

# Journal of Police Medicine



### **ORIGINAL ARTICLE**

OPEN ACCESS

## The Effectiveness of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on Improving Cognitive Abilities in Martial Athletes

Ali Rezaei Sharif <sup>1 PhD</sup>, Sara Taghizadeh Hir<sup>2 \* PhD Candidate</sup>, Ghasem Fattahzadeh Ardalani<sup>3 MD</sup>

- <sup>1</sup> Department of Counseling, Faculty of Educational Sciences & Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
- <sup>2</sup> Department of Psychology, Faculty of Educational Sciences & Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
- <sup>3</sup> Department of Neurology, School of Medicine, Ardabil University of Medical Science, Ardabil, Iran.

### **ABSTRACT**

**AIMS:** Improving cognitive abilities in athletes may increase their performance and predict success in competitions. Therefore, investigating methods such as Transcranial Direct Current Stimulation that targets brain structures can be important. This study aimed to investigate the effectiveness of Transcranial Direct Current Stimulation in improving cognitive abilities in Martial Athletes.

MATERIALS AND METHODS: The research method was semi-experimental with a pretest-posttest design and control group, conducted on all martial athletes of Ardabil in Iran in 2022. Thirty people were selected from the martial athletes of Ardabil city who were members of Shahid Abbasi sports club using available sampling method and randomly assigned to the experimental and control group (15 people in each group). The experimental group received 10 sessions of 20-minute Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS), but the control group received no training. Nejati Cognitive Abilities Questionnaire (2013) was used in two stages, pre-test and post-test, to collect data. Data analysis was done using multivariate covariance analysis in SPSS 23 software.

**FINDINGS:** Thirty people participated in this research all of whom were men. The average age of the participants in the experimental group was  $25.33 \pm 4.53$  years, and in the control group was  $24.26 \pm 4.97$  years. The average scores of the experimental group in the post-test in working memory (F=8.23; p=0.01), selective attention (F=45.73; p=0.00), decision making (F=25.60; p=0.03), planning (F= 38.08; p=0.00), sustained attention (F= 24.27; p=0.00), social cognition (F= 54.76; p=0.01) and cognitive flexibility (F=11.07; p=60.00) has improved compared to the control group, which difference was statistically significant (P<0.05) unlike the pre-test stage. According to the F values for the post-test and their significance level (P<0.05), it was observed that electrical stimulation of the brain could significantly improve the cognitive abilities of athletes.

**CONCLUSION:** According to the results of this study, Transcranial Direct Current Stimulation is an effective method for improving the cognitive abilities of martial artists. Therefore, specialists and psychologists, along with other interventions, can use this non-invasive method as a low-cost and accessible method to improve the cognitive abilities of these people.

KEYWORDS: Transcranial Direct Current Stimulation; Cognitive Aspects; Athletes

### How to cite this article:

Rezaei Sharif A, Taghizadeh Hir S, Fattahzadeh Ardalani G. The Effectiveness of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on Improving Cognitive Abilities in Martial Athletes. J Police Med. 2023;12(1):e2.

### \*Correspondence:

Address: University of Mohaghegh Ardabili, Daneshgah Street, Ardabil, Iran, Postal Code: 5619913131

Mail: sara.taghizadeh1370@gmail.co

### Article History:

Received: 18/10/2022 Accepted: 31/12/2022 ePublished: 08/02/2023

### The Effectiveness of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on Improving Cognitive Abilities in Martial Athletes

### **INTRODUCTION**

Recently, the relationship between exercise and cognitive abilities has received much attention. Cognitive abilities are a field of knowledge that many sports researchers intend to investigate [1]. Scientists studying physical activity and exercise have used knowledge of brain function to explain the relationship between cognitive abilities and exercise performance [2]. Cognitive abilities are the interface between behavior and brain structure and include a wide range of abilities (planning, attention, response inhibition, problem-solving, and cognitive flexibility) [3]. Cognitive abilities, in addition to being necessary to perform daily activities [4], allow a person to choose and implement appropriate responses by identifying and obtaining environmental information and integrating it with existing knowledge [5]. A recent meta-analysis in this field points to the superiority of successful athletes in basic cognitive functions [5]. Several studies have highlighted a significant relationship between exercise and cognitive abilities, such as attention and concentration, executive functions, cognitive processing speed, memory, and language [6]. Vestberg et al. [7] have shown that improving brain abilities in male and female athletes may enhance performance and predict success in competition.

Similarly, Wagner et al. [8] have also shown that cognitive aspects such as attention capacity and executive function influence sports performance. In general, cognitive ability is considered more relevant in sports that require continuous attention, managing multiple variables, or adapting to changing situations [9, 10]. In addition, good cognitive performance is particularly important as a competitive advantage in fields requiring coordination, reaction speed, mental calculations, concentration, and memory [11]. One of these sport fields is martial arts. Martial arts have become increasingly widespread, defined as combat, defense, and quick fighting with bare hands against an opponent [12, 13]. Although the physical condition of martial athletes is of particular importance, the regulation of the body's physiological functions depends on the nervous and cognitive systems. Physical strength, high-pressure competitions, high tension, and serious injuries are among the most critical indicators in martial arts, which, unlike other sports, require the athletes of these fields to have specific characteristics [14]. Studies have shown that martial arts have their specific psychological needs and dynamics, so applying strategies to evaluate and improve the cognitive abilities of these athletes is particularly important [15]. One of the methods used today to improve people's cognitive abilities is transcranial Direct Current Stimulation (tDCS). In direct current stimulation, a low-intensity electrical current transmitted through the scalp is used and is a suitable option due to its non-invasive nature, safety, and cost-effectiveness [16]. tDCS has been used by physicians and neuroscientists to treat psychiatric and neurological disorders [17]. Since the abnormal change of neural plasticity is an essential component of many neurological and psychiatric diseases, non-invasive brain stimulation, which can modulate neural activity by affecting synaptic plasticity, is a potential treatment option [18]. Direct current stimulation has emerged as a successful method for improving neurological and psychiatric functions over the past few decades [19]. The results of Mohajeri aval et al.'s research [20] show that transcranial Direct Current Stimulation is effective in experiential avoidance and worry in people with generalized anxiety disorder. Also, the research results of Elsner et al. [21] show that tDCS can improve people's daily activities and cognitive and physical performance after injury. Taherifard, Saeedmanesh, and Azizi [22] also showed in their research that tDCS is effective in treating anxiety and stuttering severity. Martial arts are considered one of Iran's most important and medal-winning sports [23]. On the other hand, the review of research shows the importance of addressing the role of psychological factors and using new methods to improve the performance of athletes [9, 17]. Therefore, using methods that can increase athletes' cognitive abilities can effectively improve and increase these people's performance levels. These studies can also be used to improve the performance of military forces by improving their cognitive abilities. The present study was conducted with the aim of investigating the effectiveness of transcranial Direct Current Stimulation on improving the cognitive abilities of martial arts

athletes.

### **MATERIALS & METHODS**

T=The current research is semi-experimental with a pre-test and post-test design with a control group. The statistical population of the present study included all martial athletes of Ardabil in Iran in 2022. Considering that the minimum sample size in experimental research is 15 people for each group [24], using the available sampling method, 30 people were selected from the martial athletes of Ardabil city who were members of Shahid Abbasi sports club. The criteria for entering the research were: being a martial athlete, being between 18 and 40 years old, written consent to participate in the research, not suffering from epilepsy and severe physical disabilities, not suffering from other physical and mental diseases (including a history of concussion, severe depression, anxiety, and heart problems). Exclusion criteria included withdrawal from the research, absence of more than two sessions, simultaneous participation in neurophysiological treatment sessions, and failure to complete the questionnaire. In order to collect data, the cognitive abilities questionnaire was used.

Cognitive abilities questionnaire: This questionnaire is a self-report tool by Nejati [4] to measure cognitive abilities. This questionnaire has 30 questions that measure cognitive ability on a five-point Likert scale from 1 (rarely) to 5 (almost always). This questionnaire has six subscales: memory, inhibitory control, selective attention, decision-making, planning, sustained attention, social cognition, and cognitive flexibility. A high score on this questionnaire indicates more cognitive problems. Questions 24, 25, and 26 have reverse scoring. The reliability of the questionnaire in Nejati's research [4] was calculated by Cronbach's alpha method, and the alpha coefficient was 0.83. The internal consistency of the subscales for questions related to memory is 0.75, inhibitory control and selective attention is 0.57, decision making is 0.61, planning is 0.57, sustained attention is 0.53, social cognition is 0.43, and cognitive flexibility is 0.45; for this reason, the use of subscales alone is not recommended. The result of testing the reliability of the test, using the testretest method in a sample of 23 students of Shahid Beheshti University, was 0.86, and the results of the pre-test and post-test have a significant correlation at the level of 0.001. To measure the simultaneous accuracy of the test, the correlation between the academic grade point average and the subscales of the test of 395 students has been used as except for social cognition, other subscales were correlated with the grade point average at p<0.001 [4]. In the present study, the reliability of the subscales was calculated for memory at 0.57, inhibitory control at 0.54, decision making 0.41, planning at 0.65, attention at 0.35, social cognition at 0.58, and cognitive flexibility at 0.76.

The method of conducting the research was that after selecting the subjects and randomly assigning the participants by simple random method and using the table of random numbers, two experimental and control groups (15 people in each group) were determined. The experimental group received two mA anodal current (in the F3 region located on the left forehead) and cathodal (F4 located on the right forehead) according to the 10-20 system for ten 20-minute sessions during five weeks. This stimulation was performed by a pair of sponge electrodes with a size of 3.7 cm dipped in water and sodium solution with 30 seconds of ascending and descending. Electrical stimulation was performed by an expert with a doctorate in psychology at Sharif Psychology Clinic, who was blinded to the group of subjects and the study's hypothesis. At the beginning of the treatment, the participants were measured as a pre-test and, after completing the interventions, as a post-test using the cognitive abilities questionnaire. In this study, blinding was done in such a way that the statistical analyst was unaware of the type and manner of interventions in the experimental and control groups.

Ethical Permissions: This research has been approved by the ethical code of IR.UMA. REC.1401.045 in the Research Ethics Committee of Mohaghegh Ardabili University. In this research, ethical principles such as explaining the aim of the research to the sample people, obtaining their informed consent, assuring the participants about the confidentiality of the information and maintaining confidentiality, the optionality of participation in the research, the right to voluntarily withdraw from the research, and the

### The Effectiveness of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on Improving Cognitive Abilities in Martial Athletes

harmlessness of the therapeutic intervention were observed.

**Statistical Analysis:** To analyze the data, descriptive and inferential statistics (multivariate analysis of variance) were used in SPSS 23 software. Also, before performing the multivariate covariance analysis, Levene's test was used to check the homogeneity of the group's variance. The significance level in the tests was considered 0.05.

### **FINDINGS**

Thirty people participated in this research all of whom were male. The average age of the participants in the experimental group was 25.33±4.53 years and in the control group was 24.26±4.97 years. Also, in the experimental group, two people (13.30%) had a high school diploma, nine people (60.00%) had a bachelor's degree, and four people (26.70%) had a master's degree. In the control group, three people (20.00%) had a high school diploma, seven people (46.70%) had a bachelor's degree, and five people (33.30%) had a master's degree. Descriptive statistics of the research variables in the pre-test stage showed that the average scores of cognitive abilities in the experimental and control groups were almost equal and did not differ much in the experimental and control groups. However, the post-test results showed that the experimental group's average scores of cognitive abilities improved compared to the control group (Table 1).

Table 1) Average of subscales of cognitive abilities in pre-test and post-test of experimental and control groups

6.11	•	ntal groups =15)	control groups (n=15)		
Subscales	pre-test (M±SD)	post-test (M±SD)	pre-test (M±SD)	post-test (M±SD)	
Memory	10.66±1.23	7.66±1.63	10.13±1.40	10.13±1.45	
selective attention	21.00±0.84	17.80±1.01	21.13±01.24	20.66±1.29	
Decision making	15.00±0.84	12.06±1.27	14.46±1.12	14.20±1.01	
planning	9.06±0.88	6.93±0.88	9.00±1.00	8.73±0.88	
Sustained attention	11.73±1.03	8.73±1.22	11.20±0.86	10.93±0.70	
Social cognition	9.53±1.83	12.66±1.29	9.20±0.86	9.40±1.22	
flexibility	8.53±0.91	6.66±1.29	8.53±1.12	8.53±1.44	

The Kolmogorov-Smirnov test was used to check

the normality of the distribution of variable scores. Considering that the significance level in the research variables was more than 0.05, the data distribution was normal, and normality tests were used. Also, according to the Box's M test, the equality of the covariance matrix of the dependent variables between the experimental and control groups was not significant (p>0.05). The results of Levene's test to check the homogeneity of error variances of the variables in the research groups were not significant for cognitive ability variables (p>0.05). In other words, the error variances of these variables were homogeneous in the groups. The results of multivariate covariance analysis showed that based on the figures obtained after adjusting the pre-test scores, there was a significant effect in the factor between the subjects of the group in working memory (F=8.23; p=0.01), selective attention (F=45.73; p=0.00), decision making (F=25.60; p=0.03), planning (F=38.08; p=0.00), sustained attention (F=24.27; p=0.00) p), social cognition (F=54.76; p=0.01) and cognitive flexibility (F=11.07; p=60.00) and the average scores of the experimental group improved significantly (Table 2).

Table 2) The results of covariance analysis related to the scores of the two groups in cognitive abilities

Variable	Source of changes	Total of squares	df	Mean square	F	р	Eta
XA7 1 1	pre-exam	2.13	1	2.13	1.21	0.27	0.04
Working memory	group	45.63	1	45.63	19.05	0.01	0.40
пешогу	error	49.06	28	1.75	-	-	-
C 1	pre-exam	0.13	1	0.13	0.11	0.73	0.004
Selective attention	group	61.63	1	61.63	45.73	0.001	0.62
attention	error	31.73	28	1.13	-	-	-
	pre-exam	2.13	1	2.13	2.15	0.15	0.07
Decision making	group	34.13	1	34.13	25.60	0.03	0.47
making	error	27.73	28	0.99	-	-	-
	pre-exam	0.03	1	0.03	0.37	0.84	0.00
Planning	group	24.30	1	24.30	38.08	0.001	0.57
	error	24.93	28	0.89	-	-	-
C 1	pre-exam	2.13	1	2.13	2.35	0.13	0.07
Sustained attention	group	36.30	1	36.30	24.27	0.001	0.46
attention	error	25.33	28	0.90	-	-	-
C:-1	pre-exam	0.83	1	0.83	1.15	0.29	0.04
Social	group	80.03	1	80.03	54.76	0.01	0.66
cognition	error	20.13	28	0.71	-	-	-
C	pre-exam	0.13	1	0.13	0.12	0.72	0.00
Cognitive flexibility	group	20.83	1	20.83	11.07	0.001	0.28
nexibility	error	29.06	28	1.03	-	-	-

### DISCUSSION

The present study was conducted to investigate

the effectiveness of transcranial Direct Current Stimulation in improving the cognitive abilities of martial artists. The results obtained in the present study showed that this treatment caused a significant increase in the cognitive abilities of the experimental group compared to the control group (p<0.05). This finding is consistent with previous studies [25, 26, 27]. In the explanation of this finding, it can be said that due to the need of martial athletes to have an optimal level of cognitive functions, performing treatments based on types of brain stimulation, such as Direct Current Stimulation in the prefrontal region, can increase the effectiveness of cognitive reserve [28]. Considering the importance and role of the prefrontal region on cognitive actions, the stimulation of this region increases the cognitive functions and the excitability of the cortex in the networks related to cognitive functions [26]. The fundamental principle in transcranial Direct Current Stimulation is that it creates changes in the excitability of the cerebral cortex using anodic stimulation. During the stimulation, the current between the electrodes goes to the brain and adjusts the brain in such a way that the area under the anode is depolarized and thus stimulated, the stimulation of the anode, through the depolarization of the neuron, leads to a change in the resting state of the neuron, and as a result, the excitability of the desired area increases [29, 30], while the area under the cathode is hyperpolarized and inhibited [31]. In fact, the most important goal of transcranial Direct Current Stimulation in the prefrontal region is to modulate the neural activity in this region of the brain in a path dependent on neuronal polarity [32]. In this regard, the results of the research of Jung et al. [33], Wong et al. [34], Anderson et al. [35], as well as the study of Nejati et al. [31] show that transcranial stimulation changing cell membrane transporters, neurotrophic factors and as a result increase brain capacity, changes the function of the desired area and as a result improves the function related to that area.

In another explanation, the review of the research results of Dubreuil et al. [36] and Jung et al. [33] shows that the cause of the effect of transcranial Direct Current Stimulation can be explained by increasing the release of dopamine, as a result of

increasing the excitability of the prefrontal cortex, which leads to improved cognitive performance. Direct Current Stimulation increases excitability in the prefrontal cortex, which may be caused by an increase in glutamate levels. This amino acid has much to do with memory and response stimuli, brain development, flexibility, and learning [37]. Finally, the effects of transcranial Direct Current Stimulation in the prefrontal region of the brain, due to its cumulative effect, can have a significant effect on improving cognitive indicators such as attention, inhibitory control, and active memory [38, 39], which play vital roles in the performance of martial arts athletes. The current research was associated with limitations such as limited access to the research sample, use of available sampling methods, and lack of comparison of research on women and men. Examining brain markers after transcranial Direct Current Stimulation through neuroimaging methods to examine brain changes was also not possible due to its high cost. In future research, it is suggested that the sample group be conducted from other communities and other sampling methods be applied to obtain more detailed information about the cognitive abilities of martial athletes. In addition, after transcranial Direct Current Stimulation, it is suggested to use neuroimaging methods such as fMRI so that brain changes in the stimulation area can be checked. Finally, considering the results of this research and other research that indicate the effectiveness of transcranial Direct Current Stimulation on improving cognitive abilities, psychologists and specialists are suggested to use this method as a complementary method to improve the cognitive ability of athletes.

### **CONCLUSION**

Since transcranial Direct Current Stimulation is generally effective in improving cognitive abilities and their sub-components, such as attention, memory, cognitive flexibility, social cognition, decision-making, and planning, it can be concluded that this intervention can be used as an effective non-pharmacological method to improve the abilities of martial athletes.

### **Clinical & Practical Tips in POLICE MEDICINE:**

### The Effectiveness of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on Improving Cognitive Abilities in Martial Athletes

According to the current research on the effectiveness of Direct Current Stimulation in improving the cognitive abilities of martial athletes, such interventions can be used in military forces, especially martial artist workers.

**Acknowledgments:** The authors appreciate the subjects who participated in this research and the efforts of all those who helped us to achieve this research.

**Conflict of Interest:** The authors of the article state that there is no conflict of interest in this study.

**Authors Contribution:** First author, presentation of the idea and study design, data collection and interpretation; Second and third authors, data collection and interpretation. All the authors participated in the initial writing of the article, and all accept the responsibility for the accuracy and correctness of the contents of the present article with the final approval of the present article.

**Funding Sources:** The present research had no financial support.



# نشريه طب انتظامي



🦰 دسترسی آزاد



مقاله اصبل

# اثربخشی تحریک الکتریکی فرا جمجمهای مغز بر بهبود تواناییهای شناختی ورزشکاران رزمی کار

على رضايي شريف PhD مارا تقيزاده هير PhD Candidate \* مارا تقيزاده اردلاني PhD Candidate \* مارا تقيزاده المرابع

- ٔ گروه مشاوره، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
- ٔ گروه روانشناسی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
  - ً گروه نورولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران.

اهداف: بهبود تواناییهای شناختی در ورزشکاران ممکن است عملکرد آنها را افزایش داده و موفقیت در مسابقات را پیشبینی کند. لذا بررسی روشهایی همچون تحریک الکتریکی مغز که ساختارهای مغزی را مورد هدف قرار میدهد، مىتواند حائز اهميت باشد. پژوهش حاضر با هدف بررسي اثربخشي تحريک الکتريکي فراجمجمهاي مغز بر بهبود تواناییهای شناختی ورزشکاران رزمیکار انجام شد.

مواد و روشها: این پژوهش از نوع نیمه آزمایشی با طرح پیش آزمون-پس آزمون با گروه کنترل بود که بر روی تمامی ورزشکاران رزمیکار شهر اردبیل در سال ۱۴۰۱ انجام شد. ۳۰ نفر با روش نمونه گیری در دسترس، از ورزشکاران رزمیکار شهر اردبیل و عضو باشگاه ورزشی شهید عباسی، انتخاب شدند. آزمودنیها به صورت تصادفی ساده در دو گروه آزمایش و کنترل (۱۵ نفر در هر گروه) جایگزین شدند. گروه آزمایش تحت ۱۰ جلسه ۲۰دقیقهای تحریک الکتریکی فراجمجمهای مغز قرار گرفتند. گروه کنترل، مداخلهای دریافت نکرد. از پرسشنامه تواناییهای شناختی نجاتی (۱۳۹۲) در دو مرحله پیش آزمون و پسآزمون به منظور جمعآوری دادهها استفاده شد. تجزیه و تحلیل دادهها با استفاده از تحلیل کوواریانس چندمتغیره در نرمافزار SPSS ۲۳انجام شد.

یافتهها: در این پژوهش ۳۰ نفر شرکت کردند و تمام افراد شرکت کننده مرد بودند. میانگین سن شرکت کنندگان در گروه آزمایش ۲۵/۳۳±۴/۵۳ سال و در گروه کنترل ۲۴/۲۶±۴/۹۷ سال بود. میانگین نمرات گروه آزمایش در مرحله پس آزمون در حافظه کاری (p=۰/۰۱ ؛F=۸/۲۳)، توجه انتخابی (p=۰/۰۳ ؛F=۴۵/۷۳)، تصمیم گیری (p=۰/۰۳ ؛F=۲۵/۶۰)، برنامهریزی (p=۰/۰۰ ;F=٣٨/٠٨)، توجه يايدار (p=٠/٠٠ ;F=۲۴/۲۷)، شناخت اجتماعی (p=٠/٠٠ ;F-۵۴/۷۶) و انعطافيذيري شناختي F=۱۱/۰۷): ۰۰-/p=۶ نسبت به گروه کنترل بهبود یافت که این تفاوت بر خلاف مرحله پیشآزمون، از نظر آماری معنادار بود (p<∘/∘۵). با توجه به مقادیر F برای پسآزمون و سطح معناداری آنها (p<∘/∘۵)، مشاهده شد که تحریک الکتریکی مغز به طور معناداری میتواند تواناییهای شناختی ورزشکاران را بهبود بخشد.

نتیجهگیری: بر اساس نتایج این پژوهش، تحریک الکتریکی فراجمجمهای مغز روشی مؤثر برای بهبود تواناییهای شناختی ورزشکاران رزمی کار است. بنابراین متخصصان و روانشناسان میتوانند از این روش غیرتهاجمی به عنوان روشی کمهزینه و در دسترس به منظور ارتقای تواناییهای شناختی این افراد در کنار سایر مداخلات استفاده کنند.

كليدواژهها: تحريك الكتريكي مستقيم مغز، جنبه شناختي، ورزشكاران

### تاريخچه مقاله:

دریافت: ۱۴۰۱/۰۷/۲۶ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۱۰ انتشار: ۱۴۰۱/۱۱/۱۹

### نویسنده مسئول\*:

آدرس پستی: اردبیل، انتهای خیابان دانشگاه، دانشگاه محقق اردبیلی، کد پستی: ۵۶۱۹۹۱۳۱۳۱ يست الكترونيكي:

### sara.taghizadeh1370@gmail.com

### نحوه استناد به مقاله:

Rezaei Sharif A, Taghizadeh Hir S, Fattahzadeh Ardalani G. The Effectiveness of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on Improving Cognitive Abilities in Martial Athletes. J Police Med. 2023;12(1):e2.

رضایی شریف و همکاران

### مقدمه

در سالهای اخیر، رابطه بین ورزش و تواناییهای شناختی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. تواناییهای شناختی، حوزهای از دانش است که بسیاری از محققین حوزه ورزش، قصد بررسی آن را دارند [۱]. دانشمندانی که فعالیتهای بدنی و ورزش را مطالعه میکنند، از دانش عملکرد مغز برای توضیح ارتباط بین تواناییهای شناختی و عملکرد ورزش، استفاده کردهاند [۲].

تواناییهای شناختی، رابط بین رفتار و ساختار مغز است و گستره وسیعی از تواناییها (برنامهریزی، توجه، بازداری پاسخ، حل مسئله و انعطافپذیری شناختی) را در بر میگیرد [۳]. تواناییهای شناختی علاوه بر اینکه لازمهٔ انجام فعالیت های روزانه است [۴]، به فرد این امکان را میدهـد تـا از طریـق شناسـایی و بهدسـت آوردن اطلاعـات محیطی و ادغام آن با دانش موجود، پاسخهای مناسب را انتخاب و اجرا نماید [۵]. فراتحلیل اخیر در این زمینه به برتـری ورزشـکاران موفـق از نظـر عملکردهـای شـناختی یایه اشاره دارد [۵]. مطالعات متعدد، ارتباط قابل توجهی را بیـن ورزش و تواناییهای شناختی، مانند توجه و تمرکز، عملكردهاي اجرايي، سرعت عملكرد شناختي، حافظه يا زبان، برجسته کردهاند [۶]. Vestberg و همکاران [۷] نشان دادهانید که بهبود تواناییهای مغیز در ورزشکاران مرد و زن ممكن است عملكرد را افزايش داده و موفقيت در رقابت را پیشبینی کند. به طور مشابه، Wagner و همکاران [۸] نیز نشان دادهاند که جنبههای شناختی مانند ظرفیت توجه و عملکرد اجرایی بر عملکرد ورزشی تأثیر میگذارد. به طور کلی، فرض بر این است که توانایی شناختی ممکن است در ورزشهایی که نیاز به توجه مداوم، مدیریت متغیرهای چندگانه یا سازگاری با موقعیتهای متغیر دارد، مرتبطتر باشد [۹، ۱۰]. علاوه بر این، عملکرد شناختی خوب به عنوان یک مزیت رقابتی در رشتههای مستلزم هماهنگی، سرعت واكنش، محاسبات ذهني، تمركز و همچنين حافظه اهميت ویــژهای دارد [۱۱]. یکــی از ایــن رشــتههای ورزشــی، ورزشهــای رزمی است. ورزشهای رزمی که به عنوان هنر رزم، دفاع و مبارزه سریع با دستان خالی در برابر حریف تعریف میشوند، بیش از پیش محبوبیت یافته است [۱۲، ۱۳]. با وجود این که وضعیت جسمانی ورزشکاران رزمی از اهمیت ویـژهای برخوردار است، اما در نهایت، تنظیم عملکردهای فیزیولوژیکی بدن بستگی به سیستم عصبی و شناختی دارد. قدرت بدنی، مسابقات پرفشار، تنش بالا و مصدومیتهای خطرناک، از مهمترین شاخصهای موجود در رشتههای رزمی است که بر خلاف سایر رشتههای ورزشی، ورزشکاران این رشتهها را نیازمنـد ویژگیهـای خاصـی میکنـد [۱۴]. مطالعـات نشـان دادهاند، ورزشهای رزمی نیازهای روانشناختی و پویایی خاص خود را دارند، بنابراین استفاده از راهبردهایی جهت ارزیابی و ارتقای تواناییهای شناختی این ورزشکاران، اهمیت ویژهای دارد [۱۵].

یکی از روشهایی که امروزه برای بهبود تواناییهای شناختی افراد به کار میرود، تحریک الکتریکی فراجمجمـهای مغـز (tDCS) اسـت. تحریـک الکتریکـی مغـز ازیک جریان الکتریکی با شدت کم که از طریق پوست سر منتقل میشود، استفاده میکند و به دلیل ماهیت غیرتهاجمی، ایمنی و مقرون به صرفه بودن، گزینه مناسبی است [۱۶]. tDCS توسط پزشکان و متخصصان علوم اعصاب برای درمان اختلالات روانی و عصبی مورد استفاده قرار گرفته است [۱۷]. از آنجا که تغییر غیرعادی پلاستیسیته عصبی، جـزء مهمـی از بسـیاری از بیماریهـای عصبـی و روانی محسوب میشود، تحریک غیرتهاجمی مغز که قادر به تعدیل فعالیت عصبی با اثر بر انعطافپذیری سیناپسی است، یک گزینه درمانی بالقوه به شمار میآید [۱۸]. تحریک الکتریکی مغز در طول چند دهه گذشته به عنوان یک روش موفق برای بهبود عملکردهای عصبی و روان پزشکی ظاهر شده است [۱۹]. نتایج پژوهش مهاجری اول و همکاران [۲۰] نشان میدهد، تحریک الکتریکی مستقیم از روی جمجمـه بـر اجتنـاب تجربـهای و نگرانـی افـراد دچـار اختلال اضطراب فراگير مؤثر است. همچنين نتايج پژوهش Elsner و همـکاران نشـان میدهـد [۲۱]، tDCS میتوانـد فعالیتهای روزانه، عملکرد شناختی و فیزیکی افراد را پس از آسیب بهبود بخشد. طاهری فرد، سعیدمنش و عزیزی [۲۲] نیز در پژوهش خود نشان دادهاند، tDCS در درمان اضطراب و شدت لكنت مؤثر است.

رشتههای رزمی از مهمترین و مدالآورترین رشتههای ورزشی در ایران محسوب میشود [۲۳] و از سوی دیگر، مرور پژوهشها حاکی از اهمیت پرداختن به نقش عوامل روان شناختی و استفاده از روشهای نوین در ارتقای عملکرد ورزشکاران است [۹، ۱۷]. لذا استفاده از روشهایی که بتواند تواناییهای شناختی ورزشکاران را افزایش دهد، میتواند گام مؤثری در پیشرفت و افزایش سطح کارکرد این افراد باشد. این مطالعات با ارتقای تواناییهای شناختی نیروهای نظامی نیز میتواند برای بهبود عملکرد ایشان کاربرد داشته باشد. پژوهش حاضر با هدف بررسی اثربخشی تحریک الکتریکی فراجمجمهای مغز بر بهبود تواناییهای شناختی ورزشکاران رزمیکار انجام شد.

### مواد و روشها

پژوهـش حاضر از نـوع نیمه آزمایشـی بـا طـرح پیش آزمـون-پس آزمـون بـا گـروه کنتـرل اسـت. جامعـه آمـاری پژوهـش حاضر، در برگیرنـده تمامـی ورزشـکاران رزمـیکار شـهر اردبیـل در سـال ۱۴۰۱ بـود. بـا توجـه بـه اینکـه حداقـل حجـم نمونـه در تحقیقـات آزمایشـی، ۱۵ نفـر بـه ازای هـر گـروه مطـرح شـده اسـت [۲۴]، بـا اسـتفاده از روش نمونهگیــری در دســترس، از ورزشـکاران رزمـیکار شـهر اردبیـل و عضـو باشـگاه ورزشـی شـهید عباسـی، ۳۰ نفـر انتخـاب شـدند. معیارهـای ورود بـه پژوهـش عبارت بودنـد از: ورزشـکار رزمـی بـودن، داشـتن سـن ۱۸ تـا ۴۰

### اثربخشی تحریک الکتریکی فرا جمجمهای مغز بر بهبود تواناییهای شناختی ورزشکاران رزمی کار

سال، تمایل و رضایت کتبی برای شرکت در پژوهش، عدم ابتلا به صرع و ناتوانیهای شدید جسمانی، عدم ابتلا به سایر بیماریهای جسمانی و روانی (از جمله سابقهٔ ضربه مغنزی، افسردگی شدید، اضطراب و ناراحتیهای قلبی). معیارهای خروج نیز شامل انصراف از پژوهش، غیبت بیش از دو جلسه، شرکت همزمان در جلسات درمانی عصب فیزیولوژی و عدم تکمیل پرسشنامه بود. به منظور جمعآوری دادهها از پرسشنامه تواناییهای شناختی استفاده شد:

پرسـشنامه تواناییهـای شـناختی: ایـن پرسےشنامہ یے ابزار خودگزارشی است کے توسط نجاتی [۴] بـه منظـور سـنجش تواناییهـای شـناختی طراحـی شـده است. این پرسشنامه دارای ۳۰ سئوال است که توانایی شـناختی را در مقیـاس لیکـرت ینجگزینـهای از ۱ (تقریبـاً هرگز) تا ۵ (تقریباً همیشه) میسنجد. این پرسشنامه دارای ۶ خردهمقیاس حافظه، کنتـرل مهـاری و توجـه انتخابی، تصمیمگیری، برنامهریزی، توجه پایدار، شناخت اجتماعی و انعطافپذیری شناختی است. نمره بالا در این پرسـشنامه، نشـاندهندهٔ مشـكلات شـناختی بیشـتر اسـت. سئوالات ۲۴، ۲۵ و ۲۶ نمرهگذاری معکوس دارد. قابلیت اعتماد پرساشنامه در پژوهاش نجاتی [۴] با روش آلفای کرونباخ محاسبه شده و ضریب آلفای ۸۳۳ به دست آمده است. همسانی درونی خردهمقیاسها برای سئوالهای مربوط به حافظه ۵/۷۵، كنترل مهاري و توجه انتخابي ۰/۵۷، تصمیمگیری ۰/۶۱، برنامهریزی ۵۷/۰، توجه پایدار ۵/۵۳ شـناخت اجتماعـی ۴۳/۰ و انعطافپذیـری شـناختی ۵/۴۵، نشان داده شده است؛ به همین دلیل استفاده از خرده مقیاسها به تنهایی سفارش نمیشود. نتایج بررسی قابلیت اعتماد آزمون، به روش آزمون-بازآزمون در یک نمونه ۲۳ نفری از دانشجویان دانشگاه شهید بهشتی ۸/۸۰ بوده است و نتاییج پیشآزمون و پسآزمون در سطح ۰/۰۰۰۱ بیا هـم ارتباط معنادار دارنـد. برای سنجش درستی همزمان آزمون از همبستگی معدل تحصیلی و زیرمقیاسهای آزمون ۳۹۵ نفر از دانشجویان مردد بررسی استفاده شده است که به جـز شـناخت اجتماعـی، سـایر زیرمقیاسهـا در سـطح p<0/001 با معدل همبستگی داشتند [۴]. در پژوهش حاضر، یایایی خرده مقیاسها برای حافظه ۷۵/۰، کنترل مهاری ۵۶/۰۰ تصمیمگیری ۴۱/۰۰ برنامهریزی ۵۶/۰۰ توجه ۳۵/۰۰ شـناخت اجتماعـی ۵۸/۰ و انعطافپذیـری شـناختی ۷۶/۰ محاسبه شد.

شیوه اجرای پژوهش به این صورت بود که پس از انتخاب آزمودنیها و گمارش تصادفی شرکت کنندگان به روش تصادفی ساده و با استفاده از جدول اعداد تصادفی، دو گروه آزمایش و کنترل (هر گروه ۱۵ نفر) تعیین شدند. گروه آزمایش به مدت ۱۰ جلسه و هر جلسه ۲۰ دقیقه در طول ۵ هفته، جریانی با شدت ۲ میلی آمپر آنودال (در ناحیه ۲۵ واقع در پیشانی چپ) و کاتودال (۴۶ واقع در پیشانی

راست) مطابق با سیستم ۲۰-۱۰ را دریافت کردند. این تحریک، توسط یک جفت الکترود اسفنجی با اندازه ۳/۷ سانتیمتر آفسته به محلول آب و سدیم با ۳۰ ثانیه صعود به بالا و پایین انجام شد. اجرای تحریک الکتریکی توسط فرد متخصص دارای مدرک دکتری روان شناسی در محل کلینیک روان شناسی شریف که از گروه بندی آزمودنی ها و فرضیه مطالعه بی اطلاع (کور) بود، انجام شد. شرکت کنندگان در ابتدای شروع درمان به عنوان پیش آزمون و پس از اتمام مداخلات، به عنوان پس آزمون به وسیله پرسشنامه توانایی های شناختی، مورد سنجش قرار گرفتند. در این مطالعه کورسازی بدین صورت انجام شد که تحلیل گر آماری از نوع و چگونگی مداخلات در گروه های آزمایش و کنترل بی اطلاع بود.

ملاحظات اخلاقی: ایس پژوهس با کد اخلاق ملاحظات اخلاقی: ایس پژوهس با کد اخلاق محقیق الم 1401.045.REC.UMA.IR در کیته اخلاق پژوهس دانشگاه محقیق اردبیلی به تصویب رسیده است. در ایس پژوهس اصول اخلاقی از جمله توضیح اهداف پژوهس برای افراد نمونیه، کسب رضایت آگاهانیه از آنها، اطمیناندهی به شرکتکنندگان در مورد محرمانهبودن اطلاعات و حفیظ رازداری، اختیاری بودن شرکت در پژوهس، حق خروج اختیاری از پژوهس، بدون ضرر بودن مداخلیه درمانی، عابیت شد.

تجزیـه و تحلیـل آمـاری دادههـا: بـه منظـور تجزیـه و تحلیـل دادههـا از آمـار توصیفـی و آمـار اسـتنباطی (تحلیـل واریانـس چندمتغیـره) در نرمافـزار SPSS 23 اسـتفاده شـد. همچنیـن قبـل از انجـام تحلیـل کوواریانـس چندمتغیـره، جهـت بررسـی همگنـی واریانـس گروههـا، آزمـون لویـن اسـتفاده شـد. سـطح معنـیداری در آزمونهـا ۵۰/۰ در نظـر گرفتـه شـد.

### بافتهها

در ایس پژوهس ۳۰ نفر شرکت کردند و همه افراد شرکت کنندگان شرکت کننده مرد بودند. میانگین سن شرکت کنندگان در گروه آزمایش ۲۵/۳۳±۲/۹۳ سال و در گروه کنترل ۲۴/۲۶±۴/۹۷ سال بود. همچنین در گروه آزمایش ۲ نفر (۴۰/۰۰ درصد) دارای تحصیلات دیپلم، ۹ نفر (۴۰/۰۰ درصد) لیسانس و ۴ نفر (۴۰/۰۰ درصد) فوق لیسانس بودند. در گروه کنترل نیز ۳ نفر (۴۰/۰۰ درصد) دارای تحصیلات دیپلم، ۷ نفر (۴۶/۷۰ درصد) فوق گروه کنترل نیز ۳ نفر (۴۰/۰۰ درصد) دارای تحصیلات دیپلم، ۷ نفر (۴۶/۷۰ درصد) فوق لیسانس بودند. آمارههای توصیفی از متغیرهای پژوهش در مرحله پیشآزمون نشان داد که میانگین نمرات تواناییهای شناختی در گروه آزمایش و کنترل تقریباً برابر بودند و در گروه آزمایش و کنترل تقریباً برابر نداشتند. اما نتایج در پسآزمون نشان داد که میانگین نمرات تواناییهای شناختی در گروه آزمایش نسبت به نمارات تواناییهای شناختی در گروه آزمایش نسبت به نمارات تواناییهای شناختی در گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل بهبود یافت (جدول ۱).

برای بررسی نرمال بودن توزیع نمرات متغیرها از آزمون کالموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. با توجه به

### رضایی شریف و همکاران

اینکـه سـطح معنـاداری در متغیرهـای پژوهـش بزرگتـر از ۵۰/۰ بـود، توزیـع دادههـا نرمـال بـود و از آزمونهـای نرمالیتـه اسـتفاده شـد. همچنیــن بـر اسـاس آزمــون ام باکــس، برابری ماتریـس کوواریانـس متغیرهـای وابســته در بیــن گروههـای آزمـــون آزمایـش و کنتــرل معنـادار نبــود (۵۰/۰۰م). نتایــج آزمـــون لویـن جهـت بررسـی همگنـی واریانسهـای خطـای متغیرهـا در گروههـای پژوهـش بـرای متغیرهـای توانایـی شـناختی معنـادار نبــود (۵۰/۰۰م). بـه عبـارت دیگـر واریانسهـای خطـای ایــن متغیرهـا در گروههـا همگــن بــود.

جدول ۱) میانگین خردهمقیاسهای تواناییهای شناختی در پیشآزمون و پسآزمون گروههای آزمایش و کنترل

گروه کنترل (n=۱۵)		س (n=۱۵)	گروه آزمایش			
پسآزمون (M±SD)	پیشآزمون (M±SD)	پسآزمون (M±SD)	پیش آزمون (M±SD)	خردەمقياس		
10/17/±1/40	10/17/±1/14°0	٧/۶۶±۱/۶٣	10/88±1/۲۳	حافظه		
Y0/88±1/Y9	Y1/1W±01/YF	۱۲/۸۰±۱/۰۱	۲۱/۰۰±۰/۸۴	توجه انتخابى		
14/Yo±1/o1	16/65±1/17	1Y/08±1/YY	۱۵/۰۰±۰/۸۴	تصمیمگیری		
ለ/Y٣±∘/ለለ	9/00±1/00	۶/۹۳±۰/۸۸	٩/ <i>•</i> ۶± <i>•</i> /٨٨	برنامەريزى		
10/97#±0/Y0	11/Υ•±•/ <i>λ</i> ۶	۸/ <b>۲</b> ۳±۱/۲۲	\\/Y\±\/°4	توجه پایدار		
9/4°+1/44	۹/۲۰±۰/۸۶	17/۶۶±1/۲۹	۹/۵۳±۱/۸۳	شناخت اجتماعى		
۸/۵۳±۱/۴۴	۸/۵۳±۱/۱۲	۶/۶۶±1/۲۹	۸/۵۳±۰/۹۱	انعطافپذیری		

نتاییج تحلیل کوواریانس چندمتغیره نشان داد که بیر اساس ارقیام به دست آمده پیس از تعدیل نمیرات پیش آزمیون، اثیر معنیاداری در عامل بیین آزمودنیهای گروه در حافظه کاری ((p=0)/4 F=1: (p=0)/4 F=1: (p=0)/4

### بحث

پژوهش حاضر با هدف بررسی اثربخشی تحریک الکتریکی فراجمجمهای مغز بر بهبود تواناییهای شناختی ورزشکاران رزمی کار انجام شد. نتایج بهدستآمده در پژوهش حاضر نشان داد که این درمان باعث افزایش معنادار در تواناییهای شناختی گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل شد (۵۰/۰۵). این یافته با پژوهشهای پیشین همسو است [۲۵، ۲۶، ۲۷]. در تبیین این یافته می توان گفت، با توجه به نیاز ورزشکاران رزمیکار به برخورداری از سطح مطلوبی از کارکردهای شناختی، انجام درمانهای مبتنی بر انواع تحریکهای مغزی مانند تحریک الکتریکی مغز در ناحیه پیشپیشانی می تواند اثربخشی ذخیره شناختی را افزایش دهد [۲۸]. با توجه به اهمیت و نقش ناحیه پیشپیشانی بر اعمال شناختی، بسه نظر می رسد پیشپیشانی بر اعمال شناختی، بسه نظر می رسد

جدول ۲) نتایج تحلیل کواریانس مربوط به نمرات دو گروه در تواناییهای شناختی

Eta	Р	F	میانگین	درجه	مجموع	منبع	±	
1 1		مجذورات	آزادی	مجذورات	تغييرات	متغير		
°/°1¢	۰/۲۷	1/۲1	۲/۱۳	١	۲/۱۳	پیشآزمون		
۰/۴۰	۰/۰۱	۱۹/۰۵	40/54	١	40/54	گروه	حافظه کاری	
-	-	-	۱/۲۵	۲۸	164/08	خطا		
o/ook	۰/۷۳	۰/۱۱	۰/۱۳	١	۰/۱۳	پیشآزمون		
۰/۶۲	۰/۰۰۱	۴۵/۷۳	۶۱/۶۳	١	۶۱/۶۳	گروه	توجه انتخابی	
-	-	-	1/1٣	۲۸	۳۱/۷۳	خطا		
۰/۰۷	۰/۱۵	۲/۱۵	۲/۱۳	١	۲/۱۳	پیشآزمون		
۰/۴۷	۰/۰۳	۲۵/۶۰	W4/1W	١	WK/1W	گروه	تصمیم گیری	
-	-	-	۰/۹۹	۲۸	۲۷/۷۳	خطا	•	
0/00	۰/۸۴	۰/۳۷	۰/۰۳	١	۰/۰۳	پیشآزمون		
۰/۵ <b>۷</b>	۰/۰۰۱	۳۸/∘۸	۲۴/۳۰	١	۲۴/۳۰	گروه	برنامەريزى	
-	-	-	۰/۸۹	۲۸	Y4/9W	خطا		
۰/۰۷	۰/۱۳	۲/۳۵	۲/۱۳	١	۲/۱۳	پیشآزمون		
۰/۴۶	۰/۰۰۱	Y4/YY	۳۶/۳۰	١	۳۶/۳۰	گروه	توجه پایدار	
-	-	-	۰/۹۰	۲۸	۲۵/۳۳	خطا		
·/·۴	۰/۲۹	1/10	۰/۸۳	١	۰/۸۳	پیشآزمون		
۰/۶۶	۰/۰۱	۵۴/۷۶	۸۰/۰۳	١	۸۰/۰۳	گروه	شناخت	
-	-	-	۰/۲۱	۲۸	۲۰/۱۳	خطا	اجتماعی	
·/··	۰/۷۲	۰/۱۲	۰/۱۳	١	۰/۱۳	پیشآزمون		
۰/۲۸	۰/۰۰۱	۱۱/۰۲	۲۰/۸۳	١	۲۰/۸۳	گروه	انعطافپذیری	
-	-	-	۱/۰۳	۲۸	۲۹/۰۶	خطا	شناختی	

تحریک این منطقه باعث افزایش کارکردهای شناختی و تحریکیذیری کورتکسی در شبکههای مربوط به کارکردهای شناختی شود [۲۶]. اصل بنیادی در تحریک الکتریکی فراجمجمهای مغیز ایس است که به نوعی تغییراتی در تحریکپذیری قشر مغز با استفاده از تحریک آندی ایجاد می کند. در طبی تحریک، جریان بین الکترودها به مغز میرود و مغز را به گونهای تنظیم میکند که منطقه زیر آند دچار دیلاریزاسیون و در نتیجه تحریک شود، تحریک آندی از طریق دپولاریزه کردن نورون، منجر به تغییر در استراحت نورونی میشود و درنتیجه تحریکپذیری ناحیه مورد نظر را افزایش میدهد [۲۹، ۳۰]، در حالی که ناحیه زیر کاتد دچار هایپرپولاریزاسیون و مهار میشود [۳۱]. در واقع مهمترین هدف تحریک فراجمجمهای مغز در ناحیه پیش پیشانی، تعدیل فعالیت عصبی در این منطقه از مغز در یک مسیر وابسته به قطبیت نورونی است [۳۲]. در همین راستا نتایج پژوهشهای Jung و همکاران [۳۳]، Wong و همکاران [۳۴]، Anderson و همــکاران [۳۵] و همچنیــن مطالعــه نجاتــی و همکاران [۳۱] نشان میدهد که تحریک فراجمجمهای با تغییر ناقل غشای سلولی، فاکتورهای نوروتروفیک و درنتیجه افزایش ظرفیت مغزی، موجب تغییر عملکرد ناحیه مورد نظر و درنتیجه بهبود عملکرد مرتبط با آن ناحیه می شوند. در تبیینی دیگر، بررسی نتایج پژوهش Dubreuil

و همکاران [۳۶] و Jung و همکاران [۳۳] نشان میدهد که میتوان علت تأثیر تحریک الکتریکی فراجمجمهای مغز را افزایش رهاسازی دوپامین، در نتیجهٔ افزایش تحریکپذیری

نوره ۱۲، شماره ۱، ۱۴۰۱

اثربخشی تحریک الکتریکی فرا جمجمهای مغز بر بهبود تواناییهای شناختی ورزشکاران رزمی کار

توانایی شناختی ورزشکاران استفاده شود.

### نتيجهگيري

از آنجایی که تحریک الکتریکی فراجمجمهای مغیز به طور کلی بر بهبود تواناییهای شناختی و زیرمؤلفههای آن ازجمله توجه، حافظه، انعطافپذیری شناختی، شناخت اجتماعی، تصمیمگیری و برنامهریزی مؤشر است، میتوان نتیجهگیری کرد که این مداخله به عنوان یک روش غیردارویی مؤشر، میتواند موجب بهبود تواناییهای ورزشکاران رزمیکار به کار گرفته شود.

نکات بالینی و کاربردی در طب انتظامی: با توجه به نتایج پژوهش حاضر مبنی بر اثربخشی تحریک الکتریکی مغز بر بهبود تواناییهای شناختی ورزشکاران رزمیکار، میتوان اینگونه مداخلات را در نیروهای نظامی به ویژه کارکنان رزمیکار به کار برد.

تشکر و قدردانی: نویسندگان از آزمودنیهای گرامی که در این پژوهش شرکت نمودند و از زحمات تمام کسانی که در به ثمر رسیدن این پژوهش ما را یاری نمودند، قدردانی میکنند.

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

سهم نویسندگان: نویسنده اول، ارائه ایده و طراحی مطالعه، جمعآوری و تفسیر دادهها؛ نویسنده دوم و سوم، جمعآوری و تفسیر دادهها. همه نویسندگان در نگارش اولیه مقاله سهیم بوده و همه با تأیید نهایی مقاله حاضر، مسئولیت دقت و صحت مطالب مندرج در آن را میپذیرند. منابع مالی: هیچگونه حمایت مالی دریافت نشده است.

### References

- Sakamoto S, Takeuchi H, Ihara N, Ligao B, Suzukawa K. Possible requirement of executive functions for high performance in soccer. PLoS One. 2018;13: e0201871. https://doi.org/10.1371%2Fjournal.pone.0201871
- Hsu C. L, Best JR, Davis JC, Nagamatsu LS, Wang S, Boyd L A, et al. Aerobic exercise promotes executive functions and impacts functional neural activity among older adults with vascular cognitive impairment. Br J Sports Med. 2018;52(3):184–91. https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096846
- 3. Ajilchi B, Rahmani J, Zoghi L. Predication of mindfulness based on cognitive abilities and its sub-components in NAJA university's students. J Police Med. 2019;8(2):93-8. http://jpmed.ir/files/site1/user\_files\_c1271c/ajilchi\_b-A-10-864-1-2afe7b0.pdf
- 4. Nejati V .Cognitive abilities questionnaire: Development and evaluation of psychometric properties. Adv Cogn Sci 2013;15(2):11-9. https://icssjournal.ir/browse.php?a\_id=289&sid=1&slc\_lang=en

قشر پیشپیشانی بیان کرد که منجر به بهبود عملکرد شاختی می شود. تحریک الکتریکی مغیز باعث تقویت تحریکپیندین می شود که شاید تحریک بیشپیشانی می شود که شاید ناشی از افزایش سطح گلوتامات نیز باشد. این آمینو اسید، ارتباط بسیاری با حافظه و پاسخ به محرک، تکامل مغیز، انعطاف پذیری سیناپسی و یادگیری دارد [۳۷]. در نهایت، اثرات تحریک الکتریکی فراجمجمهای مغز در ناحیه پیشپیشانی مغز به علت دارا بودن اثر تجمعی، می تواند تأثیر قابل توجهی در بهبود شاخصهای شناختی مانند توجه، کنترل مهاری و حافظه فعال بگذارد [۳۸، ۳۸] که نقش کلیدی در عملکرد ورزشکاران رزمی کار دارد.

یژوهـش حاضـر بـا محدودیتهایـی همـراه بـود از جمله: دسترسی محدود به نمونه پژوهش، استفاده از روش نمونه گیری در دسترس، عدم مقایسه یژوهش بر روی زنان و مردان. همچنین، عدم بررسی نشانگرهای مغزی یس از تحریک الکتریکی فراجمجمهای مغیز از طریق روشهای تصویربرداری عصبی جهت بررسی تغییرات مغزی نیز با توجه به یرهزینه بودن آن، امکانیذیر نبود. پیشنهاد میشود در یژوهشهای آتی، گروه نمونه از بین جوامع دیگر و با استفاده از سایر روشهای نمونهگیری انجام شـود تـا بتـوان اطلاعـات دقیقتـری از تواناییهـای شـناختی در ورزشـکاران رزمـی کسـب کـرد. عـلاوه بـر ایـن، پیشـنهاد میشود یـس از تحریـک الکتریکـی فراجمجمـهای مغـز، از روش های تصویربرداری عصبی چون fMRI استفاده شود تا از طریق آن بتوان تغییرات مغزی در ناحیه تحریک را بررسی کرد. در نهایت به روان شناسان و متخصصان پیشنهاد میشود، با توجه به نتایج این پژوهش و سایر یژوهشهای انجامشده که حاکی از اثربخشی تحریک الكتريكي فراجمجمهاي مغزبر بهبود تواناييهاي شناختي می شود، این روش به عنوان روشی مکمل برای ارتقای

- Scharfen HE, Memmert D. The relationship between cognitive functions and sport-specific motor skills in elite youth soccer players. Front Psychol. 2019;10:817-27. https://doi.org/10.3389%2Ff-psyg.2019.00817
- 6. Moran A, Campbell M, Toner J. Exploring the cognitive mechanisms of expertise in sport: progress and prospects. Psychol Sport Exerc. 2019;42:8–15. https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2018.12.019
- Vestberg T, Reinebo G, Maurex, L, Ingvar M, Petrovic P. Core executive functions are associated with success in young elite soccer players. PLoS One. 2017;12(2):e0170845. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0170845
- Wagner H, Finkenzeller T, Würth S, von Duvillard S. P. Individual and team performance in team-hand-ball: a review. J Sport Sci Med. 2014;13(4):808–16. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25435773/
- 9. Williams AM, Ford P, Eccles DW, Ward P. Perceptu-

Vol.12, Issue 1, 2023

رضایی شریف و همکاران

- al-cognitive expertise in sport and its acquisition: implications for applied cognitive psychology. Appl. Cogn. Psychol. 2011;25(3): 432–42. http://dx.doi.org/10.1002/acp.1710
- Verburgh L, Scherder EJ, van Lange PA, Oosterlaan J. Executive functioning in highly talented soccer players. PLoS One. 2014;9:e91254. https://doi. org/10.1371/journal.pone.0091254
- Romanenko V, Podrigalo L, Cynarski W, Rovnaya, O, Korobeynikova L, Goloha V, Robak I. A comparative analysis of the short-term memory of martial arts' athletes of different level of sportsmanship. J Martial Anthropol. 2020;20(3):18-24. https://www. proquest.com/openview/72c8dce36d64eee7b-0fa69e5d17ae403/1?pq-origsite=gscholar&cbl=5371637
- 12. Kazemi M, Casella C, Perri G. 2004 Olympic tae kwon do athlete profile. J Can Chiropr Assoc. 2009;53(2):144-52. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2686035/
- Piskorska E, Mieszkowski J, Kochanowicz A, Wędrowska E, Niespodziński B, Borkowska A. Mental skills in combat sports -review of methods anxiety evaluation. Archives of budo: health promotion and prevention 2016, 12(1):e11279. https://archbudo.com/view/abstract/id/11279
- 14. James LP, Haff GG, Kelly VG, & Beckman EM. Towards a determination of the physiological characteristics distinguishing successful mixed martial arts athletes: a systematic review of combat sport literature. Sports Med. 2016;46(10):1525-51. https://doi.org/10.1007/s40279-016-0493-1
- Rinderer M, Bernero A. Mental skills training in martial arts. Dissertation. [Dublin] University Denver. 2017. 40p. https://digitalcommons.du.edu/ cgi/viewcontent.cgi?article=1242&context=capstone\_masters
- 16. Bandeira ID, Guimarães RS, Jagersbacher JG, Barretto TL, de Jesus-Silva JR, Santos SN et al. Transcranial direct current stimulation in children and adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) a pilot study. J Child Neurol. 2016;31(7):918-24. https://doi.org/10.1177/0883073816630083
- 17. Rajaei Poor MS, & Saeed Manesh M. The effectiveness of transcutaneous direct brain electrical stimulation (TDCS) on the memory of students with special learning disorders. J Neuropsychol. 2018;4(13):67-84. [Persian]. https://dorl.net/dor/20.1001.1.24765023.1397.4.13.5.9
- Vicario CM, Salehinejad MA, Felmingham K, Martino G, Nitsche MA. A systematic review on the therapeutic effectiveness of non-invasive brain stimulation for the treatment of anxiety disorders. Neurosci Biobehav Rev 2019;96:219-31. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2018.12.012
- 19. 19-Lefaucheur JP. A comprehensive database of published tDCS clinical trials (2005-2016). Neurophysiol Clin. 2016;46(6):319-98. https://doi.org/10.1016/j.neucli.2016.10.002

- Mohajeri aval N, Narimani M, Sadeghi GH, Hajlou N. The effect of transcranial direct current stimulation (tDCS) on experiential avoidance and worry in people with general anxiety disorder. Feyz. 2019;23(4):371-9. [Persian]. https://feyz.kaums.ac.ir/article-1-3832-en.html
- 21. Elsner B, Kugler J, Pohl M, Mehrgolz J. Transcranial direct current stimulation (tDCS) for improving activities of daily living, and physical and cognitive functioning, in people after stroke. Cochrane Database Syst Rev. 2016;3(3): CD009645. https://doi.org/10.1002/14651858.cd009645.pub3
- 22. Taherifard M, Saeidmanesh M, Azizi M. The effectiveness of transcranial direct current stimulation on the anxiety and severity of stuttering in adolescents aged 15 to 18. J Res Rehabil Sci. 2020;16:224-31. 10.22122/JRRS.V16I0.3605
- 23. Nouhi M, Shahlaee J, Honari H, Ghafouri F. The role of talent identification management in martial arts. New Trends Sport Manage. 2019;7(26):1-19. http://ntsmj.issma.ir/article-1-1134-en.html
- 24. Delavar A. Theoretical and practical foundations of research in humanities and social sciences. Roshd. 2015. [Persian]. https://scholar.google.com/scholar?hl=fa&as\_sdt=0,5&cluster=6743202502178855748
- 25. Mirzaei M, Hasani Abharian P, Meschi F, Sabet M. Effectiveness of combination therapy of computerized cognitive rehabilitation and transcranial direct current stimulation on the cognitive function in elderlies. EBNESINA. 2021;22(4):47-59. https://ebnesina.ajaums.ac.ir/browse.php?a\_id=915&slc\_lang=en&sid=1&printcase=1&hbnr=1&hmb=1
- Mousavi SA, Jarareh J, Mohammadiarya AR. Effectiveness of Transcranial direct current stimulation (TDCS) over the prefrontal cortex on cognitive function in the elderly with Alzheimer. Rooyesh. 2021;10(7):1-12. http://dorl.net/dor/20.1001.1.2 383353.1400.10.7.4.6
- Ke Y, Wang N, Du J, Kong L, Liu S, Xu M, Ming D. The effects of transcranial direct current stimulation (tdcs) on working memory training in healthy young adults. Front. 2019;13:1-10. file:///C:/Users/1/Desktop/Downloads/fnhum-13-00019.pdf
- 28. Ciullo V, Spalletta G, Caltagirone C, Banaj N, Vecchio D, Piras F, Piras F. Transcranial direct current stimulation and cognition in neuropsychiatric disorders: systematic review of the evidence and future directions. Neuroscientist. 2021;27(3):285-309. https://doi.org/10.1177/1073858420936167
- Cosmo C, DiBiasi M. Lima V, Grecco L, Collange M, MauroP et al. A systematic review of transcranial direct current stimulation effects in attention-deficit/ hyperactivity disorder. J Affect Dis. 2020;1(276):1-13. https://doi.org/10.1016/j.jad.2020.06.054
- 30. Breitling C, Zaehle T, DannhauerM, Tegelbeckers J, FlechtnerH & Krauel K. Comparison between conventional and HD-tDCS of the right inferior frontal gyrus in children and adolescents with ADHD. Clin Neurophysiol 2020;131(5):1146-54. https://doi.org/10.1016/j.clinph.2019.12.412

### اثربخشی تحریک الکتریکی فرا جمجمهای مغز بر بهبود تواناییهای شناختی ورزشکاران رزمی کار

- 31. Naji A, Rahimian Boger A, Hasani Tabatabai S. Comparing the effectiveness of schema therapy and transcranial stimulation of the brain with electric current on food craving. J Clin Psychol. 2020;12(2):18-9. [Persian]. https://doi.org/10.22075/jcp.2020.20089.1852
- Das N, Spence JS, Aslan S, Vanneste S, Mudar R, Rackley A et al. Cognitive training and transcranial direct current stimulation in mild cognitive impairment: A randomized pilot trial. Front Neurosci. 2019;13:307. https://doi.org/10.3389/ fnins.2019.00307
- 33. Jung DH, Ahn SP, Pak ME, Lee JL, Jung YJ, Kim KB et al. Therapeutic effects of anodal transcranial direct current stimulation in a rat model of ADHD. Elife. 2020;9: e56359. https://doi.org/10.7554/elife.56359
- 34. Wong H, Zaman R. Neurostimulation in treating ADHD. Psychiatria Danubia 2019, 31(3): 265-275.
- 35. Anderson M. Prescription-strength gaming: ADHD treatment now comes in the form of a first-person racing game-[News]. IEEE Spectrum. 2020;57(8):9-10. https://ieeexplore.ieee.org/doclument/9150542
- 36. Dubreuil-Vall L, Gomez-Bernal F, Villegas A, Cirillo P, Surman C, Ruffini G et al. tDCS to the left DLPFC improves cognitive control but not action cancellation in patients with ADHD: a behavioral and electrophysiological study. MedRxiv. 2020. https://doi.org/10.1101/2020.01.13.20017335
- 37. Wang CSM, Cheng KS, Tang, CH, Hou NT, Chien PF, Huang YC. 314-Effects of transcranial direct current stimulation (tDCS) on cognitive function in Alzheimer's dementia. Int Psychogeriatr. 2020;32(1):72. https://doi.org/10.1017/S1041610220002148
- 38. Nitsche MA, Paulus W. Transcranial direct current stimulation –update 2011. Restor Neurol Neurosci. 2011;29(6):463-92. https://doi.org/10.3233/rnn-2011-0618
- Lawrence BJ, Gasson, N, Johnson AR, Booth L, Loftus AM. Cognitive training and transcranial direct current stimulation for mild cognitive impairment in Parkinson's disease: a randomized controlled trial. Parkinsons Dis 2018:1–12. https://doi.org/10.1155/2018/4318475