Sport. Psychol. Stud, 2024, 13(48): 145-158, Doi: 10.22089/spsyj.2024.14745.2395

Sport Psychology Studies

Journal hompage: https://spsyj.ssrc.ac.ir

Original Article

The Effect of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on Visual Attention and Response Control in Chess Players

Sabri Karimi[1], Heman Mahmoudfakhe[2]

1. PhD Student, Department of Psychology, Islamic Azad University, Urmia, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Psychology, Payam Noor University, Tehran, Iran.

Received: 25/04/2023, Revised: 16/04/2024, Accepted: 29/05/2024

* Corresponding Author: Heman Mahmoudfakhe, Tel: 09141680834, E-mail: hemanmahmoudfakhe@pnu.ac.ir

How to Cite: Karimi, S., Mahmoudfakhe, H. (2024). The Effect of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on Visual Attention and Response Control in Chess Players. *Sport Psychology Studies*, *13*(48), 145-158. In Persian.

Extended Abstract

Background and Purpose

It seems that one of the most fundamental functions of the human brain, which is more developed than other species and is particularly important for chess players, is the process of attention (Shahhosseini et al., 2020). Attention refers to the ability to focus on important (task-relevant) information while ignoring distractions (Keller et al., 2019). It is also considered a characteristic related to optimal sports performance for elite athletes THUS In this research, it is important to deal with the level of visual attention of athletes, especially chess players, because visual attention has evolved to enable rapid analysis of important and related areas in the visual scene. This ability to direct selective attention enables rapid interpretation and interaction (Louedec et al., 2019). Players must process and collect large amounts of visual information in a dynamic environment and respond in a timely manner (Jin et al., 2020).Another variable that affects the performance of chess players is response control. The ability to control the response is a type of cognitive control ability that helps achieve behavioral goals by adjusting perception and movement performance in a changing environment and by resolving conflicts (Ke et al., 2021). This variable is important because it enables athletes to think before acting, promoting more deliberate and strategic decision-making (Amini et al., 2022). This can impact the quality and outcomes of chess players, especially those who use hand movements to move the pieces. Given the importance of enhancing these skills for athletic success, numerous treatment and rehabilitation strategies have been introduced, with Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) being one of the most notable approaches for improving cognitive functions like visual attention and response control.Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) is a non-invasive, safe, and painless treatment that uses direct electrical currents to stimulate specific areas of the brain. During the procedure, a small electrical current (typically between 1 and 2 milliamps) is applied to the target area using

Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

either anodal stimulation (positive current) or cathodal stimulation (negative current). This stimulation typically lasts no more than 30 minutes and leads to a significant change in the excitability of neurons (Luna et al., 2020). Given the positive effects of tDCS on the performance of many athletes and the importance of attention and response control in players, the present study aimed to investigate the effect of tDCS on visual attention and response control in chess players.

Materials and Methods

This quasi-experimental study utilized a pre-test, post-test, and control group design. The sample consisted of chess players from the Mahabad Chess Board in 2022. A total of 20 participants were selected through convenience sampling and randomly assigned to either the experimental or control group, with 10 participants in each group. The participants were aged between 15 and 35 years (12 boys and 8 girls) and had intermediate to advanced skill levels during the course of the study. Initially, all participants completed the IVA-2 test to record the pre-test results. Following this, the experimental group underwent 15 sessions of transcranial brain stimulation, while the control group received no intervention. Afterward, both groups took the post-test (IVA-2). All stages of the pre-test, post-test, and intervention sessions were conducted at the Rajan Psychotherapy and Counseling Center in Mahabad, with the intervention administered by trained professionals. The inclusion criteria for the study were as follows: being a member of the chess players' board, having an intermediate or advanced skill level in chess, being right-handed, having parental consent (for participants under 18 years old), a willingness to participate in the research, and no history of heart or neck surgeries. Additionally, participants should not have a history of seizures or epilepsy (due to the contraindication of using tDCS for individuals with metal prostheses in the neck or those with seizure conditions). The exclusion criteria included: unwillingness to continue participation and absence from more than two treatment sessions. To adhere to ethical principles, the research participants were fully assured of the confidentiality of their information. In this study, the measurement of attention and response control was conducted using the Integrated Visual and Auditory software (IVA-2). For the implementation of the Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) intervention, an American-made ActiveDose device was used.

Findings

Considering that the statistical analysis method of the present study was covariance analysis, its important assumptions were examined initially. Shapiro-Wilk test was used to check the normality and based on the results, the distribution of scores in the dependent variables was found to be normal. To check the homogeneity of variances, Levene's test was employed, and the assumption of homogeneity of variances was confirmed. Additionally, Box's M test was used to assess the covariance-variance matrix hypothesis, and the significance level in its results was greater than 0.05, indicating that this hypothesis was upheld. Given that the assumptions were met, the use of multivariate analysis of covariance (MANCOVA) is valid, and its results are presented in Table 1.

Table 1. The results of the multivariate analysis of covariance (MANCOVA)

Component	Source	SS	df	MS	F	P	Eta
Visual Attention	Pre-test	188/663	1	188/663	149/611	0/001	0/898
	Grop	240/610	1	240/610	56/515	0/001	0/765
	Erorr	72/101	17	4/239			
	Total	69009/830	20				
response control	Pre-test	413/219	1	413/219	498/869	0/001	0/967
	Grop	15/051	1	15/051	9/398	0/001	0/457
	Erorr	27/150	17	1/601			
	Total	7848/900	20				

According to the results presented in Table 1, there is a significant difference between the improvement of visual attention and response control in the experimental and control groups after applying the tDCS method. In other words, the tDCS method has had a significant effect on improving visual attention and response control. Considering the Eta squared values, it can be concluded that 76.5% of the changes in visual attention and 45.7% of the changes in impulsive hand movements (response control) were due to the effect of the intervention, specifically the tDCS method.

Conclusion

The present study aimed to investigate the effect of tDCS on visual attention and response control in chess players. The results showed a significant improvement in the performance of athletes from pre-test to post-test in both the experimental and control groups, with the experimental group showing a significantly greater improvement than the control group. In other words, tDCS had a significant effect on enhancing the visual attention and response control of chess players.

مطالعات روان‌شناسی ورزشی، تابستان ۱۴۰۳، دوره ۱۳، شماره ۴۸، صص ۱۵۸-۱۴۵. Doi: 10.22089/spsyj.2024.14745.2395

مطالعات روان‌شناسی ورزشی

Journal hompage: https://spsyj.ssrc.ac.ir

مقاله پژوهشی

تأثیر تحریک فرا جمجمه‌ای مغز (tdcs) بر توجه دیداری و کنترل پاسخ ورزشکاران شطرنج‌باز

صبری کریمی[۱]، دکتر هیمن محمودفخه[۲]

۱. دانشجوی دکتری، گروه روانشناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، ارومیه، ایران.

۲. استادیار، گروه روانشناسی، دانشگاه پیام نور ، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۰۵ ، تاریخ اصلاح: ۱۴۰۳/۰۱/۲۸ ، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۰۹

* Corresponding Author: Heman Mahmoudfakhe, Tel: 09141680834, E-mail: hemanmahmoudfakhe@pnu.ac.ir

How to Cite: Karimi, S., Mahmoudfakhe, H. (2024). The Effect of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on Visual Attention and Response Control in Chess Players. *Sport Psychology Studies*, *13*(48), 145-158. In Persian.

چکیده

هدف این پژوهش، بررسی اثربخشی تحریک فرا جمجمه‌ای مغز (tdcs) بر بهبود توجه دیداری و کنترل پاسخ ورزشکاران شطرنج‌باز مهابادی بود. توجه دیداری و کنترل پاسخ عنصری مؤثر برای موفقیت شطرنج‌بازان محسوب می‌شود و شواهدی وجود دارد که تحریک کاتدی Fp2 و آندی C3 می‌تواند در افزایش توجه دیداری و کنترل پاسخ مؤثر باشد. ازاین‌رو تعداد ۲۰ نفر (۱۲ دختر و ۸ پسر، ۱۵تا ۳۵ ساله) از شطرنج‌بازان ماهر و نیمه‌ماهر، به روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند و سپس به‌صورت گمارش تصادفی در گروه مداخله و کنترل قرار گرفتند. ابتدا هر دو گروه به‌منظور ثبت پیش‌آزمون، آزمون (IVA-2) را انجام دادند و سپس گروه مداخله در ۱۵ جلسه، تحت ۲۰ دقیقه تحریک آندیC3 و کاتدیFp2 با شدت‌جریان ۱/۵ میلی‌آمپر قرار گرفتند؛ اما برای گروه کنترل هیچ مداخله‌ای انجام نگرفت. در نهایت پس‌آزمون IVA-2 برای سنجش و بررسی توجه دیداری و کنترل پاسخ شطرنج‌بازان بعد از مداخله مجدداً اجرا شد. یافته‌ها به‌دست‌آمده با استفاده از تجزیه‌وتحلیل کوواریانس چند متغیره (MANCOVA) نشان داد که تحریک مستقیم مغز تاثیرمعناداری در بر بهبود توجه دیداری و کنترل پاسخ ورزشکاران گذاشته است (P<0/05). با توجه به نتایج این پژوهش می‌توان گفت که یکی از روش‌های مؤثر بهبود توجه دیداری و مهارت کنترل پاسخ، تحریک فرا جمجمه‌ای مغز(tdcs) است.

واژگان کلیدی: تحریک فرا جمجمه‌ای، توجه دیداری، کنترل پاسخ، شطرنج.

Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

مقدمه

به نظر می‌رسد یکی از بنیادی‌ترین کارکردهای عالی مغز انسان که در مقایسه با سایر گونه‌ها از تکامل بیشتری برخوردار است و برای بازیکنان شطرنج نیز حائز اهمیت است، فرایند توجه است (شاه‌حسینی، صباحی، حسینی، گل‌محمدی،۲۰۲۰). منظور از توجه، توانایی دقت به اطلاعات مهم (مرتبط با هدف) و در عین‌حال نادیده‌گرفتن اطلاعات حواس‌پرت‌کننده (بی‌ربط) است (کلر، لیکاف، هالت-گاسلین، استاویلند و ویلیامز[1] ،۲۰۱۹) که به دو نوع تقسیم می‌شود؛ توجه انتخابی و توجه پایدار. توجه انتخابی به‌منظور فیلتر کردن محرک‌ها و سرکوب عوامل حواس‌پرتی شناخته می‌شود و توجه پایدار نیز یعنی حفظ توجه در طول زمان (ووگان ولابرد[2] ،۲۰۲۱).

در مسیر تبیین و شناخت بیشتر توجه، محققان در ابتدا بر این باور بودند که این قشر پیش‌پیشانی[3] است که انتخاب می‌کند بر روی چه اطلاعاتی تمرکز کند. در ادامه اما به ناحیه‌ی تالاموس به عنوان فیلترکننده ورودی‌های حسی نامربوط اشاره کردند، و این در حالی است که یک نظریه رایج دیگر نشان می‌دهد که نورون‌های قشر پیش‌پیشانی برای تنظیم توجه مستقیماً با نواحی قشر حسی مغز تعامل دارند (ویمر[4] و همکاران،۲۰۱۵).

توجه به‌عنوان ویژگی مرتبط با عملکرد ورزشی مطلوب برای ورزشکاران نخبه نیز در نظر گرفته می‌شود. چرا که این ویژگی به ورزشکاران کمک می‌کند استراتژی‌های مقابله‌ای مؤثرتری را تحت شرایط پرفشار و استرس‌زا داشته باشند و منجر به ارتقاء عملکرد اجرایی ورزشی‌شان می‌شود و در یک‌کلام متمایزکننده ورزشکاران موفق از ورزشکاران کمتر موفق است (وو و همکاران[5]،۲۰۲۱).

همچنین در این میان، پرداختن به میزان توجه دیداری ورزشکاران به‌خصوص شطرنج‌بازان حائز اهمیت است، زیرا توجه دیداری برای امکان تجزیه‌وتحلیل سریع مناطق مهم و مرتبط در صحنه بصری تکامل یافته است. این توانایی جهت توجه انتخابی، تفسیر و تعامل سریع را امکان‌پذیر می‌سازد (لودیس[6] و همکاران، ۲۰۱۹) و شطرنج‌بازان نیز جهت ارائه یک پاسخ مناسب، باید بتوانند مقادیر زیادی از اطلاعات بصری را در یک محیط جمع‌آوری کرده و پردازش کنند (جین، لی، ما، گائو، ژانگ و مائو[7]، ۲۰۲۰).

جهت پیش‌بینی توجه دیداری، دو دسته تکنیک اصلی وجود دارد: رویکردهای پایین به بالا و رویکرد بالا به پایین. رویکردهای پایین به بالا در بینایی کامپیوتری رایج هستند که روش‌هایی جهت دریافت تصاویر، پردازش، آنالیز و درک محتوای آن‌ها را در برمی‌گیرد. رویکردهای بالا به پایین عموماً وظیفه‌محور هستند و نیاز به درک تصویر، صحنه، زمینه یا وظیفه دارند. توجه دیداری در شطرنج را می‌توان به‌عنوان ترکیبی از این دو رویکرد مشاهده کرد زیرا مناطق برجسته ممکن است با تشخیص الگوی بصری (تحلیل از پایین به بالا) و درک بازی (پیش‌بینی از بالا به پایین) تعریف شوند (لودیس و همکاران، ۲۰۱۹).

در یک تحقیق خودگزارشی، ورزشکاران در مورد استفاده از توجه عنوان کردند که توجه خود را بین منابع متعدد در زمان قبل، حین و بعد از اجرای حرکت تغییر می‌دهند (آیکن و بیکر[8]،۲۰۲۳). علاوه بر این، ورزشکاران در مراحل مختلف زندگی از جمله زندگی روزمره، آموزشی و ورزشی، نیازمند سازگاری در توجه، مواجهه با محیط، درک و سازگاری تغییرات آن هستند (تامسون، ویجی‌کومار، جانسن، مالپس، اسکیپراس و همکاران[9]،۲۰۲۰) و همه این عوامل اهمیت پرداختن به مبحث توجه را چندین برابر می‌کند.

در تحقیقی همسو، ژو، چن، وانگ و لین[10] (۲۰۱۹) به رابطه مستقیم بازی شطرنج با عملکردهای اجرایی ورزشکاران اشاره کردند و به این نتیجه رسیدند شطرنج‌بازانی که عملکرد اجرایی پیشرفته‌تری ثبت کرده‌اند، اطلاعات را سریع‌تر پردازش می‌کنند، اطلاعات نامربوط را به‌طور مؤثرتری مهار کرده و اشتباهات خود را نیز سریع‌تر تصحیح می‌کنند (ژو،چن،وانگ و لین،۲۰۱۹) و عملکرد ورزشی موفق در همه سطوح ورزشی تا حدی به ترکیبی از شناخت، ادراک و توجه دیداری عالی نیازمند است (بریمل و ادوارد[11] ،۲۰۲۲).

یکی دیگر از متغیرهایی که عملکرد شطرنج‌بازان را تحت تأثیر قرار می‌دهد، کنترل پاسخ است. توانایی کنترل پاسخ نوعی توانایی کنترل شناختی است که می‌تواند با تنظیم ادراک و عملکرد حرکتی در محیطِ

1. Keller, Leikauf, Holt-Gosselin, Staveland & Williams
2. Vaughan & Laborde
3. prefrontal cortex
4. Wimmer
5. Wu, Nien, Lin, Nien, Lin, Kuan et al
6. Louedec
7. Jin, Li, Ma, Guo, Zhang & Mao
8. Aiken & Becker
9. Thomson, Vijayakumar, Johnson, Malpas, Sciberras et al
10. Gao, Chen, Wang, Lin
11. Brimmell, Edwards & Vaughan

در حال تغییر و همچنین با حل تعارضات به حصول اهداف رفتاری منجر شود (کی، لنلان[1] و همکاران،۲۰۲۱) و به عبارتی؛ متوقف ساختن سریع یک رفتار در پاسخ به الزامات متغیر محیطی است (بارکلی[2]،۱۹۹۷). این متغیر به این دلیل حائز اهمیت است که توانایی افراد در مهار پاسخ به یک محرک و یا سرکوب عمدی اعمال به آن‌ها این امکان را می‌دهد که در راستای دستیابی به اهداف خویش پیش بروند (سیمور[3] و همکاران،۲۰۱۶) و این توانایی را داشته باشند که قبل از عمل کردن، فکر کنند (امینی و همکاران،۲۰۲۲).

دیدگاه روانشناختی، کنترل پاسخ را یکی از مقوله های تکانشگری معرفی می‌کند (کاویانپور و همکاران،۱۳۹۲) که دارای سه بُعد حرکتی، توجهی و بی‌برنامگی است (بشارت و همکاران،۱۳۹۲) که در پژوهش حاضر تمرکز بر تکانشگری حرکتی به عنوان یکی از زیرمقیاس‌های کنترل پاسخ است. تحقیقات نشان داده است که افراد از نظر کنترل تکانه‌های حرکتی تفاوت‌های قابل‌توجهی با یکدیگر دارند (لاگ، مانوی، نوس، دموراین و کوریا[4]،۲۰۱۲) و تکانشگری حرکتی، بی‌دقتی در انجام حرکات درست را به دنبال دارد (ووگان و لابورد،۲۰۲۱) و این امر می‌تواند بر کیفیت و نتیجه بازی شطرنج‌بازان که از حرکت دست برای جابه‌جایی مهره‌ها استفاده می‌کنند نیز تأثیر بگذارد.

در همین راستا، این لوب پیشانی هر نیمکره است که مسئول طراحی و شروع توالی رفتارهای حرکتی شناخته می‌شود و شامل سه قسمت: کرتکس پیش‌پیشانی، کرتکس پیش‌حرکتی و کرتکس حرکتی اولیه است. کرتکس پیش‌پیشانی حرکات را طراحی می‌کند، کرتکس پیش‌حرکتی توالی‌های حرکتی را سازمان‌دهی می‌کند و کرتکس حرکتی اولیه، حرکات ویژه را تولید می‌کند. این بخش مسئول حرکات ماهرانه است و آسیب در این ناحیه در حرکات ظریف دست مشکل ایجاد می‌کند (علی‌پور، ۲۰۱۱).

شطرنج‌بازان به‌صورت مداوم از این توالی رفتارهای حرکتی استفاده می‌کنند چرا که بازی شطرنج به‌عنوان یک وسیله حل مسئله به فرد می‌آموزد که همه نقشه‌ها و حرکات را جهت دستیابی به یک هدف اصلی، یعنی کیش‌ومات کردن حریف، طرح‌ریزی کند (محمدباقر، محمدی‌فر، امین بیدختی و ایزانلو، ۲۰۲۰) و لذا بازداری پاسخ در انجام رفتارها و حرکات تکانشی حائز اهمیت است.

در نهایت، به دلیل اهمیت نقش ارتقا و بهبود این مهارت‌ها در موفقیت ورزشکاران، راهکارها و رویکردهای درمانی و توان‌بخشی متعددی نیز معرفی‌شده‌اند که درمان تحریک فرا جمجمه‌ای مغز یکی از این موارد است.

تحریک فرا جمجمه‌ای مغز (tDCS)، یک درمان غیرتهاجمی، بی‌خطر و بدون درد است که از جریان‌های الکتریکی مستقیم برای تحریک قسمت‌های خاص مغز استفاده می‌کند که یک تحریک کوچک (یعنی بین ۱ تا ۲. میلی‌آمپر) از تحریک آندال (یعنی جریان مثبت) یا کاتدال (یعنی جریان منفی) را در یک منطقه هدف و در طول یک دوره زمانی مشخص ارائه می‌کند که معمولاً بیشتر از ۳۰ دقیقه طول نمی‌کشد و موجب تغییر قابل‌توجهی در تحریک‌پذیری نورون‌ها می‌شود (لونا، کابالرو، بارتفلد؛ لوپنز و اروالو[5]، ۲۰۲۰).

این روش برای درمان اختلالاتی کاربرد دارد که زیربنای عصبی فیزیولوژی غیرطبیعی دارند. منطق این روش درمانی بدین شرح است که اگر بتوان فعالیت عصبی ناسازگار را مهار کرد و فعالیت عادی را بازیابی کرد، ممکن است علائم بهبود یابند (لابری، هوار و گسوین و همکاران[6]،۲۰۲۲). به این منظور این جریان و تحریک ضعیف از طریق دو الکترود اسفنجی که روی پوست سر ثابت گذاشته می‌شود ارسال می‌شود و یافته‌ها بیانگر این است که این مداخله اثرات خود را از طریق تعدیل پتانسیل غشای استراحت فیبرهای عصبی اعمال می‌کند. این مدولاسیون[7] که بستگی به قطبیت تحریک با تحریک آندی و کاتدی دارد به ترتیب منجر به دپلاریزاسیون و هیپرپلاریزاسیون می‌شود (آیچه وچالا[8]، ۲۰۲۰).

به این صورت که چنانچه آند به‌عنوان الکترود فعال روی نقطه موردنظر قرار بگیرد، پتانسیل استراحت غشاء را دپلاریزه می‌کند و باعث افزایش تحریک‌پذیری می‌شود و اگر کاتد به‌عنوان الکترود فعال روی نقطه موردنظر قرار بگیرد، باعث کاهش تحریک‌پذیری شده و پتانسیل استراحت غشاء را هایپرپلاریزه می‌کند (گیردونو، بیکسون ، کاپیمن و همکاران[9] ، ۲۰۱۷) و به این شکل باعث ایجاد تغییرات

1. Ke, Lanlan
2. Barkley
3. Seymour
4. Lage, Malloy-Diniz, Neves, de Moraes & Corrêa
5. Luna, Román-Caballero, Barttfeld, Lupiáñez & Martín-Arévalo
6. Labree, Hoare, Gascoyne
7. Modulation
8. Ayache & Chalah
9. Giordano, Bikson & Kappenman

غشایی در نورون‌های قشر مغز شده (اولیویرا و همکاران،۲۰۲۱) و در پژوهش حاضر فرض بر این قرار گرفته که بر میزان توجه و کنترل پاسخ ورزشکاران تأثیر می‌گذارد.

بر اســاس یافته‌های علمی در بازی شــطرنج فعالیت‌های ذهنی و شــناختی متعددی درگیر و فعال اســت که در صــورت تقویت آن‌ها، بازی شــطرنج با کیفیت و مهارت بیشــتر و بهتری انجام می‌شــود (شاه‌حسینی و همکاران، ۲۰۲۰).

مدت‌هاست که مهارت‌هــای ذهنــی و شــناختی جهت عملکــرد رقابتــی موفقیت‌آمیــز ورزشکاران، مورد توجه و علاقه روانشناسان و متخصصان علوم شناختی و ورزشی قرارگرفته است (اطاعتی، غرایاق زندی، بهرامی،۲۰۲۱). این مهارت‌ها از نظر ساختار مغزی تحت عنوان عملکردهای اجرایی در لوب پیشانی (فرونتال) قرار دارند و مسئول بسیاری از اعمال پیچیده و طیف وسیعی از فرایندهای شناختی سطح بالا از جمله توجه، کنترل، خودتنظیمی، حافظه و برنامه‌ریزی هستند (شریف موسوی، مرادی، اسماعیلی، ۲۰۲۲).

در این میان ورزش شطرنج و ورزشکاران شطرنج‌باز نیز از این قاعده مستثنی نیستند. شطرنج برای سالیان سال به‌عنوان یک بازی پیچیده و هوشی که نیازمند سطح بالای مهارت ذهنی ورزشکار است مورد مطالعه قرار گرفته است (نجاتی و نجاتی، ۲۰۱۲). همچنین، با توجه به تحقیقات صورت گرفته در خصوص اثربخشی تحریک فرا جمجمه‌ای مغز بر کنترل و بازداری پاسخ ورزشکاران، نیاز به بررسی بیشتر اثربخشی این روش وجود دارد.

از طرفی دیگر، اگرچه پژوهش‌های متعدد و پراکنده‌ای در خصوص اهمیت عملکردهای اجرایی (مانند توجه) و رابطه آن با موفقیت‌های ورزشی موجود هست اما شکاف اصلی پژوهشی در این زمینه نبود تحقیقات مستقل به‌خصوص در حوزه مهارت کنترل پاسخ است.

درحالی که در طول نظرسنجی شطرنج‌بازان به پرسش " اصلی‌ترین مانع موفقیت خود را چه می‌دانید؟" بعد از عامل حواس‌پرتی و از دست دادن توجه و تمرکز، بیشترین اشاره آن‌ها به انجام حرکات عجولانه و بدون فکر و نبود مهارت خودکنترلی و تکانشی عمل کردن بود.

این درحالی است که پژوهشی یافت نشد که تأثیر و اهمیت حرکت دست و حرکت دادن مهره‌های شطرنج بر موفقیت شطرنج‌بازان را مورد بررسی قرار داده باشد. بنابراین این پژوهش در پی بررسی این فرضیه است که" تحریک فرا جمجمه‌ای مغز (tdcs) بر توجه دیداری و کنترل پاسخ شطرنج‌بازان مؤثر است. آیا تحریک مغزی می‌تواند میزان توجه را ارتقا دهد و یا مهارت کنترل پاسخ را در شطرنج‌بازان بهبود بخشد؟"

روش پژوهش

پژوهش حاضر نیمه آزمایشی از نوع پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل بود و جامعه آماری پژوهش شطرنج‌بازان عضو هیئت شطرنج مهاباد در سال ۱۴۰۱ بودند. در این پژوهش با استفاده از روش نمونه‌گیری در دسترس، ۲۰ نفر انتخاب شدند. سپس به روش گمارش تصادفی در دو گروه کنترل و آزمایش گمارده شدند (هر گروه ۱۰ نفر). لازم به ذکر است که شرکت‌کنندگان در دامنه‌ی سنی ۱۵ تا ۳۵ سال قرار داشتند (۱۲پسر و ۸ دختر) که در هنگام انجام پژوهش، در سطوح مهارتی متوسط و پیشرفته قرار داشتند.

در ابتدا همه ورزشکاران به‌منظور ثبت پیش‌آزمون، آزمون توجه دیداری و شنیداری (انجمن روان‌پزشکی آمریکا، ۲۰۰۲) IVA-2را انجام دادند و سپس گروه آزمایش بعد از دریافت ۱۵ جلسه درمان تحریک فراجمجمه‌ای مغز، مجدداً همراه با گروه کنترل پس‌آزمون (IVA-2) را ثبت کردند. کلیه مراحل انجام پیش‌آزمون-پس‌آزمون و جلسات مداخله در مرکز مشاوره و روان‌درمانی راژان مهاباد انجام شد و مداخله نیز توسط متخصص آموزش‌دیده ارائه گردید.

ملاک‌های ورود شامل: عضویت در هیئت شطرنج‌بازان، بودن در سطوح متوسطه و پیشرفته در رنکینگ‌های بازی، راست‌دست بودن، رضایت والدین (برای گروه زیر ۱۸ ساله‌ها)، تمایل خود شرکت-کنندگان به حضور در پژوهش، نداشتن سابقه جراحی قلبی و جراحی‌های گردن به بالا و نداشتن سابقه تشنج و صرع (به دلیل ممنوعیت استفاده tDCS برای افراد دارای پروتزهای فلزی در سر و گردن و افرادی که تشنج دارند)، و ملاک خروج شامل: عدم تمایل به ادامه و غیبت در بیش از دو جلسه درمانی (به دلیل اهمیت مداومت، به‌خصوص در ۵ جلسه اول مداخله) بود.

به جهت رعایت اصول اخلاقی، در خصوص محرمانه بودن اطلاعات به نمونه‌های پژوهش اطمینان کامل داده شد.

ابزارها

آزمون IVA-2 (ساندفور و ترنر، ۱۹۹۴): این آزمون در سال ۱۹۹۴ توسط ساندفور و بینه ساخته شد که نسخه‌ی جدید آن (IVA-2) نیز بر اساس راهنمای تشخیصی و آماری اختلالات روانی ویراست پنجم طراحی شد (سندفورد، فاین و گلدمن[1]، ۱۹۹۵). این آزمون یک

1. Sandford, Fine & Goldman

تست سمعی–بصری ۱۳ دقیقه‌ای مداوم است که دو عامل اصلی یعنی کنترل واکنش و توجه را ارزیابی می‌کند.
این آزمون بین انواع مختلف توجه (توجه متمرکز، توجه پایدار، توجه متناوب و توجه تقسیم‌شده) تمایز قائل می‌شود. هدف از این آزمون ارزیابی مشاهده و توجه مداوم در فرد است. علاوه بر این، از این تست برای بررسی مشکلات و اختلالات دیگر مانند مشکلات خودکنترلی مرتبط با آسیب‌های سر، اختلالات خواب، افسردگی، اضطراب، ناتوانی‌های یادگیری، زوال عقل و سایر مشکلات پزشکی استفاده می‌شود. این آزمون برای افراد ۶ سال به بالا و بزرگ‌سالان قابل‌استفاده است. مدت‌زمان این آزمون (با احتساب قسمت آموزشی) حدود ۲۰ دقیقه می‌باشد.
تکلیف آزمون شامل پاسخ دادن یا عدم پاسخ دادن (ممانعت از پاسخ) به ۵۰۰ محرک آزمون است. هر محرک فقط برای یک و نیم ثانیه ارائه می‌شود. بنابراین، آزمون نیاز به حفظ توجه دارد (سیمانی، روزبه، رستمی و همکاران،۲۰۲۰). این آزمون چهار دسته اصلی شامل توجه، بازداری پاسخ، کیفیت یادگیری و خستگی ذهنی را اندازه‌گیری می‌کند. نمره‌گذاری این آزمون توسط رایانه انجام می‌شود. برش معیار برای نرمال بودن ۹۰، ۸۰ تا ۹۰ خفیف، ۷۰ تا ۸۰ متوسط و زیر ۷۰ شدید می‌باشد (سندفورد، فاین و گلدمن ،۱۹۹۵). سازندگان آن به ترتیب اعتبار ۰.۸۳، ۰.۸۱، ۰.۷۵، ۰.۷۸ را به دست آوردند. سیمانی، روزبه، رستمی، پاکدامن، رمضانی و اسداللهی (سیمانی، روزبه،رستمی و همکاران،۲۰۲۰) در مطالعه خود در ایران نشان دادند که این آزمون دارای حساسیت کافی (۹۲٪) و قدرت پیش‌بینی صحیح (۸۹٪) برای تشخیص صحیح توجه است.
همچنین در پژوهش آن‌ها اعتبار خرده‌آزمون‌های توجه، بازداری پاسخ، کیفیت یادگیری و خستگی ذهنی به ترتیب ۰/۹۱، ۰/۸۳، ۰/۸۴ و ۰/۷۸ به دست آمد. این اعداد نشان‌دهنده روایی مناسب نسخه فارسی است (جهانی، ناصحی، تهرانی‌دوست و همکاران، ۲۰۲۲).

آزمون IVA-2 برای ثبت حرکات ظریف دست و سنجش کنترل پاسخ نیز کاربرد دارد. یکی دیگر از مقیاس‌های موردسنجش آزمون کامپیوتری **IVA-2** مقیاس کنترل یا بازداری پاسخ است که با ثبت رفتارهای خارج از کار با ماوس، از جمله کلیک‌های متعدد، کلیک‌های خودبه‌خود در طول دوره‌های آموزش، کلیک‌های پیش‌بینی‌شده و پایین نگه‌داشتن دکمه ماوس، اطلاعات بیشتری را در این خصوص ثبت و ارائه می‌دهد. ضریب تنظیم حرکات ظریف دست با استفاده از دستگاه ورودی ماوس، فعالیت‌های حرکتی ظریف، کاذب، تکانشی و نامناسب را اندازه‌گیری می‌کند و خطاها در این مقیاس اولیه منعکس‌کننده مشکلات مربوط به خودکنترلی حرکتی ظریف در نظر گرفته می‌شوند (سندفورد، فاین و گلدمن ،۱۹۹۵).

روش اجرای مداخله تحریک فرا جمجمه‌ای: تحریک الکتریکی به‌وسیله دستگاه ActiveDose ساخت آمریکا انجام شد. در تحقیق حاضر از شدت‌جریان ۱/۵ میلی‌آمپر استفاده شد. الکترودها به مدت ۲۰ دقیقه به سر شرکت‌کننده وصل بود که به‌وسیله اسفنج‌های خیسانده در سرم آب‌نمک، جریان الکتریکی را به سر انتقال می‌داد. الکترودها بر اساس پروتکل درمانی ارائه شده، که به‌صورت نواحی موردنظر برای توجه و تمرکز و کنترل پاسخ تعیین‌شده‌اند جایگذاری شدند.
اما در پژوهش حاضر از یک روش ترکیبی استفاده شد که به‌صورت هم‌زمان هم توجه و هم مهارت حرکتی مورد هدف قرار داد. برای این منظور الکترود کاتُد روی شکنج پیش‌پیشانی تحتانی سمت راست در منطقه F_{p2} قرار گرفت و الکترود آنُد بر روی ناحیه حرکتی ثانویه سمت چپ C3 گذاشته شد و مداخله در ۱۵ جلسه ۲۰ دقیقه‌ای ارائه گردید (برونونی، نیچه و لو[1]،۲۰۱۶) که ۵ جلسه اول آن پشت سرهم و ۱۰جلسه پایانی با فاصله یک روز درمیان ارائه شد (برونونی و همکاران ،۲۰۱۶). روند مداخله به‌صورت کامل برای شرکت‌کنندگان توضیح داده شد و پس از کسب رضایت‌نامه کتبی، جریان مداخله اجرا شد.
همچنین داده‌ها در دو سطح آمار توصیفی (میانگین و انحراف معیار) و آمار استنباطی (تحلیل کوواریانس چندمتغیره) به‌وسیله نرم‌افزار spss 26 مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت.

نتایج

بر اساس یافته‌های توصیفی، مجموع هردو گروه ۲۰ نفر است که متشکل از ۱۲ دختر و ۸ پسر بود که در بازه سنی ۱۵ تا ۳۵ سال قرار داشتند و در دو سطح متوسط و پیشرفته در مسابقات شطرنج به رقابت می‌پرداختند. شاخص‌های توصیفی (میانگین و انحراف استاندارد) اندازه‌گیری متغیرها در دو گروه آزمایش و کنترل در جدول ۱ ارائه‌شده‌اند.

1. Brunoni, Nitsche & Loo

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد متغیرها در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون

Table 1: The mean and the standard deviation of variables in the pre-test and post-test stages

مؤلفه‌ها	گروه‌ها Group	تعداد n	پیش‌آزمون Pre-test		پس‌آزمون Post-test		میانگین سنی
			میانگین Mean	انحراف معیار SD	میانگین Mean	انحراف معیار SD	
توجه دیداری Visual Attention	آزمایش Experimental	۱۰	۵۸/۰۳	۳/۹۸	۶۳/۰۱	۳/۴۳	۲۵ سال
	کنترل Control	۱۰	۵۴/۰۱	۵/۱۸	۵۳/۸۸	۵/۶۰	۲۴ سال
کنترل پاسخ response control	آزمایش Experimental	۱۰	۶۴/۸۶	۸/۵۸	۶۶/۱۵	۸/۸۹	۲۵ سال
	کنترل Control	۱۰	۵۸/۰۶	۸/۰۱	۵۸/۰۰	۷/۶۷	۲۴ سال

داده‌های جدول ۱ نشان می‌دهد که در مرحله‌ی پس‌آزمون، نمرات میانگین گروه آزمایش در دو متغیر توجه دیداری و کنترل پاسخ افزایش داشته‌اند، درحالی‌که گروه کنترل در هر دو مرحله تغییری را نشان نمی‌دهد.

قبل از انجام تحلیل کوواریانس، مفروضه‌های مهم آن مورد بررسی قرار گرفتند. جهت بررسی نرمالیتی از آزمون شاپیرو ویلک استفاده شد و طبق نتایج، توزیع نمرات در متغیرهای وابسته طبیعی است. به‌منظور بررسی همگنی واریانس‌ها نیز از آزمون لوین استفاده شد و مفروضه‌ی همگنی واریانس‌ها نیز مورد تائید قرار گرفت. همچنین، به جهت بررسی مفروضه‌ی ماتریس کوواریانس–واریانس از آزمون ام باکس استفاده شد که سطح معناداری در نتایج آن بالاتر از ۰/۰۵ بود که نشان از برقراری این مفروضه دارد.

گزارش مفروضه همگنی شیب‌های رگرسیون برای هر متغیر نیز در جدول ۲ ارائه‌شده است. لازم به ذکر است در پژوهش حاضر، آزمون IVA (پیش‌آزمون) به‌عنوان کووریت در نظر گرفته‌شده است.

جدول۲. اثرات آزمون بین گروهی جهت بررسی همگنی شیب‌های رگرسیون

Table 2. Effects of between-group test to check the homogeneity of regression slopes

متغیر Variables		مجموع مجذورات SS	درجه آزادی df	میانگین مجذورات MS	آماره اف F	سطح معنی‌داری P
توجه دیداری Visual Attention	گروه	۴/۲۴۸	۱	۴/۲۴۸	۳/۴۷۹	۰/۰۸۱
	توجه دیداری پیش‌آزمون	۱۷۰/۸۸۲	۱	۱۷۰/۸۸۲	۱۳۹/۹۵۰	۰/۰۰۱
	گروه * توجه دیداری پیش‌آزمون	۱/۹۰۱	۱	۱/۹۰۱	۱/۵۵۷	۰/۲۳۰
	میزان خطا	۱۹/۵۳۶	۱۶	۱/۲۲۱		
	مجموع	۶۹۰۰۹/۸۳۰	۲۰			
کنترل پاسخ response control	گروه	۰/۳۱۴	۱	۰/۳۱۴	۰/۳۵۸	۰/۵۵۸
	کنترل پاسخ پیش‌آزمون	۳۵۴/۲۶۱	۱	۳۵۴/۲۶۱	۴۰۳/۶۳۴	۰/۰۰۱
	گروه * کنترل پاسخ پیش‌آزمون	۰/۰۳۹	۱	۰/۰۳۹	۰/۰۴۴	۰/۸۳۶
	میزان خطا	۱۴/۰۴۲	۱۶	۰/۸۷۸		
	مجموع	۷۸۴۸۴/۹۰۰	۲۰			

با توجه به جدول ۲، اثر تقابلی (گروه * توجه دیداری پیش‌آزمون) متغیرهای توجه دیداری و کنترل پاسخ معنادار نیستند (sig>۰/۰۵.) لذا مفروضه همگنی شیب‌های رگرسیون نیز برقرار است. بنابراین، با توجه به اینکه پیش‌فرض‌ها برقرار می‌باشند، استفاده از تحلیل کوواریانس چندمتغیره بلامانع بوده و نتایج آن در جدول ۳ ارائه‌شده است.

جدول۳. نتایج تحلیل کوواریانس چندمتغیره

Table 3. The results of the multivariate analysis of covariance (MANCOVA)

مؤلفه	منبع	مجموع مجذورات SS	درجه آزادی df	میانگین مجذورات MS	آماره اف F	سطح معنی‌داری P	مجذور اتا Eta
توجه دیداری Visual Attention	پیش‌آزمون	۱۸۸/۶۶۳	۱	۱۸۸/۶۶۳	۱۴۹/۶۱۱	۰/۰۰۱	۰/۸۹۸
	گروه	۲۴۰/۶۱۰	۱	۲۴۰/۶۱۰			
	خطا	۷۲/۱۰۱	۱۷	۴/۲۳۹	۵۶/۵۱۵	۰/۰۰۱	۰/۷۶۵
	کل	۶۹۰۰۹/۸۳۰	۲۰				
کنترل پاسخ response control	پیش‌آزمون	۴۱۳/۲۱۹	۱	۴۱۳/۲۱۹	۴۹۸/۸۶۹	۰/۰۰۱	۰/۹۶۷
	گروه	۱۵/۰۵۱	۱	۱۵/۰۵۱			
	خطا	۲۷/۱۵۰	۱۷	۱/۶۰۱	۹/۳۹۸	۰/۰۰۱	۰/۴۵۷
	کل	۷۸۴۸۴/۹۰۰	۲۰				

با توجه به نتایج ارائه‌شده در جدول ۳، بین میزان بهبود توجه دیداری و کنترل پاسخ، در دو گروه آزمایش و کنترل بعد از اعمال روش TDCS، تفاوت معنی‌داری مشاهده می‌شود. به‌عبارتی‌دیگر، روش TDCS، بر بهبود توجه دیداری و کنترل پاسخ تأثیر داشته است. با در نظر گرفتن مجذور اِتا، می‌توان گفت که ۷۶/۵ درصد این تغییرات مربوط به توجه دیداری و ۴۵/۷ درصد تغییرات مربوط به حرکات تکانشی دست (کنترل پاسخ) ناشی از تأثیر مداخله یا روش TDCS بوده است.

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر باهدف بررسی اثربخشی تحریک فرا جمجمه‌ای (tdcs) بر بهبود توجه دیداری و کنترل پاسخ ورزشکاران شطرنج‌باز انجام گرفت. بر اساس یافته‌ها و تحلیل‌های این پژوهش، تحریک فرا جمجمه‌ای مغز تأثیر مثبت و معناداری بر میزان توجه و کنترل پاسخ شطرنج‌بازان داشته است. اگرچه تحقیقات کمی در خصوص اثربخشی تحریک مغز در ورزشکاران شطرنج‌باز صورت گرفته است، اما تحقیقات داخلی و خارجی مؤید این تأثیرگذاری بوده‌اند.

در خصوص فرضیه اول تحقیق مبنی بر اثربخشی تحریک فرا جمجمه‌ای بر بهبود توجه دیداری، یافته‌های همسو به شرح زیر است. در تحقیق عموزاده، مرادی، زندی، رستمی و مقدم‌زاده (۲۰۲۱) که به بررسی اثربخشی تحریک فرا جمجمه‌ای بر توجه مداوم دیداری ورزشکاران دارای نقص توجه پرداختند، به این نتیجه رسیدند که اعمال تحریک جریان مستقیم فرا جمجمه‌ای بر بهبود توجه مداوم دیداری ورزشکار اثربخش بوده است.

در تحقیق مشابه دیگری، کیانی و درخشانی (۲۰۲۲) به اثربخشی نوروفیدبک بر دقت و تمرکز شطرنج‌بازهای حرفه‌ای شهر تبریز پرداختند و تحلیل داده‌ها نشان داد که با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، شرکت‌کنندگان گروه آزمایش از زمان واکنش و میزان خطای پایین‌تری (عملکرد بهتر) نسبت به شرکت‌کنندگان گروه ساختگی و شاهد برخوردار بودند و تحریک مغز توانسته بود تأثیر مثبتی بر عملکرد شطرنج‌بازان داشته باشد.

گینور، پرگولیزی، آلیسی و همکاران[1] (۲۰۲۰) در پژوهشی به بررسی تأثیر تحریک جریان مستقیم فرا جمجمه‌ای بر توجه پایدار پرداختند و به دنبال شواهدی برای امکان‌سنجی، تحمل‌پذیری و اثربخشی اولیه این رویکرد درمانی، به این نتیجه رسیدند که tDCS به‌عنوان

1. Gaynor, Pergolizzi, Alici

مداخله‌ای در دسترس و قابل‌قبول می‌تواند روشی مؤثر برای بهبود مشکلات توجه پایدار در بازماندگان مبتلابه اختلال عملکرد شناختی باشد.

در تبیین این نتایج می‌توان گفت، همان‌طور که پیش‌تر ذکر شد، توجه مستقیماً در موفقیت‌های ورزشی نقش دارد و تحت عنوان آمادگی روان‌شناختی، جزو یکی از چهار مهارت ورزشکاران موفق شناخته می‌شود.

برای داشتن آمادگی روان‌شناختی، یک ورزشکار ابتدا باید از توجه و تمرکز خوبی برخوردار باشد (بتواند ضمن تحلیل موقعیت، پایش رقیب و متمرکز بودن به هدف، به چند بُعد توجه داشته باشد و بیشترین امتیاز را در کمترین حرکت کسب کند). اما در این میان، گاهی ورزشکار دچار خطاهایی می‌شود که بیشتر از آنکه نشات‌گرفته از مهارت فنی پایین او باشد، ناشی از فقدان مهارت‌های ذهنی و آمادگی‌های روان‌شناختی او است (محمدباقر و همکاران، ۲۰۲۰).

از ملاک‌های داشتن این آمادگی، داشتن توجه پایدار است. همچنان که پیش‌تر نیز ذکر شـــد، توجه پایدار منعکس‌کننده حفظ توجه برای مدت‌زمانی طولانی است و موجب می‌شود شطرنج‌باز در خلال بازی، بر عوامل حواس‌پرت‌کننده درونی و بیرونی فائق آید و بر فعالیتی که انجام می‌دهد متمرکز بماند.

در همین راستا، با رجوع به هدف درمانی تحریک مغزی، فرض بر این است که تحریک مناطق مرتبط با توجه و تمرکز می‌تواند به بهبود مشکلات مطرح‌شده منجر گردد. نواحی پیش‌پیشانی راست و ناحیه خلفی جانبی پیشانی چپ، دو ناحیه از مغز هستند که در توجه نقش دارند.

قسمت پیش‌پیشانی راست بیشترین تأثیر را برای توجه دارد و قسمت ناحیه خلفی جانبی پیشانی چپ در مهار شناختی نقش دارد(برونونی و همکاران، ۲۰۱۶). با تحریک الکتریکی جمجمه در این مناطق، جریان خون در نواحی تحریک‌شده قشر مغز افزایش می‌یابد و این امر باعث بهبود عملکرد این نواحی می‌شود.

از طرفی، این روش آمادگی سلول‌های قسمت پیش‌پیشانی را جهت پتانسیل عمل بالا می‌برد و بدین ترتیب تغییراتی را در این قسمت از مغز به وجود می‌آورد. به‌عبارت‌دیگر، انعطاف‌پذیری سلول‌های عصبی جهت ایجاد پتانسیل عمل تحریک‌کنندگی را افزایش می‌دهد (مایر، ون‌در و هونیس، ۲۰۱۶).

در خصوص فرضیه دوم تحقیق مبنی بر اثربخشی تحریک فرا جمجمه‌ای مغز بر کنترل پاسخ شطرنج‌بازان، اگرچه پژوهشی که مستقیماً به ورزش شطرنج پرداخته باشد یافت نشد، اما تحقیقات در خصوص اثربخشی تحریک مغز و تأثیر آن بر کنترل پاسخ و مهار حرکتی که یکی از نشانگان خودکنترلی است، موجود است.

چن و همکاران (۲۰۲۱) در تحقیقی به بررسی اثربخشی درمان تحریک فرا جمجمه‌ای مغز در بهبود کنترل پاسخ پرداختند و به این نتیجه رسیدند که این شیوه درمانی، مهار پاسخ را بهبود می‌بخشد. شباهنگ و همکاران (۲۰۲۲) نیز در تحقیقی به بررسی اثربخشی تحریک مغزی بر کنترل پاسخ در بین ورزشکاران و غیر ورزشکاران پرداختند. یافته‌ها نشان داد که tDCS باعث بهبود عملکرد در وظایف مهاری و کنترل تداخل در ورزشکاران در مقایسه با غیر ورزشکاران بود.

آنگیوس، سانتارنچی و همکاران (۲۰۱۹) در تحقیق خود نشان دادند که تحریک فرا جمجمه‌ای مغز، کنترل پاسخ و عملکرد استقامتی را در افراد سالم بهبود می‌بخشد. مانارلی و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیقی که به بررسی تأثیر تحریک مغزی بر کنترل پاسخ انجام داده بودند به این نتیجه دست یافتند که تحریک قشر مخچه به دلیل اینکه هر دو قسمت توجه و کنترل پاسخ را هدف قرار می‌دهد، می‌تواند موجب بهبود این مهارت‌ها شود.

ویدلر و همکاران (۲۰۲۲) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند و اثربخشی تحریک فرا جمجمه‌ای بر بهبود کنترل مهاری را تائید کردند.

در تبیین این فرض می‌توان به مبنای اصلی این روش که به‌نوعی تغییرات مستقیمی در تحریک‌پذیری کورتکس ایجاد می‌کند، رجوع کرد. ازآنجایی‌که در این شیوه نواحی مخصوصی از مغز که مدنظر است، به‌صورت سریع، مستقیم و بی‌واسطه مورد تحریک قرار می‌گیرند، می‌توان اذعان داشت تحریـک الکتریکـی مسـتقیم فرا جمجمه‌ای نقش مهمی در اعمال شناختی از جمله کنترل پاسخ دارد و تحریک آندال این ناحیه موجب می‌شود تـا نورون‌هایـی کـه متناظـر بـا جریـان الکتریکـی هستند در طـول زمـان انباشته‌شده و منجـر بـــه شـــلیک بیشـتر شـــوند (مهرولی و همکاران، ۲۰۲۳).

همچنان که پیش‌تر نیز اشاره شد، جایگاه کنترل پاسخ نیز به‌مانند توجه در لب پیشانی قرار دارد و جزو عملکردهای اجرایی محسوب می‌شود و کنترل اطلاعات نامرتبط و مدیریت رفتار هدف را بر عهده دارد. لذا با تحریک این قسمت از مغز، میزان برانگیختگی و فعالیت مغز افزایش پیدا می‌کند و موجب ارتقا و یا بهبود مهارت کنترل پاسخ در ورزشکار خواهد شد.

اگرچه پرداختن به متغیری مانند کنترل پاسخ، در ورزش‌هایی که حرکتی هستند و عضلات درشت در آن درگیرند بیشتر موردتوجه قرارگرفته، اهمیت خودکنترلی حرکات دست که نقش مهمی در

موفقیت شطرنج‌باز دارد سهم کمی از این توجه و بررسی را داشته است (جزینی و شیخ، ۲۰۲۲) و به همین دلیل در این تحقیق موشکافانه به آن پرداخته‌شده است. حرکات دست به این دلیل حائز اهمیت‌اند که تفاوت‌های زیادی در افراد از لحاظ کنترل تکانه‌های حرکتی وجود دارد (لاگ،مانوی، نوس و همکاران ،۲۰۱۲) و تکانش–گری حرکتی، باعث بی‌دقتی در اجرای حرکات درست می‌شود (ووگان، هگیارت و همکاران ،۲۰۲۱) و این موضوع بر کیفیت و نتیجه بازی شطرنج‌بازان تأثیر دارد.

این پژوهش دارای محدودیت‌هایی بود که می‌توان به مواردی از قبیل عدم وجود مرحله‌ی پیگیری، دشواری جلب رضایت شطرنج‌بازان جهت شرکت در پژوهش و عدم همکاری برخی از آنان اشاره کرد. در این راستا، پیشنهاد می‌گردد که در تحقیقات آتی، مرحله‌ی پیگیری نیز لحاظ شده و ماندگاری این روش مورد بررسی قرار گیرد.

در نهایت، با توجه به اثربخشی و مفید بودن این روش، پیشنهاد می‌شود از درمان تحریک فرا جمجمه‌ای به‌عنوان درمانی مکمل برای افزایش بهره‌وری ورزشکاران شطرنج‌باز استفاده شود. تحریک فرا جمجمه‌ای مغز ممکن است ابزاری امیدوارکننده برای افزایش عملکرد یا تعدیل عملکردهای شناختی در ورزشکاران باشد (ماچادو و همکاران،۲۰۲۱) و بررسی اثربخشی این رویکرد درمانی و مکمل بر افزایش توجه موضوعی مهم برای توسعه استعدادیابی و بهبود عملکرد ورزشکاران است.

ملاحظات اخلاقی

جهت رعایت ملاحظات اخلاقی، ضمن تائید بر تمایل خود شرکت‌کنندگان به حضور در طرح پژوهشی، اطمینان محرمانه ماندن اطلاعات نیز به کلیه شرکت‌کنندگان داده شد.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در طراحی، اجرا و نگارش همه بخش‌های پژوهش حاضر مشارکت داشته‌اند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

پیشنهادات

–پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده، پیگیری‌های چندماهه، گروه کنترل فعال، کنترل متغیرهای مزاحم و سنجش عملکرد ورزشکاران بعد از دریافت تحریک فرا جمجمه‌ای مدنظر قرارگرفته شود.

–پیشنهاد می‌شود گروه کنترل به‌صورت پلاسیبو در نظر گرفته شود و الکترودها بدون اعمال جریان در نظر گرفته شود تا میزان اثربخشی مداخله مورد بررسی دقیق‌تر قرار گیرد.

–انجام پژوهش‌های مشابه بر روی رشته‌های ورزشی متفاوت جهت بررسی سایر عملکردهای اجرایی ورزشکاران.

– یکی از محدودیت‌های مهم این پژوهش، محدودیت جامعه آماری و کمبود تعداد افرادی بود که حاضر به مشارکت در جریان مداخله بودند. به همین منظور اجباراً از دو جنسیت و با سطوح متفاوت مهارتی دعوت به همکاری و شرکت در پژوهش شد، درحالی‌که جنسیت و سطح مهارتی آن‌ها در پژوهش عامل مدنظر برای سنجش و بررسی نبود. لذا پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی فاکتورهای ذکرشده لحاظ شوند.

–در دسترس بودن نمونه از دیگر محدودیت‌های این پژوهش بود و پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده از شیوه‌های معتبرتری استفاده شود.

تشکر و قدردانی

در پایان سپاسگذار و قدردان هیئت شطرنج مهاباد و ورزشکارانی هستیم که در این پژوهش شرکت کردند.

منابع

1. Aiken, C. A., & Becker, K. A. (2023). Utilising an internal focus of attention during preparation and an external focus during execution may facilitate motor learning. *European journal of sport science*, *23*(2), 259-266.
2. Alipour, Ahmad. (2011). Neuropsychology Introduction Book. Tehran: Payam Nour University. Payam Nour Publications(Persian)
3. Angius, L., Santarnecchi, E., Pascual-Leone, A., & Marcora, S. M. (2019). Transcranial direct current stimulation over the left dorsolateral prefrontal cortex improves inhibitory control and endurance performance in healthy individuals. Neuroscience, 419, 34-45.

4. Amouzadeh, F., Moradi, H., Gharayagh Zandi, H., Rostami, R., & Moghadamzadeh, A. (2022). Impact of transcranial direct current stimulation (tDCS) on the visual sustain attention of ADHD student-athletes. Journal of Sports and Motor Development and Learning, 14(2), 17-33.(Persian.)
5. Amini, D., Almasi, M., & Noroozi Homayoon, M. (2022). Effectiveness of sensory-motor integration exercises and computerized cognitive rehabilitation on executive functions (working memory, response inhibition and cognitive flexibility) in children with Attention Deficit/Hyperactivity Disorder. Empowering Exceptional Children, 13(2), 95-79.
6. Ayache, S. S., & Chalah, M. A. (2020). Transcranial Direct Current Stimulation and Migraine. The Beginning of a Long Journey. Journal of Clinical Medicine, 9(4), 1194. https://doi.org/10.3390/jcm9041194
7. Barkley, R. A. (1997). ADHD and the nature of self-control. Guilford press.
8. Besharat, M. A., Ghahramani, M. H., & Ahmadi, N. (2013). Athletics impulsively traits: A comparison between contact and noncontact sports. Research in Sport Management and Motor Behavior, 3(5), 13-23.
9. Brunoni, A., Nitsche, M., & Loo, C. (2016). Transcranial direct current stimulation in neuropsychiatric disorders. Cham, CH: Springer International Publishing.
10. Brimmell, J., Edwards, E. J., & Vaughan, R. S. (2022). Executive function and visual attention in sport: a systematic review. International Review of Sport and Exercise Psychology, 1-34.
11. Chen, T., Wang, H., Wang, X., Zhu, C., Zhang, L., Wang, K., & Yu, F. (2021). Transcranial direct current stimulation of the right dorsolateral prefrontal cortex improves response inhibition. International Journal of Psychophysiology, 162, 34-39.
12. Etaati, Z., Gharayagh Zandi, H., & Bahrami, A. (2021). The effect of attentional focus skills training on flow of basketball players. Iranian Journal of Motor Behavior and Sport Psychology, 1(2), 11-20.
13. Gao Q, Chen W, Wang Z, Lin D. (2019)Secret of the Masters: Young Chess Players Show Advanced Visual Perspective Taking. Front Psychol. Oct 24;10:2407. doi: 10.3389/fpsyg.2019.02407. PMID: 31708844; PMCID: PMC6821682.
14. Giordano, J., Bikson, M., Kappenman, E. S., Clark, V. P., Coslett, H. B., Hamblin, M. R & Calabrese, E. (2017). Mechanisms and effects of transcranial direct current stimulation. Dose-Response, 15(1), 1559325816685467.
15. Gaynor, A. M., Pergolizzi, D., Alici, Y., Ryan, E., McNeal, K., Ahles, T. A., & Root, J. C. (2020). Impact of transcranial direct current stimulation on sustained attention in breast cancer survivors: Evidence for feasibility, tolerability, and initial efficacy. Brain stimulation, 13(4), 1108-1116.
16. Jin, P., Li, X., Ma, B., Guo, H., Zhang, Z., & Mao, L. (2020). Dynamic visual attention characteristics and their relationship to match performance in skilled basketball players. PeerJ, 8, e9803.
17. Jahani, M., Nasehi, M., Tehrani-Doost, M., Harirchian, M. H., & Zarrindast, M. (2022). Investigating the Effect of Anodal tDCS on Sustained Attention in Patients with MS. *Journal of Cognitive Psychology*.
18. Jazini, F., & Sheikh, M. (2022). the Effect of Transcranial Direct Electrical Stimulation (tDCS) of the Visual Cortex on the Acquisition and Persistence of Motor Performance and Working Memory in Children with Developmental Coordination Disorders. Neuropsychology, 8(2), 59-72.
19. KIYANI, R., & DERAKHSHANI, E. (2022). Investigating the effect of Neurofeedback Training on the accuracy and Concentration of professional chess players. *Journal of Sport Management and Motor Behavior*, *18*(36), 34-17. (Persian).
20. Keller, A. S., Leikauf, J. E., Holt-Gosselin, B., Staveland, B. R., & Williams, L. M. (2019). Paying attention to attention in depression. Translational psychiatry, 9(1), 279.

21. Kavianpour, F., Malekpour, M., & A'bedi, A. (2013). Efficacy of executive functions training (response inhibition) on the rate of impulsivity in preschool children with developmental coordination disorder: Single-subject research. Archives of Rehabilitation, 14(1), 70-80.
22. Ke, L., Lanlan, Z., Jian, Z., & Jianing, W. (2021). Comparison of open-skill and closed-skill exercises in improving the response inhibitory ability of the elderly: a protocol for a randomised controlled clinical trial. BMJ open, 11(11), e051966.
23. Louedec, J. L., Guntz, T., Crowley, J. L., & Vaufreydaz, D. (2019, June). Deep learning investigation for chess player attention prediction using eye-tracking and game data. In Proceedings of the 11th ACM Symposium on Eye Tracking Research & Applications (pp. 1-9).
24. Lage, G. M., Malloy-Diniz, L. F., Neves, F. S., de Moraes, P. H. P., & Corrêa, H. (2012). A kinematic analysis of the association between impulsivity and manual aiming control. Human movement science, 31(4), 811-823.
25. Luna, F. G., Román-Caballero, R., Barttfeld, P., Lupiáñez, J., & Martín-Arévalo, E. (2020). A High-Definition tDCS and EEG study on attention and vigilance: Brain stimulation mitigates the executive but not the arousal vigilance decrement. Neuropsychologia, 142, 107447.
26. Labree, B., Hoare, D. J., Gascoyne, L. E., Scutt, P., Del Giovane, C., & Sereda, M. (2022). Determining the effects of transcranial direct current stimulation on tinnitus, depression, and anxiety: a systematic review. Brain Sciences, 12(4), 484.
27. Mohammadbagher, A., mohammadifar, M., aminbidokhti, A., & izanloo, B. (2020). Success factors of professional chess players: the role of brain's executive functions considering the mediating role of resiliency. Journal of Psychological Science. 19(89), 579-591.
28. Mannarelli, D., Pauletti, C., Petritis, A., Delle Chiaie, R., Currà, A., Trompetto, C., & Fattapposta, F. (2020). Effects of cerebellar tDCS on inhibitory control: evidence from a go/NoGo task. The Cerebellum, 19, 788-
29. Mehrvali, F., Atash Afrouz, A., & Omidian, M. (2023). Comparison of the Effectiveness of Transcranial Direct Current Stimulation and Sensorimotor Integration on Executive Functions) Cognitive Flexibility and Response Inhibition (of Students with Specific Learning Disabilities. Journal of Learning Disabilities, 12(4), 114-99.
30. Machado, S., Travassos, B., Teixeira, D. S., Rodrigues, F., Cid, L., & Monteiro, D. (2021). Could tDCS be a potential performance-enhancing tool for acute neurocognitive modulation in eSports? A perspective review. International Journal of Environmental Research and Public Health, 18(7), 3678.
31. Nejati M, Nejati V. (2012).Frontal lobe function in chess players. Acta Med Iran. 2012;50(5):311-4. PMID: 22837083.
32. Oliveira, P., Barbosa, M. Z., Thome-Souza, S., Razza, L. B., Gallucci-Neto, J., Valiengo, L. D. C. L., & Brunoni, A. R. (2021). Transcranial direct current stimulation (tDCS) in the management of epilepsy: A systematic review. Seizure, 86, 85-95.
33. Shahhosseini, M., Sabahi, P., Makvand Hosseini, S., & Golmohammadi, B. (2020). Effectiveness of mindfulness sport performance enhancement (MSPE) on attention, planning and sport performance of elite Judoka. *Shenakht Journal of Psychology and Psychiatry*, *7*(2), 37-52. (Persian)
34. Seymour, K. E., Mostofsky, S. H., & Rosch, K. S. (2016). Cognitive load differentially impacts response control in girls and boys with ADHD. Journal of abnormal child psychology, 44, 141-154.
35. Sharifmusavi, F.(2022). The Relationship Between Executive Functions with Family cohesion, Positive Youth Development and Emotional Maturity among Adolescence: The Mediating Role of Emotional Regulation. Journal title, 10 (2) , 101-118 URL: http://jcp.khu.ac.ir/article-1-3489-fa.html

36. Sandford, J. A., Fine, A. H., & Goldman, L. (1995). A comparison of auditory and visual processing in children with ADHD using the IVA Continuous Performance Test. In annual convention of CHADD, Washington, DC.
37. Simani, L., Roozbeh, M., Rostami, M., Pakdaman, H., Ramezani, M., & Asadollahi, M. (2020). Attention and inhibitory control deficits in patients with genetic generalized epilepsy and psychogenic nonepileptic seizure. Epilepsy & Behavior, 102, 106672.
38. Shabahang, A., Abedanzadeh, R., & Ramezanzadeh, H. (2022). The Effect of Transcranial Direct Current Stimulation on Inhibitory Control and interference Control in Athletes and Non-athletes. Polish Psychological Bulletin, 184-192.
39. Thomson, P., Vijayakumar, N., Johnson, K. A., Malpas, C. B., Sciberras, E., Efron, D., Hazell, P., & Silk, T. J. (2020). Longitudinal trajectories of sustained attention development in children and adolescents with ADHD. *Journal of Abnormal Child Psychology*, *48*(12), 1529–1542. https://doi.org/10.1007/s10802-020-00698-5
40. Vaughan, R. S., Hagyard, J. D., Brimmell, J., & Edwards, E. J. (2021). The effect of trait emotional intelligence on working memory across athletic expertise. Journal of Sports Sciences, 39(6), 629-637.
41. Vaughan, R. S., & Laborde, S. (2021). Attention, working-memory control, working-memory capacity, and sports performance: The moderating role of athletic expertise. European journal of sports science, 21(2), 240-249.
42. Weidler, C., Habel, U., Wallheinke, P., Wagels, L., Hofhansel, L., Ling, S., ... & Clemens, B. (2022). Consequences of prefrontal tDCS on inhibitory control and reactive aggression. Social cognitive and affective neuroscience, 17(1), 120-130.
43. Wimmer, R. D., Schmitt, L. I., Davidson, T. J., Nakajima, M., Deisseroth, K., & Halassa, M. M. (2015). Thalamic control of sensory selection in divided attention. Nature, 526(7575), 705-709.
44. Wu, C. H., Nien, J. T., Lin, C. Y., Nien, Y. H., Kuan, G., Wu, T. Y., ... & Chang, Y. K. (2021). Relationship between mindfulness, psychological skills, and mental toughness in college athletes. International journal of environmental research and public health, 18(13), 6802.