصـرف نوجوانـان وابسـته بـه ترامـادول در مرحلـه پیگیـری نیـز بـه صـورت معنـاداری اثربخـش بـود. همچنیـن آمـاره F بـا مقـدار (۱۵/۶۷۷) بـرای کنتـرل مهـاری (تعـداد خطـای نـرو) در مرحلـه پس‌آزمـون معنـادار بـود. ایـن نتیجـه نشـان داد کـه بیـن گروه‌هـای مـورد پژوهـش در میانگیـن نمـرات کنتـرل مهـاری در مرحلـه پس‌آزمـون تفـاوت معنـاداری وجـود داشـت. بـا توجـه بـه پایین‌تـر بـودن میانگیـن نمـرات گـروه آزمایـش نسـبت بـه گـروه کنتـرل می‌تـوان گفـت کـه درمـان مـورد نظـر بـر بهبـود کنتـرل مهـاری نوجوانـان وابسـته بـه ترامـادول در مرحلـه پس‌آزمـون به‌صـورت معنـاداری اثربخـش بـود. همچنیـن آمـاره F بـا مقـدار (۱۳/۸۴۰) بـرای کنتـرل مهـاری در مرحلـه پیگیـری معنـادار بـود (جـدول ۴). ایـن نتیجـه نشـان داد کـه بیـن گروه‌هـای مـورد پژوهـش در کنتـرل مهـاری در مرحلـه پیگیـری تفـاوت معنـاداری وجـود داشـت. بـا توجـه بـه پایین‌تـر بـودن میانگیـن نمـرات گـروه آزمایـش نسـبت بـه گـروه کنتـرل می‌تـوان گفـت کـه درمـان مـورد نظـر بـر بهبـود کنتـرل مهـاری نوجوانـان وابسـته بـه ترامـادول در مرحلـه پیگیـری نیـز بـه صـورت معنـاداری اثربخـش بـود.

جدول ۳) جدول کوواریانس چندمتغیری جهت بررسی شاخص‌ها قبل و بعد از مداخله در مرحله پس‌آزمون و پیگیری

مرحله	شاخص	مقدار	میزان F	فرضیه DF	خطا DF	اندازه اثر	معناداری
پس‌آزمون	لامبدای ویلکز	۰/۳۴۳	۲۱/۰۵۳	۲	۲۲	۰/۶۵	۰/۰۰۰۲
پیگیری	لامبدای ویلکز	۰/۳۹۰	۱۷/۲۲۱	۲	۲۲	۰/۶۱	۰/۰۰۰۲

جدول ۴) نتایج آزمون آنکوا در متن مانکوا بر روی میانگین نمرات پس‌آزمون و پیگیری ولع مصرف و کنترل مهاری با کنترل پیش‌آزمون

مرحله	متغیر	منبع	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معناداری	مجذور اتا	توان
پس‌آزمون	ولع مصرف	گروه	۱۷۴/۹۳۲	۱	۱۷۴/۹۳۲	۳۹/۳۹۶	۰/۰۰۰۱	۰/۶۳	۱
	کنترل مهاری	گروه	۱۸/۸۱۵	۱	۱۸/۸۱۵	۱۵/۶۷۷	۰/۰۰۱	۰/۴۰	۰/۹۶۶
پیگیری	ولع مصرف	گروه	۱۲۱/۱۳۴	۱	۱۲۱/۱۳۴	۲۴/۴۰۴	۰/۰۰۰۱	۰/۵۱	۰/۹۹۷
	کنترل مهاری	گروه	۲۲/۰۹۵	۱	۲۲/۰۹۵	۱۳/۸۴۰	۰/۰۰۱	۰/۳۷	۰/۹۴۵

ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2023;12(1):12

بحث

هدف از پژوهش حاضر بررسی اثربخشی تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای توأم با توان‌بخشی شناختی بر کاهش ولع مصرف و و بهبود کنترل مهاری نوجوانان وابسته به ترامادول بود. نتایج نشان داد که درمان تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای توأم با توان‌بخشی شناختی بر کاهش ولع مصرف نوجوانان وابسته به ترامادول به‌صورت معناداری اثربخش بود. این یافته با نتایج پژوهش‌های *Bonfiglio* و همکاران و *Xu* و همکاران [۲۳،۲۵] همسو است. در تبیین این یافته‌ها می‌توان گفت، مطالعات متعدد نشان داده‌اند که فعالیت قشر پیش‌پیشانی و به خصوص قشر خلفی جانبی این لب در افراد مبتلا به سوء مصرف مواد نسبت به افراد عادی پایین‌تر است [۱۳] و از طرف دیگر مطالعات متعددی رابطه بین عملکرد این ناحیه و ولع مصرف را نشان داده‌اند [۱۲] به گونه‌ای که هرچه این ناحیه سوخت‌وساز و فعالیت کمتری داشته باشد، ولع مصرف بالاتر است. می‌دانیم که درمان تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای از طریق افزایش میزان تحریک‌پذیری قشری، زمینه را برای فعالیت بیشتر ساختارهای مغزی که از طریق این روش تحریک می‌شوند، فراهم می‌کند [۱۹]؛ بنابراین از آنجایی که در پژوهش حاضر الکترود آند (تحریکی) بر روی ناحیه F3 یا همان قشر خلفی جانبی لب پیش‌پیشانی قرار داشت، این موضوع نورون‌های این ناحیه را برای ایجاد پتانسیل عمل آماده‌تر کرد و به این ترتیب می‌تواند سوخت‌وساز نورون‌ها و به طور کلی این ساختار را بیشتر کند؛ بنابراین با افزایش فعالیت این ناحیه شاهد کاهش ولع مصرف خواهیم بود. از طرف دیگر می دانیم که قشر خلفی جانبی لب پیش‌پیشانی منطقه‌ای است که در پاداش، انگیزش و تصمیم‌گیری دخالت داشته و محلی برای یکپارچه‌سازی اطلاعات و ایجاد رفتارهای بازدارنده نشانه‌های وسوسه انگیز است. در حقیقت می‌توان گفت که تحریک ناحیه خلفی جانبی لب پیش‌پیشانی می‌تواند منجر به تسهیل ریزش دوپامین در ناحیه زیرقشری هسته دم‌دار شود و بعد از آن منجر به تحریک مستقیم نواحی هدف می‌شود و این تحریک به قشر نیمکره مغزی مخالف انتشار یافته و فعالیت زیر قشری در شبکه عصبی متصل به نواحی تحریک می‌شود [۳۰] و ولع مصرف را کاهش می‌دهد.

همچنین در تبیین این یافته می‌توان گفت که نقص در کارکردهای اجرایی در افراد مبتلا به اختلال سوء مصرف مواد در مطالعات متعدد مشخص شده است [۳۲، ۳۱] که این موضوع زمینه را برای ولع مصرف و عدم کنترل مصرف مواد فراهم می‌کند. تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه ای با تأثیری که بر ناحیه خلفی جانبی لب پیش‌پیشانی می‌گذارد، در بهبود تصمیم‌گیری، خودکنترلی، تنظیم هیجانی و همچنین برنامه‌ریزی، زمینه را برای کاهش میزان ولع مصرف فراهم کرده و همچنین منجر به ایجاد تغییرات شکل‌پذیری عصبی در سیستم پاداشی مغز می‌شود. تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای از طریق برقراری مجدد عملکرد طبیعی مغز در مناطق هدف درگیر در سوء مصرف مواد، باعث کاهش رفتارهای اعتیادآور همچون ولع مصرف می‌شود [۲۳].

از طرف دیگر مطالعات متعدد نشان داده‌اند که استفاده همزمان از تمرین‌های شناختی در کنار تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای اثرات هم‌افزایی دارد. توان‌بخشی شناختی بر اساس اصل انعطاف‌پذیری نورونی یعنی تشکیل سیناپس‌های جدید و بر اثر تحریک مداوم ساختارهای مغزی منجر به بهبود عملکرد و سوخت‌وساز قشر خلفی جانبی لب پیش‌پیشانی می‌شود و زمینه ایجاد تغییرات کارکردی را از طریق پاداش، ارتقا و یادگیری مجدد توانایی‌های قبلاً فراگرفته‌شده یا الگوهای جدید جهت بهبود کارکردهای شناختی، فراهم می‌سازد [۲۲]. از طرف دیگر می‌توان گفت که قشر خلفی جانبی لب پیش‌پیشانی مسئول تشخیص و تعیین اعمال، ارزیاب پیامدهای رفتار کنونی و همچنین پیش‌بینی‌کننده پیامدها و کنترل اجتماعی است [۳۳]؛ بنابراین با افزایش سوخت‌وساز این ناحیه از طریق درمان‌های مورد استفاده در پژوهش حاضر، کنترل اجتماعی فرد بالاتر رفته و به دنبال آن توانایی فرد در سرکوب تمایلات افزایش پیدا می‌کند که این موضوع می‌تواند منجر به کاهش ولع مصرف شود.

همچنین نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای توأم با توان‌بخشی شناختی بر بهبود کنترل مهاری نوجوانان وابسته به ترامادول به‌صورت معناداری اثربخش بود. این یافته با نتایج پژوهش‌های *Bonfiglio* و همکاران و *Dubuson* و همکاران [۳۱، ۳۲] همسو است. در تبیین این یافته‌ها می‌توان گفت که تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای می‌تواند با افزایش میزان تحریک‌پذیری قشری در مناطق مغزی مرتبط با کنترل مهاری، زمینه لازم را برای اثربخشی هرچه بیشتر توان‌بخشی شناختی فراهم کند؛ به بیان دیگر در کنار تغییرات ساختاری و عملکردی مغزی که براثر توان‌بخشی شناختی ایجاد می‌شوند، تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای نیز با تحریک همزمان قشر خلفی جانبی لب پیش‌پیشانی چپ آستانه تحریک سلول‌های عصبی این ناحیه را پایین آورده و آنها را آماده پتانسیل

ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2023;12(1):e12

عمل یا فعالیت می‌کند و بنابراین عمل کنترل مهاری راحت‌تر صورت می‌پذیرد و مهارت کنترل مهاری تقویت می‌شود.

نتایج پژوهش حاضر همچنین نشان داد که همانند مرحله پس‌آزمون در مرحله پیگیری نیز شاهد تغییرات معناداری هم در زمینه ولع مصرف و هم کنترل مهاری در گروه آزمایش نسبت به گروه گواه بودیم، به گونه‌ای که مشخص شد تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای توأم با توان‌بخشی شناختی منجر به بهبود کنترل مهاری و همچنین کاهش ولع مصرف شد. در تبیین این یافته می‌توان گفت که یکی از سیستم‌های مهم اسیدآمینه‌ای مغز، سیستم گلوتاماترژیک است که یک سیستم تحریکی بوده و افزایش فعالیت این سیستم، منجر به افزایش فعالیت نورون‌های مغزی می‌شود که در حافظه و یادگیری نقش بسیار مهمی دارد. برای افزایش فعالیت این سیستم باید گیرنده‌های NMDA را تحریک کنیم؛ تحریک این گیرنده‌ها منجر به افزایش فعالیت نورونی (یادگیری بهتر و بهبود عملکرد حافظه) می‌شود. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای می‌تواند بر گیرنده‌های NMDA اثر بگذارد و به این صورت منجر به تأثیرات بلندمدت بر ساختار مغزی مربوطه بشود [۳۴].

با توجه به یافته‌های پژوهش پیشنهاد می‌شود، نهادهای مسئول ازجمله وزارت بهداشت و درمان و آموزش پزشکی، آموزش و پرورش و همچنین پلیس پیشگیری و مبارزه با مواد مخدر فراجا، شرایط لازم را برای اجرای رایگان درمان‌های تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای و توان‌بخشی شناختی فراهم کنند. همچنین پیشنهاد می‌شود، درمانگران و متخصصین مربوطه برای درمان سوء مصرف مواد و همچنین جلوگیری از بازگشت سوء مصرف از پروتکل حاضر استفاده نمایند. پژوهش حاضر با یکسری محدودیت‌هایی همراه بود. نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش حاضر مربوط به نوجوانان وابسته به مصرف ترامادول در شهر شهرکرد بود، بنابراین تعمیم نتایج آن به جوامع دیگر با احتیاط صورت بگیرد.

نتیجه‌گیری

بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان نتیجه گرفت که درمان تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای توأم با توان‌بخشی شناختی به دلیل تأثیراتی که می‌تواند بر ساختارهای مغزی بگذارد، می‌تواند در کاهش ولع مصرف و بهبود کنترل مهاری به عنوان دو متغیر اساسی در پیشگیری از اعتیاد، ترک اعتیاد و همچنین بازگشت پس از ترک اثرگذار باشد.

نکات بالینی و کاربردی در طب انتظامی: با توجه به نتایج پژوهش حاضر مبنی بر اثربخشی درمان تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای توأم با توان‌بخشی شناختی بر کاهش ولع مصرف و بهبود کنترل مهاری نوجوانان وابسته به ترامادول، می‌توان این‌گونه مداخلات را در مراکز مشاوره و درمانی فرماندهی انتظامی، مراکز ترک اعتیاد وابسته به این سازمان به کار برد. همچنین فرماندهی انتظامی می‌تواند در همکاری با آموزش و پرورش برای پیشگیری از سوء مصرف مواد نوجوانان، مداخلات رایگانی را برای این منظور در محیط‌های آموزشی ارائه دهد.

تشکر و قدردانی: بدین‌وسیله از همه شرکت‌کنندگان و همه عزیزانی که ما را در پژوهش حاضر یاری و همراهی کردند، صمیمانه کمال تشکر و قدردانی را داریم.

تعارض منافع: بدین‌وسیله نویسندگان مقاله تصریح می‌نمایند که هیچ‌گونه تعارض منافعی در قبال مطالعه حاضر وجود ندارد.

سهم نویسندگان: نویسنده اول، طراحی ایده، جمع‌آوری داده‌ها؛ نویسنده دوم، طراحی ایده؛ نویسنده سوم، تحلیل داده‌ها؛ همه نویسندگان در نگارش اولیه مقاله و بازنگری آن سهیم بوده و همه با تأیید نهایی مقاله حاضر، مسئولیت دقت و صحت مطالب مندرج در آن را می‌پذیرند.

منابع مالی: پژوهش حاضر فاقد حمایت مالی بود.

References

1. Pozuelo JR, Desborough L, Stein A, Cipriani A. Systematic review and meta-analysis: Depressive symptoms and risky behaviors among adolescents in low-and middle-income countries. J Am Acad Child Adolesc Psychiatry. 2021;61(2):255-76. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34015483/
2. Craiu D. What is special about the adolescent (JME) brain?. Epilepsy & Behavior. 2013 Jul 1;28:S45-51. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23756479/
3. American Psychiatric Association. Dsm-v-Tr. Diagnostic and statistical manual of mental disorders. 2022. https://en.wikipedia.org/wiki/Diagnostic_and_Statistical_Manual_of_Mental_Disorders
4. Abuse S. Key substance use and mental health indicators in the United States: results from the 2019 National Survey on Drug Use and Health. https://store.samhsa.gov/product/key-substance-use-and-mental-health-indicators-in-the-united-states-results-from-the-2019-national-survey-on-Drug-Use-and-Health/PEP20-07-01-001

5. Britain G, Sweetman S. Martindale: the complete drug reference.
6. Rostam-Abadi Y, Gholami J, Amin-Esmaeili M, Safarcherati A, Mojtabai R et al. Tramadol use and public health consequences in Iran: a systematic review and meta-analysis. Addiction. 2020;115(12):2213-42. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32196801/
7. Zabihi E, Hoseinzaadeh A, Emami M, Mardani M, Mahmoud B, Akbar MA. Potential for tramadol abuse by patients visiting pharmacies in northern Iran. Subst Abuse. 2011;5:11-15. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3411529/#:~:text=Tramadol%20is%20likely%20to%20be,of%20opioid%20addicts%20in%20Iran.
8. Bresin K, Verona E. Craving and substance use: Examining psychophysiological and behavioral moderators. Int J Psychophysiol. 2021;163:92-103. https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2019.03.006
9. Taherifard M, Basharpoor S, Hajloo N, Narimani M. The role of withdrawal self-efficacy, craving and attention bias in predicting of relapse in individuals with methamphetamine abuse. J Police Med. 2021;10(4):271-8. http://jpmed.ir/browse.php?a_id=973&slc_lang=en&sid=1&printcase=1&hbnr=1&hmb=1
10. Yen CF, Lin HC, Wang PW, Ko CH, Lee KH, Hsu CY et al. Heroin craving and its correlations with clinical outcome indicators in people with heroin dependence receiving methadone maintenance treatment. Comprehensive Psychiatry. 2016;65:50-6. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0010440X15001741
11. Rezapour T, Rafei P, Baldacchino A, Conrod PJ, Dom G, Fishbein DH et al. Neuroscience-informed classification of prevention interventions in substance use disorders: An RDoC-based approach. medRxiv. 2022. https://doi.org/10.1101/2022.09.28.22280342
12. Zhang S, Yang W, Li M, Wang S, Zhang J, Liu J et al . Partial recovery of the left DLPFC-right insula circuit with reduced craving in abstinent heroin users: a longitudinal study. Brain Imaging Behav. 2022;16(6):2647-56. https://doi.org/10.1007/s11682-022-00721-x
13. Joutsa J, Fox MD. A human brain circuit for addiction remission. Nature Medicine. 2022;28(6):1137-8. https://www.nature.com/articles/s41591-022-01864-6
14. Verdejo-García A, Lubman DI, Schwerk A, Roffel K, Vilar-López R, MacKenzie T, Yücel M. Effect of craving induction on inhibitory control in opiate dependence. Psychopharmacology. 2012;219(2):519-26. https://doi.org/10.1007/s00213-011-2512-0
15. Ivanov I, Schulz KP, London ED, Newcorn JH. Inhibitory control deficits in childhood and risk for substance use disorders: a review. Am J Drug Alcohol Abuse. 2008;34(3):239-58. https://doi.org/10.1080/00952990802013334
16. Liu Y, van den Wildenberg WP, De Graaf Y, Ames SL, Baldacchino A, Bø R et al. Is (poly-) substance use associated with impaired inhibitory control? A mega-analysis controlling for confounders. Neurosci Biobehav Rev. 2019;105:288-304. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2019.07.006
17. Tobback H, Baetens K, Deroost N, Baeken C, Destoop M, Dom G. The effect of transcranial direct current stimulation on substance use disorders: a review of the existing literature. ience (BSN) Meeting 2022. https://researchportal.vub.be/en/publications/the-effect-of-transcranial-direct-current-stimulation-on-substanc
18. Manthey J, Hassan SA, Carr S, Kilian C, Kuitunen-Paul S, Rehm J. Estimating the economic consequences of substance use and substance use disorders. Expert Rev Pharmacoecon Outcomes Res. 2021;21(5):869-76. https://doi.org/10.1080/14737167.2021.1916470
19. Nitsche MA, Fregni F. Transcranial direct current stimulation-an adjuvant tool for the treatment of neuropsychiatric diseases? Current Psychiatry Rev. 2007;3(3):222-32. http://dx.doi.org/10.2174/157340007781369649
20. Cruz Gonzalez P, Fong KN, Chung RC, Ting KH, Law LL, Brown T. Can transcranial direct-current stimulation alone or combined with cognitive training be used as a clinical intervention to improve cognitive functioning in persons with mild cognitive impairment and dementia? A systematic review and meta-analysis. Front Hum Neurosci. 2018;12:416. https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00416
21. Elmasry J, Loo C, Martin D. A systematic review of transcranial electrical stimulation combined with cognitive training. Restor Neurol Neurosci. 2015;33(3):263-78. https://doi.org/10.3233/rnn-140473
22. Stringer AY. Cognitive rehabilitation practice patterns: A survey of American hospital association. Clin Neuropsychol. 2003;17(1):34-44. https://doi.org/10.1076/clin.17.1.34.15625
23. Bonfiglio N. S., Renati R., Di Lucia, K., Rollo D., & Penna, M. P. The use of cognitive training, combined with tDCS, for craving reduction and inhibitory control improvement in cocaine dependence: a case study. In 2021 IEEE International Symposium on Medical Measurements and Applications. IEEE. http://dx.doi.org/10.1109/MeMeA52024.2021.9478681
24. Dubuson M, Kornreich C, Vanderhasselt MA, Baeken C, Wyckmans F, Dousset C, et al. Transcranial direct current stimulation combined with alcohol cue inhibitory control training reduces the risk of early alcohol relapse. Brain Stimul. 2021;14(6):1531-43. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34687964/
25. Xu X, Ding X, Chen L, Chen T, Su H, Li X et al. 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. J Psychiatr Res. 2021;134:102-10. https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2020.12.056
26. Franken IH, Hendriks VM, van den Brink W. Initial

validation of two opiate craving questionnaires: the obsessive compulsive drug use scale and the desires for drug questionnaire. Addict Behav. 2002;27(5):675-85. https://doi.org/10.1016/s0306-4603(01)00201-5

27. PoorSeyedMousaiee F, Mousavi V, Kafi M. The relationship between demographic factors and substance craving among drug-dependents. Sci Quart Res Addict. 2015;8(32):63-74. https://etiadpajohi.ir/browse.php?a_id=762&slc_lang=en&sid=1&printcase=1&hbnr=1&hmb=1
28. Hoffman EG. Fundamentals of tool design. Society of manufacturing engineers. 1984:720.
29. Hopko DR, Lejuez CW, Daughters SB, Aklin WM, Osborne A, Simmons BL et al. Construct validity of the balloon analogue risk task (BART): relationship with MDMA use by inner-city drug users in residential treatment. J Psychopathol Behav Assess. 2006;28(2):95-101. https://link.springer.com/article/10.1007/s10862-006-7487-5
30. Borwick C, Lal R, Lim LW, Stagg CJ, Aquili L. Dopamine depletion effects on cognitive flexibility as modulated by tDCS of the dlPFC. Brain stimul. 2020;13(1):105-8. https://doi.org/10.1016%2Fj.brs.2019.08.016
31. Hagen E, Erga AH, Hagen KP, Nesvåg SM, McKay JR, Lundervold AJ et al. Assessment of executive function in patients with substance use disorder: A comparison of inventory-and performance-based assessment. J Subst Abuse Treat. 2016;66:1-8. https://doi.org/10.1016/j.jsat.2016.02.010
32. Wang TY, Lu RB, Lee SY, Chang YH, Chen SL, Tsai TY et al. Association between inflammatory cytokines, executive function, and substance use in patients with opioid use disorder and amphetamine-type stimulants use disorder. Int J Neuropsychopharmacol. 2023;26(1):42-51. https://doi.org/10.1093/ijnp/pyac069
33. Puetz VB, Kohn N, Dahmen B, Zvyagintsev M, Schüppen A, Schultz RT et al. Neural response to social rejection in children with early separation experiences. J Am Acad Child Adolesc Psychiatry. 2014;53(12):1328-37. https://doi.org/10.1016/j.jaac.2014.09.004
34. McLaren ME, Nissim NR, Woods AJ. The effects of medication use in transcranial direct current stimulation: a brief review. Brain stimul. 2018;11(1):52-8. https://doi.org/10.1016/j.brs.2017.10.006