University of Tehran
Faculty of
Sport Sciences and Health

Journal of
Sports and Motor Development and Learning

Online ISSN: 2676-4547

The Effect of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on Psychological Choking, Fear of Failure and Shooting Performance Under Pressure

Amir Hossein Mehrsafar [1], Sajjad Mohammad Yari [2]✉, Abbas Shakibirad [3]

1. Department of Motor Behavior and Sports Psychology, Faculty of Sport Sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: a.mehrsafar@ut.ac.ir
2. Corresponding Author, Department of Sports Science, Faculty of Basic Sciences, Imam Ali Officers' University, Tehran, Iran. E-mail: mohammadyari.s@gmail.com
3. Department of Sports Science, Faculty of Basic Sciences, Imam Ali Officers' University, Tehran, Iran. E-mail: a_shakibirad@yahoo.com

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:
Received:
18 September 2022
Received in revised form:
22 February 2023
Accepted:
15 March 2023
Published online:
19 March 2023

Keywords:
Choking under pressure,
Fear of failure,
Shooting,
Brain stimulation.

ABSTRACT

Introduction: The mental appraisal and athlete's ability to deal with stressful factors affect the development of negative emotional states and anxiety**.** Considering the impact of stress and related psychological responses on performance, interventions that reduce stress and may thus increase athletic performance need to be investigated. This study aimed to determine the effect of transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on psychological choking, fear of failure, and shooting performance under pressure in students of Imam Ali Officers' University.

Methods: This quasi-experimental study was conducted with a pre-test and post-test design that includes a control and an experimental group. Forty students of Imam Ali Officers' University participated in this study. In the pre-test and post-test, the fear of failure and psychological choking questionnaires and also shooting performance tests were used. The tDCS was applied for 20 minutes with an intensity of 2 mA over the dorsolateral prefrontal cortex (DLPFC) region for 10 sessions. Data were analyzed using univariate repeated measures ANOVA test.

Results: The results showed that tDCS over DLPFC could reduce psychological choking under pressure but could not change the fear of failure. The results also showed that tDCS can increase shooting performance under pressure.

Conclusion: In general, it can be concluded that tDCS probably increase performance-related indicators in high-pressure military environments. However, more studies are needed to find the underlying mechanisms.

Cite this article: Mehrsafar, A.H., Mohammad Yari, S., & Shakibirad, A. (2022). The Effect of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on Psychological Choking, Fear of Failure and Shooting Performance Under Pressure. *Journal of Sports and Motor Development and Learning*, 14 (4), 83-98.
DOI: 10.22059/JSMDL.2023.348833.1672

© The Author(s).
Publisher: University of Tehran Press.

رشد و یادگیری حرکتی ورزشی
شاپا الکترونیکی: ۲۶۷۶-۴۵۴۷
دانشگاه تهران
دانشکده علوم ورزشی و تندرستی

Extended Abstract

Introduction

Athletes are regularly expected to do complicated sporting skills in socially evaluative and challenging environments. The subjective evaluation and appraisal of the athlete's ability to cope with the stressors of competition affect the development of negative emotional states (Mellalieu, Hanton, & Fletcher, 2006). One of the markers that disrupt performance is the fear of failure. Fear of failure is a psychological construct reflecting "apprehension about others' evaluations, distress over negative evaluations by others, and the expectation that others would evaluate one negatively" (Coreia, Rosado, Serpa, & Ferreira, 2017). Choking under pressure describes a situation in which individuals perform worse when put under pressure (Beilock & Carr, 2005). Researchers have investigated a diverse range of effective, safe, and noninvasive techniques with a lower incidence of side effects to improve athletic performance. One of these techniques is transcranial Direct Current Stimulation (tDCS). tDCS is a non-invasive, low-cost, and pain-free neural modulation technique that employs low-intensity direct electrical current to incite gross-defined cortical regions (Pelletier & Cicchetti, 2015). This method is capable of alterations in action potential thresholds. It has been implicated that the identity of these modulations is solely dependent on the stimulation polarity. It is now known that anodal stimulation is capable of increased excitability, which is reduced in response to cathodal stimulation (Giordano & et al 2017). The Dorsolateral Prefrontal Cortex (DLPFC) is associated with a broad spectrum of cognitive functions from emotional behavior to regulation of mood and anxiety. One of the essential roles of DLPFC is processing and regulating emotional responses; for example, DLPFC exhibits co-activation with the amygdala during emotion reappraisal (Barbas & Zikopoulos, 2005). This study aimed to investigate the effect of transcranial direct current stimulation on psychological choking, fear of failure, and shooting performance under pressure.

Methods

This quasi-experimental study was conducted with a pre-test and post-test design that includes a control and an experimental group. 40 students (mean age: 21.37±1.10 years, mean Body Mass Index: 22.96±1.21) were selected and they voluntarily participated in this study. Participants were presented with anodal stimulation over the left DLPFC and cathodal stimulation in the right DLPFC (F3 and F4, respectively, based on 10-20 system EEG Placement) using Nurostim-2 electrical stimulation device (Medina Teb Company, Iran). In the pre-test, psychological tests including fear of failure and choking under pressure questionnaires and also shooting performance tests were conducted for each participant in the presence of evaluators and spectators (other participants). The presence of spectators and evaluators created stressful conditions and made the environment stressful. Data were analyzed using univariate repeated measures ANOVA test.

Results

Table 1 shows the repeated measures ANOVA results for fear of failure, choking under pressure, and shooting performance. The results showed that anodal tDCS over the DLPFC cortex can improve shooting scores under pressure compared to the sham group. Moreover, the findings of this study showed that tDCS over the left DLPFC can reduce the symptoms of psychological choking under stressful conditions. However, 10 sessions of tDCS over the DLPFC did not reduce the fear of failure under stressful conditions.

Table 1. Results of repeated measures ANOVA for fear of failure, choking under pressure questionnaire and shooting performance

Source	Variable	F (1-38)	sig	η2
Time	Shooting performance	55.909	**0.001	0.565
	Choking under pressure	54.950	**0.001	0.596
	Fear of failure	0.055	0.815	0.001
Time ×group	Shooting performance	14.363	**0.001	0.274
	Choking under pressure	22.201	**0.001	0.369
	Fear of failure	0.189	0.666	0.005

University of Tehran
Faculty of
Physical Education and Sport Sciences

Journal of
Sports and Motor Development and Learning

Online ISSN: 2676-4547

Conclusion

The findings of this study support the interpretation that anodal tDCS increases brain rhythm, transmission, and retrieval, which can improve cognitive functions and sensorimotor information that facilitates precision tasks (such as pointing) (Baxter, Edelman, Nesbitt, & He, 2016). Previous studies have highlighted that modulating DLPFC activity has changed attentional bias that is relevant to the cognitive paradigm (Clarke & et al., 2017). It is known that anodal tDCS to DLPFC acutely alters the processing of information. These findings support the hypothesis that emotional regulation is processed in different neural networks and further provide a mechanism to specifically modulate anxiety (Ironside & et al., 2016). Several lines of evidence have suggested that top-down regulation of negative emotions (e.g., anxiety) is correlated with increased left DLPFC activity and decreased right DLPFC (Brunoni & et al., 2013). Since fear of failure, as the ability to desire shame and embarrassment in experiencing failure, is characterized by a tendency to appraise threat and anxiety in situations where failure is possible, tDCS may not be able to reduce the cognitive appraisal factors of threat in high-pressure conditions (Van Schuerbeek & et al., 2019). Although to our knowledge, this study is the first one that has examined the effects of this tDCS on psychological choking, fear of failure, and shooting performance under pressure, to explain the effectiveness and underlying mechanisms of these changes, more studies are needed.

Ethical Considerations:

Compliance with ethical guidelines: This study was approved by the Committee of Research Ethics in Sport Sciences Research Institute of Iran (ethic approval number: IR.SSRI.REC.1400.1285)

Funding: This work has been supported by Iran's National Elites Foundation (number: 721).

Authors' contribution: All authors conceived the study and collected and analyzed the data. All authors wrote the manuscript. All authors read and approved the final manuscript.

Conflict of interest: there is no conflict of interest to declare

Acknowledgment: authors would like to thank the coaches and students who participated in this study.

رشد و یادگیری حرکتی ورزشی
شاپا الکترونیکی: ۲۶۷۶-۴۵۴۷
دانشگاه تهران
دانشکده علوم ورزشی و تندرستی

تأثیر تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای بر انسداد روانی، ترس از شکست و عملکرد تیراندازان در شرایط تحت فشار

امیرحسین مهرصفر[۱]، سجاد محمدیاری[۲] ✉، عباس شکیبی راد[۳]

۱. گروه رفتار حرکتی و روانشناسی ورزشی، دانشکدهٔ علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: a.mehrsafar@ut.ac.ir

۲. نویسنده مسؤول، گروه علوم ورزشی، دانشکدهٔ علوم پایه، دانشگاه افسری امام علی (ع)، تهران، ایران. رایانامه: mohammadyari.s@gmail.com

۳. گروه علوم ورزشی، دانشکدهٔ علوم پایه، دانشگاه افسری امام علی (ع)، تهران، ایران. رایانامه: a_shakibirad@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۶/۲۷
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۳
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۲۴
تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۱۲/۲۸

کلیدواژه‌ها:
انسداد تحت فشار،
ترس از شکست،
تیراندازی،
تحریک مغز.

چکیده

زمینه: ارزیابی ذهنی و توانایی ورزشکار برای مقابله با عوامل استرس‌زا بر ایجاد حالات هیجانی منفی و اضطراب تأثیر می‌گذارد. با توجه به تأثیر استرس و پاسخ‌های روانی مرتبط بر عملکرد، مداخلاتی که سبب کاهش استرس می‌شوند و در نتیجه ممکن است عملکرد ورزشی را افزایش دهند، نیاز به ارزیابی دارند. هدف از این تحقیق تعیین تأثیر تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای بر انسداد روانی، ترس از شکست و عملکرد تیراندازی در شرایط تحت فشار در دانشجویان دانشگاه افسری امام علی (ع) بود.

روش پژوهش: این تحقیق نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون–پس‌آزمون با یک گروه کنترل و یک گروه تجربی انجام گرفت. ۴۰ دانشجوی دانشگاه افسری امام علی (ع) در این تحقیق شرکت کردند. در پیش‌آزمون و پس‌آزمون، از پرسشنامهٔ ترس از شکست و انسداد روانی و نیز آزمون عملکرد تیراندازی استفاده شد. تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای به مدت ۲۰ دقیقه با شدت ۲ میلی‌آمپر در ناحیهٔ قشر خلفی جانبی پیش‌پیشانیه مدت ۱۰ جلسه اعمال شد. داده‌ها با استفاده از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر تک‌متغیره تحلیل شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای بر روی قشر خلفی جانبی پیش‌پیشانی می‌تواند در شرایط تحت فشار انسداد روانی را کاهش دهد، اما قادر به تغییر میزان ترس از شکست نبود. همچنین نتایج نشان داد که تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای می‌تواند عملکرد تیراندازی را در شرایط تحت فشار افزایش دهد.

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای احتمالاً سبب افزایش شاخص‌های مرتبط با عملکرد در محیط‌های پرفشار نظامی می‌شود. اگرچه برای پیدا کردن سازوکارهای زیربنایی به تحقیقات بیشتری نیاز است.

استناد: مهرصفر، امیرحسین ؛ محمدیاری، سجاد ؛ و شکیبی راد، عباس (۱۴۰۱). تأثیر تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای بر انسداد روانی، ترس از شکست و عملکرد تیراندازان در شرایط تحت فشار. *نشریهٔ رشد و یادگیری حرکتی ورزشی*، (۴) ۱۴، ۹۸-۸۳.

DOI: 10.22059/JSMDL.2023.348833.1672

ناشر: انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

مقدمه

تفاوت عملکرد نظامیان در شرایط تحت فشار بیش از زمان‌های دیگر به آمادگی ذهنی آنها مربوط می‌شود (اشپیلبرگر[1] ۲۰۱۳). عملکرد تحت فشار و محیطی پراسترس سبب به‌وجود آمدن اضطراب و فشار روانی می‌شود (ملالئو، هانتون و فلچر[2] ۲۰۰۶). یکی از شاخص‌هایی که عملکرد را با اختلال مواجه می‌کند، ترس از شکست[3]است (جکسون[4] ۲۰۱۷). ترس از شکست احساسی است که توسط خطر یا تهدید قابل درک ایجاد و سبب تغییرات فیزیولوژیکی و در نهایت تغییرات رفتاری می‌شود (برای مثال ایجاد پاسخ تهاجمی یا فرار از تهدید). ترس در انسان ممکن است در پاسخ به محرک خاصی که در حال حاضر اتفاق می‌افتد، یا پیش‌بینی یا انتظار تهدید در آینده به‌عنوان خطری برای خود تلقی شود (زانگ، وودمن و روبرتز[5] ۲۰۱۸). در ورزش و عملکرد رقابتی بیشتر ترس از شکست بر اساس درک عملکرد و تصور دیگران در مورد عملکرد است (کوریا[6] و همکاران، ۲۰۱۷). به‌نظر می‌رسد ترس از شکست، شامل اجزای شناختی، عاطفی و انگیزشی است. جزء شناختی شامل باورها در مورد موفق نشدن، ارزیابی در مورد عواقب آزاردهنده ناشی از نرسیدن به هدف و ارزیابی بالقوه بر اساس شکست احتمالی است. بعد عاطفی شامل احساسات منفی است و جزء انگیزشی به جلوگیری یا کاهش عواقب منفی شکست اشاره دارد. مشخص شده است که ترس از شکست در موقعیت‌های فشار بیشتر از زمان‌های دیگر احساس می‌شود (ساگار، بوش و جویت[7] ۲۰۱۰). ترس از شکست از عوامل مهم در تکلیف تیراندازی است که می‌تواند در مواقع حساس سبب اختلال عملکرد شود و تجارب ناموفق را افزایش دهد.

انسداد تحت فشار[8] رویکردی است که در شرایط فشار زیاد اتفاق می‌افتد و سبب می‌شود عملکردی که فرد قادر به انجام آن بوده است و این انتظار از او می‌رود که بتواند این سطح از عملکرد را اجرا کند (سطحی از عملکرد که فرد قبلاً در جلسات تمرینی خود به آنها دست یافته است)، دچار افت می‌شود (مساگنو و بکمن[9] ۲۰۱۷). آنچه باید به آن پی برد، این است که چرا افراد با داشتن حد بهینهٔ اجرا، در موقع پیدایش فشار و در زمان انتظارات بالای دیگران به‌طور غیرمنتظره‌ای اجرایشان با شکست مواجه می‌شود (بیلوک و کر؛[10] ۲۰۰۵). برای درک بهتری از انسداد، مدل‌هایی توسعه پیدا کرده‌اند. بر اساس مدل خودمتمرکز یا کنترل صریح بامیستر[11] (۱۹۸۴)، انسداد تحت فشار بر روی تکالیف خودکار و برنامه‌های حرکتی اتفاق می‌افتد. توجه هوشیارانه به سمت مهارت خودکار با اجرای آن مهارت مداخله می‌کند و سبب بازداری از پاسخ خودکار می‌شود. بر اساس مدل حواس‌پرتی لویس و لیندر[12] (۱۹۹۷)انسداد تحت فشار در مهارت‌هایی اتفاق می‌افتد که نیاز به تصمیم‌گیری است و به‌کارگیری اطلاعات از حافظهٔ کاری که در نتیجهٔ استرس و محیط پرفشار آسیب می‌بیند. زمانی‌که ورزشکار روی علائم نامربوط متمرکز می‌شود، نمی‌تواند به علائم مربوط به تکلیف توجه کند و کاهش در عملکرد را تجربه می‌کند. متخصصان معتقدند که بزرگ‌ترین کمک به افرادی که دچار انسداد شده‌اند، تغییر توجه آنها از روی علائم مربوط به تکلیف به سمت علائم نامربوط به تکلیف است (یو[13] ۲۰۱۵). بنابراین راهبردهایی که بتواند این شاخص‌ها را فراهم کند و احتمال انسداد روانی نیروهای نظامی را کاهش دهد، راهگشا خواهد بود.

---

1. Spielberger
2. Mellalieu, Hanton & Fletcher
3. Fear of failure
4. Jackson
5. Zhang, Woodman & Roberts
6. Coreia
7. Sagar, Busch & Jowett
8. Choking under pressure
9. Mesagno & Beckmann
10. Beilock & Carr
11. Baumeister
12. Lewis & Linder
13. Yu

با توجه به اینکه در شرایط استرس زا ممکن است بسیاری از شاخص‌های روانی، فیزیولوژیکی و عملکرد با اختلال مواجه شود، ازاین‌رو پیدا کردن راه‌هایی که بتواند از این کاهش عملکرد جلوگیری کند، ضروری است. در همین زمینه یکی از روش‌هایی توانبخشی و ارتقای عملکرد رایج که در سال‌های اخیر طرفداران زیادی داشته است، استفاده از تحریک مستقیم الکتریکی مغز از روی جمجمه[۱](tDCS) است (بورونی[۲]و همکاران، ۲۰۱۲). این تکنیک کاملاً غیرتهاجمی است و اغلب برای تعدیل میزان تحریک‌پذیری قشر مغز استفاده می‌شود. به‌طور کلی مشخص شده است که تحریک آنودی[۳]می‌تواند تحریک‌پذیری را افزایش دهد و سبب ایجاد ضریب دیپولاریزیشن شود، درحالی‌که تحریک کاتدی[۴]آن را کاهش می‌دهد و به هایپرپولاریزشین شدن پتانسیل غشای استراحت سلول‌های قشر مغز منجر می‌شود (پلتیر و سیسیتی[۵]۲۰۱۵). کانون تحریک الکتریکی مستقیم مغز از روی جمجمه تا اندازه‌ای محدود است، اما تأثیرات کارکردی آن مستقیماً در ناحیهٔ محدود به زیر الکترودها ظاهر می‌شود (جیوردانو[۶]و همکاران، ۲۰۱۷). در مجموع استفاده از پروتکل‌های tDCS نشان داده است که این روش تأثیرات سوء جانبی خاصی ندارد. طبق گزارش‌های داده‌شده tDCS تولید گرما نکرده، سبب آسیب نورون‌ها، ادم مغزی و تغییراتی در سد خونی –مغزی نمی‌شود و تأثیرات سوء شناختی هم طی جلسات به‌جای نمی‌گذارد (اسماعیل‌زاده و همکاران، ۲۰۱۶).

گزارش شده است که tDCS می‌تواند عملکرد رفتاری را در مجموعهٔ متنوعی از حوزه‌های شناختی (فلوئل[۷]۲۰۱۴)، تعادل (دی موریا[۸] و همکاران، ۲۰۱۹)، زمان واکنش (فلتمن[۹]و همکاران، ۲۰۲۰)، کسب مهارت حرکتی و درک خستگی و قدرت بهبود بخشد (وانگ[۱۰]و همکاران، ۲۰۲۱). علاوه‌بر این، تصور می‌شود که این روش ممکن است از طریق کنترل فیزیولوژیکی سیستم خودمختار از مدیریت استرس پشتیبانی کند (که می‌تواند به‌طور بالقوه به افزایش عملکرد در بسیاری از فعالیت‌های ورزشی منجر شود) (مهرصفر و همکاران، ۲۰۲۰). برای مثال مهرصفر و همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند که یک جلسه تحریک tDCS آنودال می‌تواند سبب کاهش اضطراب، کورتیزول و آلفا آمیلاز بزاقی در کمانداران نخبه در یک مسابقهٔ واقعی شود. نلسون[۱۱]و همکاران (۲۰۱۷) به بررسی تأثیر الکتریکی فراجمجمه‌ای بر روی توانایی عمل چندگانه بر روی ۲۰ شرکت‌کننده (۱۶ مرد و ۴ زن) از نیروی هوایی ارتش آمریکا پرداختند و نشان دادند که tDCS آنودال به‌طور چشمگیری توانایی پردازش اطلاعات شرکت‌کنندگان را بهبود می‌بخشد. همچنین ظرفیت توانایی عمل چندگانه برای گروه tDCS ساختگی در حدود ۰/۱ بیت بر ثانیه بود، درحالی‌که گروه tDCS آنودال نزدیک به ۱/۳ بیت بر ثانیه بود. در همین زمینه، مشخص شده است تحریک tDCS در ناحیه قشر خلفی جانبی پیش‌پیشانی[۱۲](DLPFC) سمت چپ، توجه و عملکرد تیراندازان را بهبود می‌دهد (گودرزی، نصرت‌آبادی و احمدی، ۲۰۱۹). ترابی و مرتضایی دادسرا (۲۰۲۲) نشان دادند ۱۰ جلسه تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز در ناحیهٔ CZ و T3 با ولتاژ ۱ میلی‌آمپر به مدت ۲۰ دقیقه بر تمرکز و رکورد تیراندازان تپانچه تأثیر مثبتی دارد. به‌تازگی، امینی و واعظ

1. Transcranial direct current stimulation (tDCS)
2. Brunoni
3. Anodal
4. Cathodal
5. Pelletier & Cicchetti
6. Giordano
7. Flöel
8. de Moura
9. Feltman
10. Wang
11. Nelson
12. Dorsolateral prefrontal cortex (DLPFC)

موسوی (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای فراتحلیل با ۲۶ مطالعه اندازهٔ اثر بزرگ‌تر ۰/۸ را برای تأثیر تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای بر بهینه‌سازی عملکرد ورزشکاران نشان دادند.

قشر DLPFC با دامنهٔ وسیعی از عملکردهای شناختی از رفتار عاطفی تا تنظیم خلق و اضطراب همراه است (باربا‌س، زیکوپولس[1]، ۲۰۰۷). در حقیقت، یکی از نقش‌های اساسی DLPFC پردازش و تنظیم پاسخ‌های هیجانی است. برای مثال DLPFC هنگام ارزیابی مجدد احساسات و ادراک ترس، همزمان با آمیگدال همکاری می‌کند (ستروس–بایون، کاین و لدوکس[2]، ۲۰۰۶). تأثیر tDCS بر DLPFC در آزمایش‌های مختلف در دامنهٔ وسیعی از جمعیت بالینی و غیربالینی مورد توجه قرار گرفته است (لفونچر[3] و همکاران، ۲۰۱۷). بنابراین برخی از نتایج امیدوارکننده گزارش شده است. برای مثال مشخص شده است که tDCS می‌تواند در چند تکلیف شناختی پیچیده در حالت‌های تحت فشار زمانی عملکرد را بهبود بخشد (ژائو و همکاران، ۲۰۱۵). عملکرد تحت فشار معمولاً تحت عوامل استرس‌زایی انجام می‌گیرد که توانایی به راه انداختن پاسخ‌های روانی و فیزیولوژیکی مرتبط با استرس را دارند که می‌تواند راهبردهای مختلف مقابله‌ای را تحت تأثیر قرار دهد. همچنین با توجه به اینکه دانشجویان افسری باید در آینده در شرایط تحت فشار خدمت کنند و نیاز دارند در وضعیت مطلوبی از عملکرد باشند و در شرایط پراسترس تصمیم بگیرند و عمل کنند، نیاز است تا مداخلات افزایش عملکرد در این گروه مورد توجه قرار گیرد. با توجه به اینکه شرایط، ترس از شکست، انسداد روانی از متغیرهای مرتبط با عملکرد هستند و هیچ‌گونه تحقیقی در این زمینه در نیروهای نظامی انجام نگرفته است، بنابراین تحریک tDCS روی DLPFC می‌تواند به‌عنوان مداخلهٔ مناسب در نظر گرفته شود. بنابراین هدف از این تحقیق تعیین اثربخشی مداخلهٔ تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای بر انسداد روانی، و ترس از شکست و عملکرد تیراندازی در شرایط تحت فشار در دانشجویان دانشگاه افسری امام علی (ع) بود.

روش‌شناسی پژوهش

طرح پژوهش و شرکت‌کنندگان

روش پژوهش نیمه‌تجربی با یک گروه تجربی (tDCS) و یک گروه کنترل (sham) بود که با طرح پیش‌آزمون–پس‌آزمون انجام گرفت. جامعهٔ آماری پژوهش دانشجویان دانشگاه افسری امام علی (ع) بر اساس ثبت‌نام در ترم تحصیلی بودند. معیارهای ورود به تحقیق نبود ناهنجاری‌های بدنی، نداشتن اختلالات روان‌پزشکی و عصبی و سلامت عمومی بود. ۴۰ نفر از دانشجویان (سن ۱/۱۰±۲۱/۳۷ سال، شاخص تودهٔ بدنی ۱/۲۱±۲۲/۹۶ kg/m^2) به‌صورت در دسترس به‌عنوان نمونهٔ پژوهش انتخاب شدند و داوطلبانه با تکمیل برگهٔ رضایت‌نامهٔ همکاری در کار پژوهشی آمادگی خود را برای شرکت در پژوهش اعلام کردند. افراد به‌صورت تصادفی به گروه‌های مداخلهٔ tDCS (۲۰ نفر) و sham (۲۰ نفر) به‌وسیلهٔ نرم‌افزار تخصیص تصادفی تقسیم شدند. این مطالعه در کمیتهٔ اخلاق پژوهشگاه علوم ورزشی به شمارهٔ IR.SSRI.REC.1400.1285 تصویب شده است.

[1]. Barbas & Zikopoulos
[2]. Sotres-Bayon, Cain & LeDoux
[3]. Lefaucheur

ابزار

پرسشنامهٔ ترس از شکست[1] این پرسشنامه توسط کانروی[2] و همکاران (۲۰۰۲) بر اساس نظریهٔ شناختی انگیزشی ارتباطی لازاروس طراحی شده است که در مجموع با دیگر روش‌های چندبعدی سنجش ترس از شکست هماهنگی دارد (کانروی، ویلو و متزلر،[3] ۲۰۰۲). تحلیل عاملی این پرسشنامه نشان داده است که این پرسشنامه با ۲۵ سؤال پنج عامل دارد که عبارت‌اند از: تجربهٔ شرم و خجالت، کاهش عزت نفس، داشتن آیندهٔ نامعلوم، از دست دادن علاقهٔ افراد مهم و ناراحت شدن افراد مهم. این پرسشنامه بر اساس مقیاس لیکرت نمره‌گذاری می‌شود که از منفی ۲ تا مثبت ۲ در یک طیف پیوستار قرار دارد. مجموع نمرات خرده‌مقیاس‌ها نمرهٔ کلی ترس از شکست را می‌سنجد. روایی و پایایی این پرسشنامه در جامعهٔ ایرانی نیز تأیید شده است (عبدلی و همکاران، ۲۰۱۳).

پرسشنامهٔ انسداد تحت فشار[4] این پرسشنامهٔ ۳۰ سؤالی توسط مرایاما، سکیا و تاکانا[5](۲۰۱۰) ساخته شده و دارای هفت عامل است که افکار/احساسات منفی، تغییرات کنترل حرکتی، افزایش برانگیختگی فیزیولوژیکی، نقص ارتباطی، شخصیت عصبی، احساس شرایط بد پیش از مسابقه و احساس غیرطبیعی حالت‌های بدنی را می‌سنجد. جمع کل خرده‌مقیاس‌ها نمرهٔ کلی انسداد تحت فشار را می‌سنجد. نمره‌گذاری این پرسشنامه از ۱ (کاملاً مخالفم) تا ۵ (کاملاً موافقم) بر اساس دامنهٔ لیکرت است. سازندگان این پرسشنامه روایی این پرسشنامه را به‌وسیلهٔ تحلیل عاملی اکتشافی مناسب گزارش کردند. همچنین پایایی این پرسشنامه به‌وسیلهٔ روش آلفای کرونباخ بالای ۰/۷ در هر خرده‌مقیاس گزارش شده است.

آزمون عملکرد تیراندازی: این آزمون در میدان تیر انجام گرفت. سیبل تیراندازی استاندارد از صفر امتیاز تا ۱۰ امتیاز برای نمره‌گذاری استفاده شد. پیش از شروع آزمون هر شرکت‌کننده حالت‌های هدف‌گیری و قلق‌گیری را تمرین کرد. هر شرکت‌کننده ۱۰ تیر را با اسلحهٔ کلت استاندارد شلیک کرد که مجموع نمرات بعد اتمام شلیک‌ها محاسبه شد. اخذ آزمون و ثبت این نمرات به عهدهٔ سه تن از افسران باتجربهٔ میدان تیر بود که در دو مرحلهٔ پیش‌آزمون و پس‌آزمون این نمرات در برگهٔ مربوط ثبت و امتیاز فرد محاسبه شد.

مداخلهٔ تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای: تحریک آنودی مغز از روی جمجمه در ناحیهٔ DLPFC چپ، و تحریک الکتریکی کاتدی در ناحیهٔ DLPFC راست (به‌ترتیب ناحیهٔ F3 و F4، بر اساس نگاشت سیستم ۱۰–۲۰) به شرکت‌کنندگان ارائه شد (دی ویت[6] و همکاران، ۲۰۱۸). الکترودها، کربنی و رسانا بودند و برای جلوگیری از واکنش شیمیایی نقطهٔ تماس بین الکترود و پوست، درون اسفنج‌های مصنوعی آغشته به سالین قرار داده شدند. ابعاد الکترودها در این آزمون ۵×۵ سانتی‌متر است. دستگاه تحریک الکتریکی نیز محصول شرکت مدینا طب (نورواستیم–۲) بود. شایان ذکر است که جریان الکتریکی از نوع مستقیم، با شدت ۲ میلی‌آمپر و مدت اعمال ۲۰ دقیقه بود که بر اساس نتایج تحقیقات پیشین بر سلامتی آزمودنی‌ها اثر سوء ندارد. در حالت shamدستگاه پس از ۳۰ ثانیه تحریک برای شرایط ساختگی خاموش شد. این روش ساختگی برای tDCS تأثیرات تعدیل‌کنندهٔ عصبی زیادی ندارد، اما احساساتی شبیه به احساسات ایجادشده توسط tDCS واقعی ایجاد می‌کند (گاندیکا، هومل و کوهین،[7] ۲۰۰۶). مداخله به مدت ۱۰ جلسه انجام گرفت و فاصلهٔ زمانی جلسات ۷۲ ساعت بود

1. fear of failure questionnaire
2. Conroy
3. Conroy, Willow & Metzler
4. choking under pressure questionnaire
5. Murayama, Sekiya & Tanaka
6. De Witte
7. Gandiga, Hummel & Cohen

(روچا[1] و همکاران، ۲۰۲۰). همچنین شرکت‌کنندگان از مصرف ارگوژنیک یا محرک‌ها (مانند کافئین) و همچنین انجام فعالیت ورزشی شدید در ۴۸ ساعت پیش از هر جلسهٔ مداخله، اجتناب کردند. به شرکت‌کنندگان اطلاع داده شد که الگوهای رژیم غذایی معمول خود را در طول دوره حفظ کنند. به‌علاوه شرکت‌کنندگان نباید هیچ‌گونه دارویی مصرف می‌کردند که احتمالاً مداخله را تحت تأثیر قرار دهد (فبر[2] و همکاران، ۲۰۱۲).

روند اجرای تحقیق

ابتدا در یک جلسهٔ مقدماتی به شرکت‌کنندگان شرح جلسات توضیح داده شد و افراد برگه‌های مربوط را تکمیل کردند. در پیش‌آزمون ابتدا سنجش‌های روان‌شناختی ترس از شکست و انسداد روانی و در ادامه آزمون تیراندازی با حضور ارزیابان و تماشاچیان (سایر شرکت‌کنندگان) برای هر نفر انجام گرفت. حضور تماشاچیان و ارزیابان شرایط استرس‌زا و پرفشار را ایجاد کرد (ساتیزاهن، موسر و بیلوک[3] ۲۰۱۶). گروه مداخلهٔ tDCS و sham در ۱۰ جلسه انجام گرفت که هر جلسه ۲۰ دقیقه تحریک داشت و آماده‌سازی تحریک نیز ۵ دقیقه طول کشید (روچا و همکاران، ۲۰۲۰). پس از اتمام مداخله گروه‌های تحقیق پس‌آزمون را مطابق پیش‌آزمون اجرا کردند تا داده‌ها برای تحلیل به‌دست بیاید.

روش آماری

در این تحقیق از روش‌های آمار توصیفی شامل شاخص‌های گرایش به مرکز و پراکندگی (میانگین و انحراف معیار) استفاده شد. برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون شاپیروویلک استفاده شد. همگنی واریانس‌ها نیز با استفاده از آزمون لوین ارزیابی شد. برای مقایسهٔ شاخص‌ها از پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه‌های تحقیق از روش آماری تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر استفاده شد. برای مقایسهٔ زوجی گروه‌ها از آزمون تعقیبی LSD و بنفرونی استفاده شد (تاباکنیک، فیدل و اولهم[4] ۲۰۰۷). سطح معناداری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. نرم‌افزار تحلیل داده‌ها نسخهٔ ۱۸ نرم‌افزار SPSS بود.

یافته‌های پژوهش

در جدول ۱ نتایج مربوط به آمار توصیفی متغیرهای تحقیق را به تفکیک گروه در شرایط پیش‌آزمون و پس‌آزمون نشان می‌دهد.

جدول ۱. شاخص‌های آمار توصیفی متغیرهای روان‌شناختی و عملکرد

شاخص/گروه	گروه tDCS (n=۲۰)		گروه sham (n=۲۰)	
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
عملکرد تیراندازی	۷۳±۶/۲۳	۷۸/۶۵±۶/۷۲	۷۱/۲۰±۵/۰۱	۷۳/۰۲±۵/۷۴
انسداد تحت فشار	۹۴/۴۰۰±۷/۸۴	۸۶/۲۵±۹/۱۰	۹۳/۷۵±۸/۸۱	۹۱/۹۰±۹/۳۸
ترس از شکست	-۰/۵۲±۰/۲۴	-۰/۵۰±۰/۲۲	-۰/۳۷±۰/۴۳	-۰/۴۲±۰/۳۸

[1]. Rocha
[2]. Faber
[3]. Sattizahn, Moser & Beilock
[4]. Tabachnick, Fidell & Ullman

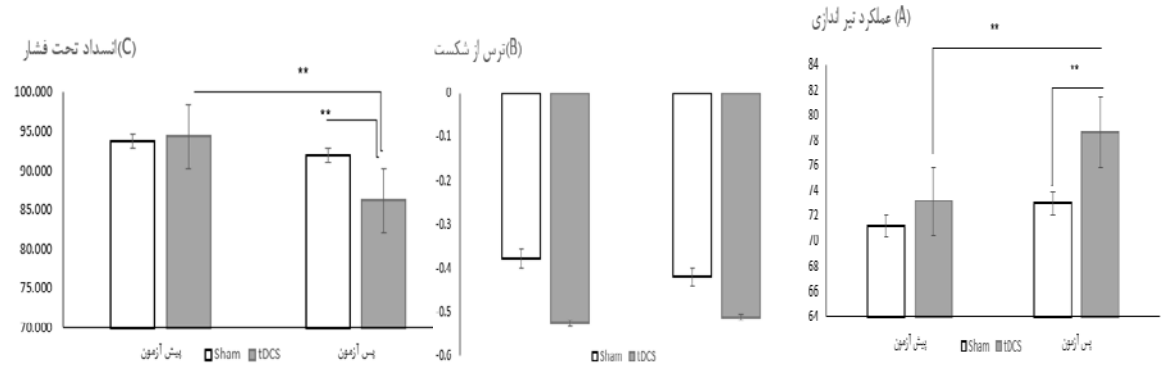
همان‌گونه‌که در جدول ۱ مشاهده می‌شود در متغیرهای عملکرد تیراندازی و انسداد تحت فشار در گروه tDCS از پیش‌آزمون به پس‌آزمون نمرات تغییر دارند. اما در شاخص ترس از شکست این تفاوت‌ها زیاد نیست. در گروه sham نیز تفاوت‌ها بسیار کوچک‌اند.

نتایج آزمون ام باکس در متغیر عملکرد تیراندازی (P=۰/۸۶۹، F=۰/۲۳۹، Box's M =۰/۷۶۱)، ترس از شکست (P=۰/۰۹۰، F=۱/۰۷، Box's M =۱/۵۲۱) و انسداد تحت فشار (P=۰/۴۷۳، F=۰/۸۳۷، Box's M =۲/۶۶۴) نشان داد که فرض همگنی ماتریس‌های کوواریانس برقرار است. همچنین آزمون موچلی نشان داد که فرض کرویت برای متغیر عملکرد تیراندازی، انسداد تحت فشار و ترس از شکست برقرار است (P<۰/۰۵). در ادامه داده‌ها با استفاده از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر تحلیل شدند. نتایج این تحلیل در جدول ۲ گزارش شده است.

جدول ۲. نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر در متغیرهای تحقیق

منبع	شاخص	F(1-38)	sig	η^2
زمان	عملکرد تیراندازی	۵۵/۹۰۹	۰/۰۰۱	۰/۵۶۵
	انسداد تحت فشار	۵۴/۹۵۰	۰/۰۰۱	۰/۵۹۶
	ترس از شکست	۰/۰۵۵	۰/۸۱۵	۰/۰۰۱
زمان×گروه	عملکرد تیراندازی	۱۴/۳۶۳	۰/۰۰۱	۰/۲۷۴
	انسداد تحت فشار	۲۲/۲۰۱	۰/۰۰۱	۰/۳۶۹
	ترس از شکست	۰/۱۸۹	۰/۶۶۶	۰/۰۰۵

همان‌طورکه در جدول ۲ گزارش شده است در منبع زمان تفاوت معناداری در شاخص عملکرد تیراندازی (P=۰/۰۰۱، η^2 =۰/۵۶۵، F=۵۵/۹۰) و انسداد تحت فشار وجود داشت (P=۰/۰۰۱، η^2 =۰/۵۹۶، F=۵۴/۹۵). اما شاخص ترس از شکست معنادار نبود (η^2 =۰/۰۰۱، P=۰/۸۱۵، F=۰/۰۵۵). در متغیر زمان در گروه نیز عملکرد تیراندازی (P=۰/۰۰۱، η^2 =۰/۲۷۴، F=۱۴/۳۶) و انسداد تحت فشار (η^2 =۰/۳۶۹، P=۰/۰۰۱، F=۲۲/۲۰) معنادار بود؛ اما شاخص ترس از شکست عدم معناداری را نشان داد (P=۰/۶۶۶، η^2 =۰/۰۰۵، F=۰/۱۸۹).



شکل ۱. نتایج آزمون تعقیبی در متغیرهای تحقیق

شکل ۱ با استفاده از آزمون تعقیبی LSD نشان می‌دهد که در آزمون عملکرد تیراندازی تفاوت معناداری بین دو گروه tDCS و sham وجود داشت (P<۰/۰۵). همچنین در شاخص انسداد تحت فشار این تفاوت معنادار بود (P<۰/۰۵). اما در نمرهٔ ترس از شکست تفاوت معناداری بین دو گروه به‌دست نیامد (P>۰/۰۵). آزمون تعقیبی بنفرونی نیز نشان داد که تفاوت پیش‌آزمون به پس‌آزمون در شاخص عملکرد تیراندازی و انسداد تحت فشار در گروه tDCS معنادار است (P<۰/۰۵).

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از این تحقیق حاضر تعیین تأثیر تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای بر انسداد روانی و ترس از شکست در شرایط تحت فشار در دانشجویان دانشگاه افسری امام علی (ع) بود. نتایج نشان داد که tDCS بر روی قشر DLPFC می‌تواند نمرات تیراندازی را در شرایط تحت فشار در مقایسه با گروه sham بهبود بخشد. این نتایج با یافته‌های چندین تحقیق همسوست (کمالی و همکاران، ۲۰۱۹؛ را لی[1] و همکاران، ۲۰۱۸؛ روچا و همکاران، ۲۰۲۰). یافته‌ها از این تفسیر پشتیبانی می‌کنند که tDCS آنودال، توان و ریتم باند بتای مغز و انتقال و بازیابی را افزایش می‌دهد که این امر می‌تواند عملکردهای شناختی و اطلاعات حسی–حرکتی را که به تسهیل وظایف دقیق (مانند نشانه‌گیری) کمک می‌کنند، بهبود بخشد (بکسر[2] و همکاران، ۲۰۱۶). همچنین بیان شده است افزایش باند بتا پس از tDCS آنودال در نواحی DLPFC قشر مغز ممکن است نشان‌دهندهٔ پردازش اطلاعات بصری – فضایی و توجه فضایی به اهداف بصری باشد (روچا و همکاران، ۲۰۲۰). افزون‌بر این تحقیقات نشان داده‌اند که نوسانات کم باند گاما ناشی از tDCS در DLPFC راست، نشان‌دهندهٔ فعال‌سازی توجه، حافظهٔ کاری و کنترل حرکتی در تکلیف تیراندازی به هدف است (اکیدا[3] و همکاران، ۲۰۱۹). اگرچه در این تحقیق اثر tDCS آنودال در انتقال‌دهندهٔ عصبی گاما آمینو بوتیریک اسیدرژیک[4] بررسی نشده است، می‌توان فرض کرد که بر اساس شواهد موجود، نوسانات پایین باند گاما در طول بسیاری از فرایندهای ادراکی و شناختی پس از tDCS آنودال قابل طرح است (بودیوان[5] و همکاران، ۲۰۱۹). این مکانیسم با کاهش مهار گیرنده‌های گابا A مرتبط است (انتونینکو[6] و همکاران، ۲۰۱۷). تحقیقات نشان داده‌اند که تأثیرات tDCS آنودال با تغییرات در پتانسیل غشا و تغییرات در پلاستیسیتی سیناپسی به‌ویژه در انتقال گاباارژیک که بر یادگیری و حافظه تأثیر می‌گذارد، همراه است (چن، یو و هان[7] ۲۰۲۱؛ کولیسنکی[8] و همکاران، ۲۰۱۹).

یکی دیگر از یافته‌های این تحقیق نشان داد که tDCS بر روی قشر DLPFC چپ می‌تواند در شرایط تحت فشار سبب کاهش علائم انسداد روانی شود. تحقیقات قبلی tDCS اغلب در شرایط آزمایشگاهی و خارج از تنظیمات میدانی انجام گرفته‌اند (مهرصفر و گازرانی، ۲۰۱۹). در شرایط واقعی رقابتی استرس‌های اجتماعی می‌تواند پاسخ‌های روانی–فیزیولوژیکی منفی را همراه با پاسخ‌های مقابله‌ای متفاوت آغاز کند. به دانش ما، این تحقیق اولین پژوهشی است که تأثیر tDCS را بر انسداد روانی در شرایط تحت فشار بررسی کرده است. اما، مهرصفر و همکاران (۲۰۲۱) دریافتند که یک جلسه tDCS آنودی بر قشر DLPFC چپ می‌تواند اضطراب و خلق را بهبود بخشد و شاخص‌های فیزیولوژیکی کورتیزول و آلفا آمیلاز را پیش از مسابقه در تیر و کمانداران نخبه کاهش دهد. اگرچه تنظیمات آزمایشی و نمونهٔ

---

1. ra Lee
2. Baxter
3. Ikeda
4. GABAergic
5. Boudewyn
6. Antonenko
7. Chan, Yau & Han
8. Kolasinski

مورد مطالعه با تحقیق حاضر متفاوت است، می‌توان گفت که DLPFC مکان مؤثری برای تنظیم هیجانی و عکس‌العمل‌های منفی است (نوتزون[1] و همکاران، ۲۰۱۸). در بررسی اثر tDCS بر شاخص‌های انسداد روانی چندین سازوکار احتمالی می‌تواند مطرح باشد. اول، تحریک ناحیهٔ DLPFC می‌تواند خطاها و سوگیری‌های توجه ناشی از استرس را در یک پارادایم شناختی کاهش دهد (کلارک[2] و همکاران، ۲۰۱۴). در همین زمینه مشخص شده است که tDCS آنودال ناحیهٔ DLPFC چپ به‌شدت پردازش اطلاعات تهدیدکننده را تغییر می‌دهد (ایرونساید[3] و همکاران، ۲۰۱۶). این یافته‌ها از این فرضیه حمایت می‌کنند که تنظیم هیجانی در شبکه‌های عصبی مختلف پردازش می‌شود و سازوکاری برای تعدیل اضطراب و حالت‌های هیجانی منفی فراهم می‌کند. چندین خط پژوهشی نشان داده‌اند که تنظیم از بالا به پایین هیجانات منفی با افزایش فعالیت DLPFC چپ و کاهش فعالیت DLPFC سمت راست مرتبط است (برونئی[4] و همکاران، ۲۰۱۳؛ کارناولی[5] و همکاران، ۲۰۲۰). این اثر ممکن است به تعدیل ساختارهای عمیق‌تر قشری و زیر قشری که در شرایط تحت فشار و اضطراب مانند قشر جلوی پیشانی و آمیگدال درگیرند، کمک کند. این مسئله ممکن است نتیجهٔ فرایند خودتنظیمی باشد که می‌تواند پاسخ برانگیختگی را کنترل کند. با این حال، این نظریه به بررسی بیشتر برای شناسایی مکانیسم زیربنایی اثر مشاهده‌شده نیاز دارد.

در بخش دیگری از تحقیق یافته‌ها حاکی از این بود که ۱۰ جلسه tDCS روی قشر DLPFC نتوانست ترس از شکست را حین شرایط تحت فشار کاهش دهد. در مطالعه‌ای مروری یوسفی و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند که تحریک کاتودی tDCS بر روی قشر DLPFC چپ می‌تواند ترس را در جمعیت‌های سالم و بالینی کاهش دهد. این نتایج با یافته‌های تحقیق حاضر ناهمسوست. چندین دلیل روش‌شناسی می‌تواند علت ناهمسویی این یافته‌ها را مشخص کند. برای مثال این مطالعه در شرایط تحت فشار انجام گرفته است و تکلیف اجرایی، پرسشنامهٔ مورد استفاده و جمعیت موردنظر در تحقیق حاضر با مطالعات قبلی متفاوت است (یوسفی و همکاران، ۲۰۱۹). در تبیین بیشتر، از آنجا که ترس از شکست، به‌عنوان قابلیت میل به شرم و خجالت در تجربه کردن شکست، با گرایش به ارزیابی تهدیدزا و نگران‌کننده در شرایطی که امکان شکست وجود دارد مشخص می‌شود، احتمالاً مداخلهٔ tDCS قادر نیست عوامل ارزیابی شناختی تهدید را در شرایط پرفشار کاهش دهد (ون شوربک[6] و همکاران، ۲۰۱۹). اگرچه به دانش ما این مطالعه اولین تحقیقی است که تأثیرات این مداخله بر روش پاسخ ترس از شکست را بررسی کرده است، برای تبیین سازوکارهای اثربخشی و زیربنایی این تغییرات به تحقیقات بیشتری نیاز است.

این پژوهش از محدودیت مستثنا نیست. این مطالعه روی نمونه‌ای کوچک در شرایط پرفشار انجام گرفت. انجام تحقیقات در شرایط پرفشار محدودیت‌هایی را ایجاد می‌کند. ازاین‌رو تحقیق ما باید به‌عنوان یک مطالعهٔ آزمایشی با حجم نمونهٔ کوچک در نظر گرفته شود. علاوه‌بر این، نمونهٔ ما محدود بود و تکلیف تیراندازی را در شرایط پرفشار و در مردان بررسی کرد. تحقیقات آتی با حجم نمونهٔ بزرگ‌تر برای تکرار این یافته‌ها توصیه می‌شود. همچنین تحقیقات آتی باید ابزارهای ارزیابی را برای به‌دست آوردن پروفایل‌های استرس روان‌شناختی (مانند واکنش‌پذیری به استرس) مرتبط با فعالیت‌های تحت فشار گسترش دهند.

محدودیت دیگر تحقیق حاضر فقدان اقدامات مربوط به فعالیت مغز یا تحریک‌پذیری قشر مغز بود که بینش عمیق‌تری از تأثیرات فیزیولوژیکی واقعی پروتکل tDCS اعمال‌شده ارائه می‌دهد. در واقع نشان داده شده است که تغییرات کوچک در پروتکل tDCS می‌تواند

---

1. Notzon
2. Clarke
3. Ironside
4. Brunoni
5. Carnevali
6. Van Schuerbeek

به نتایج معکوس در تحریک‌پذیری قشر مغز منجر شود (دایر[1] و همکاران، ۲۰۱۷). با توجه به وضوح فضایی نسبتاً پایین tDCS، سایر نواحی مغز علاوه‌بر DLPFC نیز می‌توانند تعدیل شوند (موریا[2] و همکاران، ۲۰۱۹). از آنجا که نواحی مجاور مغز نیز در پردازش هیجانی دخیل‌اند، نمی‌توان ارزیابی کرد که یک مدولاسیون احتمالی مجاور تا چه حد می‌تواند بر نتایج تأثیر بگذارد. برای مثال قشر جلوی پیشانی شکمی و قشر اوربیتوفرونتال به‌طور مستقیم در زیر DLPFC قرار دارند و با پردازش هیجانی و شناختی مرتبط‌اند (ویوانی[3]، ۲۰۱۴). همچنین در این تحقیق تنها از یک پس‌آزمون استفاده شد که نمی‌توان بر این اساس استنباط کرد این نتایج تا چه حد پایدار است. علاوه‌بر این، تحقیقاتی که اثربخشی tDCS را با اثربخشی مداخلات از طریق مداخلات شناختی–رفتاری (برای مثال مداخلهٔ ذهن‌آگاهی و آموزش تصویرسازی) یا سایر تکنیک‌های تحریک مغز (مانند تحریک مغناطیسی فراجمجمه‌ای و تحریک عصب واگ) مقایسه می‌کنند، بسیار ضروری هستند.

به‌طور کلی، یافته‌های این تحقیق نشان داد که مداخلهٔ tDCS در ناحیه قشر DLPFC در مقایسه با تحریک Sham احتمالاً باعث کاهش شاخص انسداد روانی در شرایط تحت فشار در دانشجویان افسری دانشگاه امام علی (ع) شده است و عملکرد تیراندازی را این گروه بهبود بخشیده است؛ اما تاثیری بر ترس از شکست نداشت. با توجه به اینکه سازوکارهای زیربنایی اثربخشی tDCS در شرایط پرفشار مشخص نیست، در این زمینه به تحقیقات بیشتری نیاز است.

تقدیر و تشکر

بدین‌وسیله از تمامی شرکت‌کنندگان در این طرح تشکر می‌شود. این تحقیق با حمایت مالی بنیاد ملی نخبگان انجام گرفته است. این مقاله برگرفته از طرح تحقیقاتی در دانشگاه افسری امام علی (ع) است که با کد ۷۲۱ در ۱۴۰۰/۰۵/۰۱ به تصویب رسیده است. این پژوهش با شناسهٔ IR.SSRI.REC.1400.1285 در کمیتهٔ اخلاق پژوهشگاه علوم ورزشی به تصویب رسیده و نمایه شده است.

References

Abdoli, B., Ahmadi, N., Azimzadeh, E., & Afshari, J. (2013). To Determine the Validity and Reliability of Performance Failure Appraisal Inventory. *Journal of Motor Learning and Movement, 5*(2 (12)), 37-48. doi:10.22059/jmlm.2013.32146.(In Persian)

Amini, A., & Vaezmousavi, M. (2021). The Effect of Transcranial Electrical Stimulation on Athletic Performance Optimization: Systematic review, Meta-Analysis, and Proposing a Theoretical Model. *The Neuroscience Journal of Shefaye Khatam*, 9 (4) :81-104. (In Persian)

Antonenko, D., Schubert, F., Bohm, F., Ittermann, B., Aydin, S., Hayek, D., . . . Flöel, A. (2017). tDCS-induced modulation of GABA levels and resting-state functional connectivity in older adults. *Journal of Neuroscience, 37*(15), 4065-4073.

Barbas, H., & Zikopoulos, B. (2007). The prefrontal cortex and flexible behavior. *The Neuroscientist, 13*(5), 532-545.

Baumeister, R. F. (1984). Choking under pressure: self-consciousness and paradoxical effects of incentives on skillful performance. *Journal of Personality and Social Psychology, 46*(3), 610.

Baxter, B. S., Edelman, B. J., Nesbitt, N., & He, B. (2016). Sensorimotor rhythm BCI with simultaneous high definition-transcranial direct current stimulation alters task performance. *Brain stimulation, 9*(6), 834-841.

[1]. Thair
[2]. Morya
[3] Viviani

Beilock, S. L., & Carr, T. H. (2005). When high-powered people fail: Working memory and "choking under pressure" in math. *Psychological science, 16*(2), 101-105.

Boudewyn, M., Roberts, B. M., Mizrak, E., Ranganath, C., & Carter, C. S. (2019). Prefrontal transcranial direct current stimulation (tDCS) enhances behavioral and EEG markers of proactive control. *Cognitive neuroscience, 10*(2), 57-65.

Brunoni, A. R., Nitsche, M. A., Bolognini, N., Bikson, M., Wagner, T., Merabet, L., . . . Pascual-Leone, A. (2012). Clinical research with transcranial direct current stimulation (tDCS): challenges and future directions. *Brain stimulation, 5*(3), 175-195.

Brunoni, A. R., Vanderhasselt, M.-A., Boggio, P. S., Fregni, F., Dantas, E. M., Mill, J. G., . . . Benseñor, I. M. (2013). Polarity-and valence-dependent effects of prefrontal transcranial direct current stimulation on heart rate variability and salivary cortisol. *Psychoneuroendocrinology, 38*(1), 58-66.

Budish, E., Che, Y.-K., Kojima, F., & Milgrom, P. (2013). Designing random allocation mechanisms: Theory and applications. *American economic review, 103*(2), 585-623.

Carnevali, L., Pattini, E., Sgoifo, A., & Ottaviani, C. (2020). Effects of prefrontal transcranial direct current stimulation on autonomic and neuroendocrine responses to psychosocial stress in healthy humans. *Stress, 23*(1), 26-36.

Chan, M. M., Yau, S. S., & Han, Y. M. (2021). The neurobiology of prefrontal transcranial direct current stimulation (tDCS) in promoting brain plasticity: A systematic review and meta-analyses of human and rodent studies. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*.

Clarke, P. J., Browning, M., Hammond, G., Notebaert, L., & MacLeod, C. (2014). The causal role of the dorsolateral prefrontal cortex in the modification of attentional bias: evidence from transcranial direct current stimulation. *Biological psychiatry, 76*(12), 946-952.

Conroy, D. E., Willow, J. P., & Metzler, J. N. (2002). Multidimensional fear of failure measurement: The performance failure appraisal inventory. *Journal of Applied Sport Psychology, 14*(2), 76-90.

Coreia, M. E., Rosado, A., Serpa, S., & Ferreira, V. (2017). Fear of failure in athletes: Gender, age and type of sport differences. *Revista iberoamericana de psicología del ejercicio y el deporte, 12*(2), 185-193.

de Moura, M. C. D. S., Hazime, F. A., Marotti Aparicio, L. V., Grecco, L. A., Brunoni, A. R., & Hasue, R. H. (2019). Effects of transcranial direct current stimulation (tDCS) on balance improvement: A systematic review and meta-analysis. *Somatosensory & motor research, 36*(2), 122-135.

De Witte, S., Klooster, D., Dedoncker, J., Duprat, R., Remue, J., & Baeken, C. (2018). Left prefrontal neuronavigated electrode localization in tDCS: 10–20 EEG system versus MRI-guided neuronavigation. *Psychiatry Research: Neuroimaging, 274*, 1-6.

Eslamizade, M. J., Behbahanian, S., Mahdavi, S. M., & Oftadehal, M. (2016). An introduction to neurotechnologies, transcranial magnetic stimulation and transcranial direct current stimulation: Their applications in the cognitive enhancement and rehabilitation. *The Neuroscience Journal of Shefaye Khatam, 4*(2), 65-86. (In Persian)

Faber, M., Vanneste, S., Fregni, F., & De Ridder, D. (2012). Top down prefrontal affective modulation of tinnitus with multiple sessions of tDCS of dorsolateral prefrontal cortex. *Brain stimulation, 5*(4), 492-498.

Feltman, K. A., Hayes, A. M., Bernhardt, K. A., Nwala, E., & Kelley, A. M. (2020). Viability of tDCS in military environments for performance enhancement: A systematic review. *Military medicine, 185*(1-2), e53-e60.

Flöel, A. (2014). tDCS-enhanced motor and cognitive function in neurological diseases. *NeuroImage, 85*, 934-947. doi:https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.05.098

Gandiga, P. C., Hummel, F. C., & Cohen, L. G. (2006). Transcranial DC stimulation (tDCS): a tool for double-blind sham-controlled clinical studies in brain stimulation. *Clinical Neurophysiology, 117*(4), 845-850.

Giordano, J., Bikson, M., Kappenman, E. S., Clark, V. P., Coslett, H. B., Hamblin, M. R., . . . McKinley, R. A. (2017). Mechanisms and effects of transcranial direct current stimulation. *Dose-Response, 15*(1), 1559325816685467.

Goodarzi, N., Nosratabadi, M., & Ahmadi, H. (2019). The Effects of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on Attention and Shooting Performance in Shooters. *Journal of Biochemical Technology*, (2): 140-144. (In Persian)

Ikeda, T., Takahashi, T., Hiraishi, H., Saito, D. N., & Kikuchi, M. (2019). Anodal transcranial direct current stimulation induces high gamma-band activity in the left dorsolateral prefrontal cortex during a working memory task: a double-blind, randomized, crossover study. *Frontiers in Human Neuroscience, 13*, 136.

Ironside, M., O'Shea, J., Cowen, P. J., & Harmer, C. J. (2016). Frontal cortex stimulation reduces vigilance to threat: implications for the treatment of depression and anxiety. *Biological psychiatry, 79*(10), 823-830.

Jackson, C. (2017). Fear of failure *Understanding Learning and Motivation in Youth* (pp. 30-39): Routledge.

Kamali, A.-M., Nami, M., Yahyavi, S.-S., Saadi, Z. K., & Mohammadi, A. (2019). Transcranial Direct Current Stimulation to Assist Experienced Pistol Shooters in Gaining Even-Better Performance Scores. *The Cerebellum, 18*(1), 119-127. doi:10.1007/s12311-018-0967-9

Kolasinski, J., Hinson, E. L., Zand, A. P. D., Rizov, A., Emir, U. E., & Stagg, C. J. (2019). The dynamics of cortical GABA in human motor learning. *The Journal of Physiology, 597*(1), 271-282.

Lefaucheur, J.-P., Antal, A., Ayache, S. S., Benninger, D. H., Brunelin, J., Cogiamanian, F., . . . Langguth, B. (2017). Evidence-based guidelines on the therapeutic use of transcranial direct current stimulation (tDCS). *Clinical Neurophysiology, 128*(1), 56-92.

Lewis, B. P., & Linder, D. E. (1997). Thinking about choking? Attentional processes and paradoxical performance. *Personality and social psychology bulletin, 23*(9), 937-944.

Mehrsafar, A. H., & Gazerani, P. (2019). Non-invasive brain stimulation in athletic competition. *Apunts Sports Medicine, 54*(203), 105-106.

Mehrsafar, A. H., Rosa, M. A. S., Zadeh, A. M., & Gazerani, P. (2020). A feasibility study of application and potential effects of a single session transcranial direct current stimulation (tDCS) on competitive anxiety, mood state, salivary levels of cortisol and alpha amylase in elite athletes under a real-world competition. *Physiology & Behavior, 227*, 113173.

Mellalieu, S. D., Hanton, S., & Fletcher, D. (2006). A competitive anxiety review: Recent directions in sport psychology research. *Literature reviews in sport psychology*, 1-45.

Mesagno, C., & Beckmann, J. (2017). Choking under pressure: theoretical models and interventions. *Current opinion in psychology, 16*, 170-175.

Morya, E., Monte-Silva, K., Bikson, M., Esmaeilpour, Z., Biazoli, C. E., Fonseca, A., . . . Hausdorff, J. M. (2019). Beyond the target area: an integrative view of tDCS-induced motor cortex modulation in patients and athletes. *Journal of neuroengineering and rehabilitation, 16*(1), 1-29.

Murayama, T., Sekiya, H., & Tanaka, Y. (2010). Factor analysis of the mechanisms underlying "choking under pressure" in sports. *Asian Journal of Exercise & Sports Science, 7*(1), 55-60.

Nelson, J., McKinley, R. A., Phillips, C., McIntire, L., Goodyear, C., Kreiner, A., & Monforton, L. (2016). The effects of transcranial direct current stimulation (tDCS) on multitasking throughput capacity. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10, 589.

Notzon, S., Steinberg, C., Zwanzger, P., & Junghöfer, M. (2018). Modulating emotion perception: opposing effects of inhibitory and excitatory prefrontal cortex stimulation. *Biological Psychiatry: Cognitive Neuroscience and Neuroimaging, 3*(4), 329-336.

Pelletier, S. J., & Cicchetti, F. (2015). Cellular and molecular mechanisms of action of transcranial direct current stimulation: evidence from in vitro and in vivo models. *International Journal of Neuropsychopharmacology, 18*(2), pyu047.

ra Lee, B., min Nam, S., & ho Cho, I. (2018). Performance Improvement by One-Time Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) of National Rifle Shooting Athletes. *Seoul Olympic International Sports Science Conference. 88*, 342-342.

Rocha, K., Marinho, V., Magalhães, F., Carvalho, V., Fernandes, T., Ayres, M., . . . Cagy, M. (2020). Unskilled shooters improve both accuracy and grouping shot having as reference skilled shooters cortical area: An EEG and tDCS study. *Physiology & Behavior, 224*, 113036.

Sagar, S. S., Busch, B. K., & Jowett, S. (2010). Success and failure, fear of failure, and coping responses of adolescent academy football players. *Journal of Applied Sport Psychology, 22*(2), 213-230.

Sattizahn, J. R., Moser, J. S., & Beilock, S. L. (2016). A closer look at who "chokes under pressure". *Journal of Applied Research in Memory and Cognition, 5*(4), 470-477.

Sotres-Bayon, F., Cain, C. K., & LeDoux, J. E. (2006). Brain mechanisms of fear extinction: historical perspectives on the contribution of prefrontal cortex. *Biological psychiatry, 60*(4), 329-336.

Spielberger, C. D. (2013). *Anxiety and behavior*: Academic Press.

Tabachnick, B. G., Fidell, L. S., & Ullman, J. B. (2007). *Using multivariate statistics* (Vol. 5): Pearson Boston, MA.

Thair, H., Holloway, A. L., Newport, R., & Smith, A. D. (2017). Transcranial direct current stimulation (tDCS): a beginner's guide for design and implementation. *Frontiers in Neuroscience, 11*, 641.

Torabi, F., & Mortazaeedarsara, Z. (2022). The Effect of Direct Brain Electrical Stimulation on Concentration and the Record of Pistol Shooter. *Journal of Sports and Motor Development and* , 13(4), 407-425. doi: 10.22059/jmlm.2021.328654.1601. (In Persian)

Van Schuerbeek, A., Pierre, A., Vanderhasselt, M., Pedron, S., Van Waes, V., & De Bundel, D. (2019). Fear modulation by transcranial direct current stimulation. *Brain Stimulation: Basic, Translational, and Clinical Research in Neuromodulation, 12*(2), 572.

Viviani, R. (2014). Neural correlates of emotion regulation in the ventral prefrontal cortex and the encoding of subjective value and economic utility. *Frontiers in Psychiatry, 5*, 123.

Wang, B., Xiao, S., Yu, C., Zhou, J., & Fu, W. (2021). Effects of Transcranial Direct Current Stimulation Combined With Physical Training on the Excitability of the Motor Cortex, Physical Performance, and Motor Learning: A Systematic Review. *Frontiers in Neuroscience, 15*, 336.

Yosephi, M. H., Ehsani, F., Daghiani, M., Zoghi, M., & Jaberzadeh, S. (2019). The effects of trans-cranial direct current stimulation intervention on fear: A systematic review of literature. *Journal of Clinical Neuroscience, 62*, 7-13. (In Persian)

Yu, R. (2015). Choking under pressure: the neuropsychological mechanisms of incentive-induced performance decrements. *Frontiers in behavioral neuroscience, 9*, 19.

Zhang, S., Woodman, T., & Roberts, R. (2018). Anxiety and fear in sport and performance *Oxford research encyclopedia of psychology*.

Zhou, D., Zhou, J., Chen, H., Manor, B., Lin, J., & Zhang, J. (2015). Effects of transcranial direct current stimulation (tDCS) on multiscale complexity of dual-task postural control in older adults. *Experimental Brain Research, 233*(8), 2401-2409.