



The Effect of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on Decision-Making of Skilled Futsal Players Under Psychological Pressure

Mohammad Hosein Derakhshani¹ , Mehdi Shahbazi^{2✉} , Elahe Arab Ameri³ , Shahzad Tahmasebi Boroujeni⁴ ,
Elham Hatami Shahmir⁵

1. Ph.D. in Motor Learning, Department of Sport Behavioral and Cognitive Sciences, Faculty of Sport Sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: mh.derakhshani@yahoo.com
2. Professor, Department of Sport Behavioral and Cognitive Sciences, Faculty of Sport Sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: shahbazimehdi@ut.ac.ir
3. Professor, Department of Sport Behavioral and Cognitive Sciences, Faculty of Sport Sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: eameri@ut.ac.ir
4. Professor, Department of Sport Behavioral and Cognitive Sciences, Faculty of Sport Sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: shahzadtahmaseb@ut.ac.ir
5. Assistant Professor, Department of Sport Behavioral and Cognitive Sciences, Faculty of Sport Sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: ehatamishahmir@yahoo.com

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article history:

Received 11 July 2025
Received in revised form 11
March 2026
Accepted 22 May 2026
Published Online 23 August
2026

Keywords:

transcranial Direct Current
Stimulation (tDCS),
sports decision-making,
psychological pressure,
futsal,
cognitive performance.

ABSTRACT

Background: Psychological pressure can influence athletes' decision-making by shifting attention and increasing concerns about performance and evaluation by others. Despite the growing use of transcranial direct current stimulation (tDCS) in sports research, evidence regarding its effects on decision-making speed and accuracy in futsal players under different psychological pressure conditions remains limited.

Aims: This study investigated the effects of tDCS on decision-making speed and accuracy in skilled futsal players under different psychological pressure conditions.

Methods: A pretest–posttest controlled-group design was used. Twenty male futsal players aged 18–28 years, competing in the Premier League and having 3–5 years of league experience, voluntarily participated in the study. Participants were randomly assigned to either the active tDCS or control (sham stimulation) group. Anodal tDCS was applied with the anode positioned over F3 and the cathode over F4 at 1 mA for 20 minutes. Following the intervention, decision-making speed and accuracy were assessed using a researcher-developed futsal-specific decision-making software under four conditions: pretest, neutral, outcome pressure, and monitoring pressure. Heart rate was also recorded as a secondary physiological measure throughout the experimental conditions.

Results: The mixed ANOVA showed a significant main effect of assessment condition on total response time, with response time decreasing under the outcome-pressure condition compared with pretest. However, neither the main effect of group nor the group × condition interaction was significant. For decision-making accuracy, significant main effects of assessment condition and group, as well as a significant group × condition interaction, were observed. Follow-up comparisons showed that decision-making accuracy in the tDCS group was higher under the neutral, outcome-pressure, and monitoring-pressure conditions than at pretest. In addition, a significant between-group difference was observed under the monitoring-pressure condition. Heart rate also increased significantly in both groups under the outcome-pressure and monitoring-pressure conditions compared with pretest.

Conclusion: The findings suggest that tDCS may improve athletes' decision-making performance by increasing decision-making accuracy, particularly under monitoring pressure, and may be considered as a potential strategy for enhancing decision-making under pressure.

Citation: Derakhshani, M.H., Shahbazi, M., Arab Ameri, E., Tahmasebi Boroujeni, Sh., & Hatami Shahmir, E. (2026). The effect of transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on decision-making of skilled futsal players under psychological pressure. *Journal of Psychological Science*, 25(162), 1-17. [10.66224/jps.25.162.1](https://doi.org/10.66224/jps.25.162.1)

Journal of Psychological Science, Vol. 25, No. 162, 2026

© The Author(s). DOI: [10.66224/jps.25.162.1](https://doi.org/10.66224/jps.25.162.1)



✉ **Corresponding Author:** Mehdi Shahbazi, Professor, Department of Sport Behavioral and Cognitive Sciences, Faculty of Sport Sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran.

E-mail: shahbazimehdi@ut.ac.ir, Tel: (+98) 9122096299

Extended Abstract

Introduction

Psychological pressure is an inseparable component of competitive sport, particularly at elite levels, and can substantially affect athletes' mental health and performance (Didymus et al., 2021). In critical situations, athletes may experience a sudden and marked decline in performance despite possessing the requisite abilities, a phenomenon referred to as choking under pressure (Mesagno et al., 2024; Li et al., 2024). In such circumstances, attention shifts away from task-relevant cues toward task-irrelevant concerns, such as worries about performance and its potential consequences (Roberts et al., 2019). Pressure may arise from the importance of the outcome, performance expectations, evaluation by spectators and observers, or a team's competitive standing (Tanaka & Sekiya, 2010; Kinrade et al., 2015). Baumeister's self-focus model, Lewis and Linder's distraction model, and Wang's developmental model explain this phenomenon in terms of excessive self-focused attention, working-memory interference, and different choking mechanisms in novice versus expert athletes, respectively (Baumeister & Showers, 1986; Lewis & Linder, 1997; Wang, 2002).

Accurate and timely decision-making is a fundamental cognitive capacity for achieving elite sport performance. In team sports, however, it is a demanding and multidimensional process because athletes must contend with numerous cues, complex interactions, nonlinear relationships, and substantial psychological and physical pressures (Hautemiers et al., 2021; McMahon, 2007). This process involves perceiving and interpreting environmental information and selecting an appropriate response; depending on the type and speed of the decision, visual, frontal, and parietal brain regions may be involved (Vickers & Lewinski, 2012). Evidence suggests that high mental pressure can reduce decision-making speed among young elite athletes (Parkin & Walsh, 2017). Accordingly, researchers have investigated interventions such as enhanced expectations, emotion-regulation strategies, coping strategies, and transcranial direct current stimulation

(tDCS) to maintain and improve performance under pressure (Kent et al., 2018; Lochirzo et al., 2018).

Transcranial direct current stimulation (tDCS) is a noninvasive technique that modulates cortical excitability in a polarity-dependent manner and may enhance neurocognitive performance. By delivering a weak electrical current and altering neuronal membrane potentials, tDCS may modulate synaptic transmission and neural activity. Previous evidence has indicated beneficial effects of tDCS on basketball players' shooting and dribbling accuracy, sitting volleyball players' serve accuracy and visual-search performance, as well as decision-making and visual attention (Valdema et al., 2022; Honarmand et al., 2022; Ghaeibzadeh et al., 2023; Costa Leal et al., 2022; Rocha et al., 2020). Nevertheless, findings concerning its effects on cognitive and psychomotor performance remain inconsistent (Figeys et al., 2021; Harris et al., 2019). Given the central role of decision-making in futsal, which requires rapid and accurate choices such as passing, shooting, and dribbling (Coutinho et al., 2018), and the scarcity of research on the effectiveness of tDCS under psychologically pressurized conditions in this sport, the present study aimed to examine the effects of tDCS on decision-making among skilled male futsal players across different psychological-pressure conditions.

Method

The study employed a randomized, sham-controlled, parallel-group experimental design with a 2×4 mixed factorial structure. Stimulation group was the between-subjects factor, comprising an active tDCS group and a sham-control group, whereas assessment condition was the within-subjects factor, comprising pre-test, neutral, outcome-pressure, and monitoring-pressure conditions. Twenty male futsal players competing in the Premier League were included in the final analysis, with 10 participants assigned to each group. Participants were aged 18–28 years and had 3–5 years of Premier League futsal experience. Additional eligibility criteria included being right-handed and right-footed, having no history of neurological or cognitive disorders, and not using medications that could affect cognitive performance. All participants provided written informed consent before participation.

Active stimulation was administered using a NEUROSTIM2 tDCS device. The active protocol delivered a current of 1 mA for 20 minutes, including 30-second ramp-up and ramp-down periods. The anodal electrode was positioned at F3 and the cathodal electrode at F4, according to the international 10–20 electrode-placement system. Importantly, the F3–F4 configuration was treated as the scalp montage used in the study rather than as evidence of stimulation of a specific cortical structure, because neuroimaging-guided localization or neuronavigation was not employed. Heart rate was continuously recorded during the experimental assessments using a biofeedback device.

The sham-control procedure was designed to replicate the experimental experience without delivering continuous stimulation. Participants in the sham group underwent the same electrode-placement and device-connection procedures and remained connected to the device for the same duration. Electrical current was delivered only during the initial 30 seconds and final 30 seconds, with no current delivered during the intervening period. Participants were blinded to their stimulation condition and were not informed whether they had received active or sham stimulation. Group allocation was also blinded during the primary statistical analyses.

Decision-making performance was assessed using a futsal-specific decision-making speed and accuracy software containing 70 third-person-perspective images selected from Asian Championships and FIFA Futsal World Cup matches by national football experts and specialists. Participants were required to identify the best response to each game situation, with response options including dribbling, shooting, and passing. The software had previously demonstrated acceptable validity, with correlation coefficients of $r = .87$ for total response time and $r = .78$ for decision-making accuracy. Reported test–retest reliability coefficients were $r = .82$ for total response time and $r = .73$ for decision-making accuracy.

Before the experimental assessments, participants completed a five-image familiarization phase. They subsequently completed 20 randomly selected trials in each of the four assessment conditions. During the pre-test, participants were instructed to select the

fastest and most accurate response to each futsal situation. The neutral condition involved completing the same decision-making task without additional pressure manipulation. In the outcome-pressure condition, participants were informed that they would receive a reward if they answered all questions correctly, thereby increasing the perceived consequences of performance. In the monitoring-pressure condition, participants performed while being observed by several evaluators and were informed that a video recording of their performance would be shown to the national team coach, thereby increasing perceived social evaluation. The order of the three post-intervention conditions was randomized for each participant.

The primary behavioral outcomes were total response time, representing decision-making speed, and percentage of correct responses, representing decision-making accuracy. Baseline differences between groups were examined using independent-samples t tests. The primary outcomes were analyzed using a 2×4 mixed-design ANOVA, with stimulation group as the between-subjects factor and assessment condition as the within-subjects factor. Significant effects were followed by pairwise comparisons with Bonferroni adjustment. Homogeneity of variance was examined using Levene's test. Heart rate was analyzed separately as a secondary physiological measure using Friedman tests for within-group comparisons and Mann–Whitney U tests for between-group comparisons. Statistical significance was set at $p < .05$, and partial eta squared (η^2) was reported as the effect size for ANOVA effects.

Results

Baseline comparisons indicated no significant between-group differences in total response time, $t(18) = 1.58$, $p = .130$, or decision-making accuracy, $t(18) = -2.03$, $p = .057$. The mixed-design ANOVA for total response time revealed a significant main effect of assessment condition, $F(3, 54) = 4.93$, $p = .004$, $\eta^2 = .215$. However, neither the main effect of stimulation group, $F(1, 18) = 0.07$, $p = .790$, $\eta^2 = .004$, nor the group $\times$ condition interaction, $F(3, 54) = 1.98$, $p = .127$, $\eta^2 = .090$, was significant (Table 1). Follow-up pairwise comparisons showed that total response time was significantly lower under outcome

pressure than at pre-test (41.43 vs. 45.64 s, $p = .021$). No other pairwise comparisons reached statistical significance. These findings indicate that decision-making speed varied across assessment conditions

but that the active tDCS group did not demonstrate a significant overall speed advantage relative to sham stimulation.

Table1. Results of the Mixed-Design Analysis of Variance for Total Decision-Making Response Time and Percentage of Correct Responses

Dependent Variable	Source of Variation	df	F	p	Partial Eta Squared (η^2)
Total response time (s)	Condition	(3, 54)	4.93	.004	.215
	Condition $\times$ Group	(3, 54)	1.98	.127	.090
	Group	(1, 18)	0.07	.790	.004
Percentage of correct responses	Condition	(3, 54)	3.18	.031	.150
	Condition $\times$ Group	(3, 54)	4.50	.007	.200
	Group	(1, 18)	5.33	.033	.220

For decision-making accuracy, significant main effects were observed for assessment condition, $F(3, 54) = 3.18$, $p = .031$, $\eta^2 = .150$, and stimulation group, $F(1, 18) = 5.33$, $p = .033$, $\eta^2 = .220$. Importantly, the group $\times$ condition interaction was also significant, $F(3, 54) = 4.50$, $p = .007$, $\eta^2 = .200$, indicating that the pattern of accuracy across the four assessment conditions differed between the active tDCS and sham groups. Within the active tDCS group, accuracy was significantly higher under the neutral ($p = .033$), outcome-pressure ($p = .001$), and monitoring-pressure ($p < .001$) conditions than at pre-test. The clearest direct between-group difference was observed under monitoring pressure, where the active tDCS group demonstrated higher accuracy than the sham group (78.5% vs. 69.0%, $p = .005$). Importantly, the significant interaction should not be interpreted as evidence that tDCS produced an equivalent accuracy improvement across all three post-test conditions; rather, the direct between-group advantage was specifically demonstrated under monitoring pressure. Heart rate showed a different pattern. Friedman tests demonstrated significant differences across assessment conditions in both the active tDCS group, $\chi^2(3) = 15.619$, $p < .001$, and the sham group, $\chi^2(3) = 22.76$, $p < .001$. In both groups, heart rate was significantly higher under outcome pressure and monitoring pressure than at pre-test, whereas the neutral condition did not differ significantly from pre-test. Between-group Mann–Whitney U tests revealed no significant differences in heart rate between the active and sham groups at pre-test ($U = 63.5$, $p = .30$),

monitoring pressure ($U = 59.5$, $p = .47$), outcome pressure ($U = 73.0$, $p = .08$), or neutral conditions ($U = 61.0$, $p = .40$). Thus, both pressure manipulations were associated with increased physiological arousal, but this response did not differ significantly according to stimulation group.

Conclusion

The findings indicate that the behavioral effects associated with the present tDCS protocol were not uniform across decision-making dimensions or psychological contexts. Decision-making speed varied significantly across assessment conditions, with a significant reduction in total response time under outcome pressure compared with pre-test. However, the absence of a significant stimulation-group effect and group $\times$ condition interaction indicates that this change in response speed cannot be attributed specifically to active tDCS. One possible interpretation is that outcome pressure increased motivation or effort, thereby facilitating faster responses in this task, although the present experimental design cannot establish the underlying mechanism.

In contrast, decision-making accuracy demonstrated a significant group-dependent pattern. Participants receiving active tDCS showed higher accuracy than at pre-test under neutral, outcome-pressure, and monitoring-pressure conditions, while the clearest direct advantage relative to sham stimulation occurred under monitoring pressure. This pattern suggests a condition-specific behavioral advantage

rather than a uniform enhancement of decision-making accuracy across all pressure contexts. The findings therefore indicate that the potential behavioral effects associated with this tDCS protocol may depend on both the performance dimension being assessed and the psychological context in which the task is performed.

The heart-rate findings further demonstrate that the experimental pressure manipulations were associated with increased physiological arousal. Both outcome pressure and monitoring pressure produced significant increases in heart rate relative to pre-test in both stimulation groups. However, the absence of significant between-group differences in heart rate indicates that the accuracy advantage observed under monitoring pressure cannot be explained by a corresponding difference in this physiological measure.

Overall, the study provides evidence that a single session of tDCS may be associated with context-dependent changes in decision-making performance among skilled male futsal players, with the most evident direct behavioral advantage occurring for decision-making accuracy under monitoring pressure. Nevertheless, the findings should be interpreted cautiously because the study involved a relatively small sample of 20 participants, used a simulated decision-making task rather than an actual competitive environment, and employed a fixed F3–F4 scalp montage without neuroimaging-guided localization. Furthermore, cortical activity was not directly measured, meaning that the behavioral effects cannot be attributed to modulation of the DLPFC, primary motor cortex, or another specific cortical region. Future research should use larger samples, compare alternative stimulation montages, employ neuroimaging-guided localization when a specific cortical target is intended, and examine behavioral outcomes alongside complementary physiological and neural measures in more ecologically valid competitive settings.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines: This article was derived from the first author's doctoral dissertation in Motor Learning at the Faculty of Sport Sciences and Health, University of Tehran. The study was approved by the Ethics Committee in Research

of the Faculty of Sport Sciences and Health, University of Tehran, under ethics code IR.UT.SPORT.REC.1403.049, on July 7, 2024. The necessary permissions to conduct the study were obtained from the University. Data collection commenced after participants had completed and signed an informed consent form. All participants were assured that their information would remain confidential and that the findings would be reported without disclosing any personally identifiable information.

Funding: This research received no financial support.

Authors' contribution: This article was extracted from a doctoral dissertation in Motor Learning. The first author conducted the doctoral research. The second and third authors served as the first and second supervisors, respectively, while the fourth and fifth authors contributed as the first and second advisors, respectively.

Conflict of interest: The authors declare that there are no conflicts of interest associated with the findings of this study.

Acknowledgments: The authors sincerely thank all individuals who participated in this study.



تأثیر تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز (tDCS) بر تصمیم‌گیری فوتسالیست‌های ماهر تحت شرایط فشار روانشناختی

محمد حسین درخشانی^۱، مهدی شهبازی^۲✉، الهه عرب‌عامری^۳، شهزاد طهماسبی بروجنی^۴، الهام حاتمی شاه‌میر^۵

۱. دکتری یادگیری حرکتی، گروه علوم رفتاری و شناختی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: mh.derakhshani@yahoo.com

۲. استاد، گروه علوم رفتاری و شناختی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: shahbazimehdi@ut.ac.ir

۳. استاد، گروه علوم رفتاری و شناختی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: eameri@ut.ac.ir

۴. استاد، گروه علوم رفتاری و شناختی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: shahzadtahmaseb@ut.ac.ir

۵. استادیار، گروه علوم رفتاری و شناختی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: ehatamishahmir@yahoo.com

چکیده

مشخصات مقاله

نوع مقاله:

پژوهشی

تاریخچه مقاله:

دریافت: ۱۴۰۴/۰۴/۲۰

بازنگری: ۱۴۰۴/۱۲/۲۰

پذیرش: ۱۴۰۵/۰۳/۰۱

انتشار برخط: ۱۴۰۵/۰۶/۰۱

کلیدواژه‌ها:

تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز (tDCS)، تصمیم‌گیری ورزشی، فشار روانی، فوتسال، عملکرد شناختی.

زمینه: فشار روان‌شناختی می‌تواند با تغییر توجه و افزایش نگرانی درباره عملکرد و ارزیابی دیگران، تصمیم‌گیری ورزشکاران را تحت تأثیر قرار دهد. با وجود کاربرد روزافزون تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای (tDCS) در پژوهش‌های ورزشی، شواهد درباره تأثیر آن بر سرعت و دقت تصمیم‌گیری فوتسالیست‌ها در شرایط مختلف فشار روان‌شناختی محدود است.

هدف: این پژوهش به بررسی تأثیر (tDCS) بر سرعت و دقت تصمیم‌گیری فوتسالیست‌های ماهر در شرایط مختلف فشار روانی می‌پردازد.

روش: برای پژوهش حاضر طرح پیش‌آزمون - پس‌آزمون و گروه کنترل به کار گرفته شد. ۲۰ فوتسالیست مرد ۱۸ تا ۲۸ ساله شاغل در لیگ برتر با ۳ تا ۵ سال سابقه حضور در لیگ به صورت داوطلبانه در پژوهش شرکت کردند. آزمودنی‌ها به‌طور تصادفی در یکی از دو گروه آزمایشی tDCS یا کنترل (تحریک شم) قرار گرفتند. تحریک tDCS آندی با قرارگیری الکترود آند در F3 و الکترود کاتد در F4، با شدت ۱ میلی‌آمپر به مدت ۲۰ دقیقه اعمال شد. پس از دریافت مداخله، سرعت و دقت تصمیم‌گیری با استفاده از نرم‌افزار اختصاصی محقق ساخته تصمیم‌گیری فوتسال در چهار وضعیت پیش‌آزمون، شرایط خنثی، فشار پیامد و فشار نظارت ارزیابی شدند. ضربان قلب نیز به‌عنوان یک شاخص فیزیولوژیک ثانویه در طول شرایط آزمایشی ثبت شد.

یافته‌ها: تحلیل واریانس مرکب نشان داد که اثر اصلی شرایط ارزیابی بر زمان کل پاسخ معنادار بود؛ به‌طوری‌که زمان پاسخ در شرایط فشار پیامد در مقایسه با پیش‌آزمون کاهش یافت. باین‌حال، نه اثر اصلی گروه و نه اثر متقابل گروه در شرایط معنادار نبود. در مورد دقت تصمیم‌گیری، اثرهای اصلی معنادار برای شرایط ارزیابی و گروه و همچنین اثر متقابل معنادار گروه در شرایط مشاهده شد. مقایسه‌های پیگیری نشان دادند که دقت تصمیم‌گیری در گروه tDCS در شرایط خنثی، فشار پیامد و فشار نظارت در مقایسه با پیش‌آزمون بالاتر بود؛ همچنین، در شرایط فشار نظارت تفاوت معناداری بین دو گروه مشاهده شد. ضربان قلب نیز در هر دو گروه، در شرایط فشار پیامد و فشار نظارت در مقایسه با پیش‌آزمون به‌طور معناداری افزایش یافت.

نتیجه‌گیری: نتایج حاکی از آن است که tDCS ممکن است با افزایش دقت تصمیم‌گیری، به ویژه در شرایط فشار نظارت، عملکرد تصمیم‌گیری ورزشکاران را بهبود بخشد و می‌تواند به‌عنوان یک راهکار مؤثر برای بهبود تصمیم‌گیری در شرایط فشار مورد توجه قرار گیرد.

استاد: درخشانی، محمد حسین؛ شهبازی، مهدی؛ عرب‌عامری، الهه؛ طهماسبی بروجنی، شهزاد و حاتمی شاه‌میر، الهام (۱۴۰۵). تأثیر تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز (tDCS)

(بر تصمیم‌گیری فوتسالیست‌های ماهر تحت شرایط فشار روان‌شناختی). *مجله علوم روانشناختی*، دوره ۲۵، شماره ۱۶۲، ۱-۱۷.

مجله علوم روانشناختی، دوره ۲۵، شماره ۱۶۲، ۱۴۰۵. DOI: 10.66224/jps.25.162.1



© نویسنده‌گان.

✉ **نویسنده مسئول:** مهدی شهبازی، استاد، گروه علوم رفتاری و شناختی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: shahbazimehdi@ut.ac.ir

تلفن: ۰۹۱۲۲۰۹۶۲۹۹

مقدمه

فشار روان‌شناختی جزء جدایی‌ناپذیر ورزش، به‌ویژه در سطوح بالای رقابتی، است و می‌تواند تأثیر قابل‌توجهی بر وضعیت روان‌شناختی و عملکرد ورزشکاران داشته باشد (دیدیموس و همکاران، ۲۰۲۱). حفظ عملکرد مطلوب تحت فشار یکی از اهداف اصلی ورزشکاران است؛ بااین‌حال، در برخی موقعیت‌ها، ورزشکاران ممکن است نتوانند توانایی‌ها و مهارت‌های خود را در جریان مسابقات مهم به‌طور مؤثر نشان دهند و در نتیجه، دچار افت قابل‌توجه عملکرد شوند (ورگین و همکاران، ۲۰۲۲). در چنین شرایطی، توجه ممکن است از نشانه‌های مرتبط با تکلیف به سمت نگرانی درباره عملکرد، ارزیابی دیگران و پیامدهای احتمالی معطوف شود (رابرتس و همکاران، ۲۰۱۹). این پدیده که معمولاً با عنوان انسداد تحت فشار^۱ شناخته می‌شود، به افت عملکرد علی‌رغم قصد فرد برای اجرای موفقیت‌آمیز در شرایط دشوار اشاره دارد (مساگنو و همکاران، ۲۰۲۴؛ لی و همکاران، ۲۰۲۴). فشار روان‌شناختی می‌تواند از منابع مختلفی ناشی شود؛ از جمله اهمیت موفقیت ورزشی، شکاف میان توانایی‌های ادراک‌شده و استانداردهای مورد انتظار عملکرد، ارزیابی بیرونی و اهمیت پیامدهای رقابت (تاناکا و سکیا، ۲۰۱۰؛ کینراد و همکاران، ۲۰۱۵). برای تبیین تغییرات عملکرد تحت فشار، مدل‌های نظری متعددی پیشنهاد شده‌اند؛ از جمله مدل تمرکز بر خود باومایستر (۱۹۸۴) که بر افزایش توجه درونی تحت فشار تأکید دارد (باومایستر و شاورز، ۱۹۸۶)، مدل حواس‌پرتی لویس و لیندر (۱۹۹۷) که اختلال عملکرد را ناشی از رقابت برای منابع حافظه کاری^۲ می‌داند، و مدل تلفیقی وانگ (۲۰۰۲) که مطرح می‌کند سازوکارهای زیربنایی افت عملکرد ممکن است بر اساس سطح مهارت متفاوت باشند (وانگ، ۲۰۰۲). توانایی‌های شناختی از مؤلفه‌های اساسی عملکرد ورزشی در سطح بالا هستند و تخصص ورزشی ارتباط نزدیکی با توانایی تصمیم‌گیری^۳ دقیق و به‌موقع دارد. تصمیم‌گیری در ورزش به‌ویژه چالش‌برانگیز است، زیرا ورزشکاران باید نشانه‌های متعدد را با یکدیگر ادغام کرده و به الزامات پیچیده و به‌سرعت در حال تغییر محیطی، در شرایط همراه با محدودیت‌های روان‌شناختی و فیزیولوژیک، پاسخ دهند (هوتیرس و همکاران، ۲۰۲۱). در ورزش‌های تیمی، تصمیم‌گیری شامل

ادراک و تفسیر اطلاعات محیطی و انتخاب پاسخ مناسب است (مک‌ماهون، ۲۰۰۷). بسته به ویژگی‌ها و الزامات تصمیم، سیستم‌های عصبی متعددی، از جمله نواحی بینایی، پیشانی و آهیانه‌ای، ممکن است در فرایندهای زیربنایی تصمیم‌گیری مشارکت داشته باشند (ویکرز و لوینسکی، ۲۰۱۲). پژوهش‌های پیشین هم عوامل مؤثر بر تصمیم‌گیری تحت فشار و هم راهبردهای حفظ عملکرد در شرایط دشوار را بررسی کرده‌اند. برای مثال، پارکین و والش (۲۰۱۷) کاهش سرعت تصمیم‌گیری را در ورزشکاران نخبه جوان تحت فشار روانی بالا گزارش کردند. در مقابل، پژوهش‌های دیگر راهکارهایی را برای حفظ عملکرد تحت فشار بررسی کرده‌اند که از جمله آن‌ها می‌توان به مدیریت انتظارات، راهبردهای تنظیم هیجان و مقابله‌ای (کنت و همکاران، ۲۰۱۸) و تحریک غیرتهاجمی مغز، از جمله تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای (tDCS) اشاره کرد (لوچیار و همکاران، ۲۰۱۸).

در دو دهه گذشته، tDCS به‌عنوان یک روش غیرتهاجمی تعدیل عصبی، به‌طور فزاینده‌ای در پژوهش‌های مرتبط با عملکرد شناختی و ورزشی مورد بررسی قرار گرفته است. در این روش، جریان الکتریکی مستقیم و ضعیفی از طریق الکترودهای قرار گرفته روی پوست سر اعمال می‌شود و می‌تواند بر تحریک‌پذیری قشری و پردازش عصبی تأثیر بگذارد. شواهد حاصل از مطالعات پیشین نشان داده‌اند که tDCS ممکن است بر جنبه‌های مختلف عملکرد تأثیرگذار باشد. برای مثال، پژوهش‌ها بهبود دقت شوت‌زنی و عملکرد دریبل را در بازیکنان بسکتبال گزارش کرده‌اند (ولدما^۴ و همکاران، ۲۰۲۲) و همچنین بهبود دقت سرویس و عملکرد جست‌وجوی دیداری را در ورزشکاران والیبال نشسته، در شرایط عادی و تحت فشار، نشان داده‌اند (هنرمند و همکاران، ۲۰۲۲). غایب‌زاده و همکاران (۲۰۲۳) نیز اثرات tDCS را بر فرایندهای مرتبط با تصمیم‌گیری گزارش کردند. در گروه دیگری از افراد، کاستالال و همکاران (۲۰۲۲) نشان دادند که tDCS بر عملکرد توجه دیداری در کنترل‌کنندگان ترافیک هوایی تأثیر می‌گذارد. به‌طور مشابه، روچا و همکاران (۲۰۲۰) بهبود دقت شوت‌زنی را پس از اعمال tDCS آندی بر قشر پیش‌پیشانی پشتی‌جانبی راست (DLPFC) در افراد مبتدی گزارش کردند. در مجموع، این یافته‌ها نشان می‌دهند که

³. Decision making

⁴. Veldema

¹. Choking under pressure

². Working memory

tDCS ممکن است بر عملکرد در تکالیف مختلف شناختی و اختصاصی ورزشی تأثیر بگذارد؛ با این حال، یافته‌های موجود کاملاً یکدست نیستند و به نظر می‌رسد اثرات آن به پروتکل تحریک، ویژگی‌های شرکت‌کنندگان و الزامات تکلیف وابسته باشد (فیجیز و همکاران، ۲۰۲۱؛ هریس و همکاران، ۲۰۱۹).

در ورزش‌های تیمی، تصمیم‌گیری فرایندی پیچیده و چندبعدی است که تحت تأثیر مجموعه‌ای از محدودیت‌های متقابل قرار دارد؛ از جمله توانایی‌های فنی و شناختی بازیکنان، راهبردها و برنامه‌های تاکتیکی تیم، رفتار حریفان و شرایط زمینه‌ای مسابقه، مانند وضعیت امتیاز و موقعیت مکانی (شهبازی و هژبرنیا، ۲۰۲۱). فوتسال از این نظر ورزشی به‌ویژه چالش‌برانگیز است، زیرا بازی در فضای سرپوشیده نسبتاً کوچکی انجام می‌شود و مستلزم تعاملات مکرر و سریع میان بازیکنان است (مور و همکاران، ۲۰۱۴). این ورزش بر کنترل توپ، خلاقیت و توانایی‌های فنی فردی تأکید دارد (ناصر و همکاران، ۲۰۱۷)، درحالی‌که عملکرد بازیکنان تا حد زیادی به توانایی آن‌ها در انتخاب اقدامات مناسب حین بازی وابسته است؛ برای مثال، تصمیم‌گیری درباره اینکه آیا دریبل کنند یا شوت بزنند (کوتینیو و همکاران، ۲۰۱۸). بنابراین، بررسی تصمیم‌گیری در شرایطی که فشار روان‌شناختی می‌تواند پردازش اطلاعات و انتخاب پاسخ را تحت تأثیر قرار دهد، از اهمیت ویژه‌ای در فوتسال برخوردار است.

با وجود افزایش علاقه به tDCS و عملکرد ورزشی، پژوهش‌های نسبتاً محدودی تأثیر آن را بر تصمیم‌گیری اختصاصی ورزش تحت فشار روان‌شناختی، به‌ویژه در فوتسالیست‌های ماهر، بررسی کرده‌اند. علاوه بر این، یافته‌های مربوط به اثرات tDCS بر عملکرد شناختی و روان‌حرکتی کاملاً یکسان نبوده‌اند؛ برخی مرورهای پژوهشی از آثار سودمند حمایت کرده‌اند، درحالی‌که برخی دیگر اثرات محدود یا غیرمعناداری را گزارش کرده‌اند (فیجیز و همکاران، ۲۰۲۱؛ هریس و همکاران، ۲۰۱۹). این ناهمگونی ممکن است با تفاوت در پارامترهای تحریک، آرایش الکترودها، ویژگی‌های شرکت‌کنندگان و الزامات تکالیف آزمایشی مرتبط باشد. از سوی دیگر، شواهد پیشین درباره اثر tDCS بر پاسخ‌های مرتبط با استرس نشان داده‌اند که تحریک نواحی پیش‌پیشانی ممکن است از طریق فرایندهای مرتبط با کنترل شناختی و تنظیم هیجان بر این پاسخ‌ها تأثیر بگذارد (همپستد و همکاران، ۲۰۱۶). با این حال، یافته‌های حاصل از

آرایش‌های خاص الکترودی را نمی‌توان مستقیماً به سایر پیکربندی‌ها تعمیم داد. در مطالعه حاضر، تحریک با استفاده از آرایش الکترودی F3-F4 انجام شد و از آنجا که فعالیت قشری مستقیماً اندازه‌گیری نشد و محل تحریک نیز با استفاده از تصویربرداری عصبی یا نورون‌ناوبری تعیین نشد، یافته‌های رفتاری را نمی‌توان به‌طور اختصاصی به تعدیل فعالیت DLPC یا هر ناحیه قشری مشخص دیگری نسبت داد.

با توجه به اهمیت تصمیم‌گیری در عملکرد ماهرانه فوتسال و شواهد محدود درباره تأثیر tDCS بر تصمیم‌گیری تحت شرایط مختلف فشار روان‌شناختی، هدف مطالعه حاضر بررسی تأثیر tDCS بر سرعت و دقت تصمیم‌گیری در فوتسالیست‌های مرد ماهر بود. به‌طور مشخص، این مطالعه بررسی کرد که آیا یک جلسه مداخله tDCS با تفاوت در سرعت و دقت تصمیم‌گیری در چهار شرایط پیش‌آزمون، خنثی، فشار پیامد و فشار نظارت همراه است یا خیر. با بررسی هم‌زمان سرعت پاسخ و دقت عملکرد در این شرایط، مطالعه حاضر در پی آن بود که مشخص کند آیا اثرات رفتاری مرتبط با پروتکل tDCS در ابعاد مختلف عملکرد و شرایط فشار متفاوت است یا خیر.

روش

الف) طرح پژوهش و شرکت‌کنندگان

پژوهش حاضر به لحاظ هدف کاربردی، نیمه آزمایشی و با طرح پیش-پس آزمون با گروه کنترل انجام شد. شرکت‌کنندگان این پژوهش فوتسالیست‌های مرد در رده سنی ۱۸ تا ۲۸ سال و با سابقه ۳ تا ۵ سال حضور در لیگ برتر بودند. از میان بازیکنان شاغل در لیگ برتر، ۲۰ بازیکن با معیار ورودی نداشتن سابقه بیماری عصبی و شناختی و عدم مصرف داروهای مؤثر در عملکرد شناختی، راست‌دست و راست‌پا برای شرکت در تحقیق حاضر داوطلب شدند. عدم تمایل به ادامه تحقیق و یا عدم محقق شدن معیارهای ورودی، موجب حذف شرکت‌کننده از آزمون می‌شد. شرکت‌کنندگان به طور تصادفی در دو گروه ۱۰ نفره tDCS و کنترل قرار گرفتند. تکمیل فرم رضایت آگاهانه شرکت در تحقیق توسط همه شرکت‌کنندگان انجام شد.

ب) ابزار

دستگاه تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز (tDCS): در این پژوهش از دستگاه تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای NEUROSTIM2

همچنین به آن‌ها گفته شد که فیلم عملکردشان که توسط دوربین ثبت می‌شود، به مربی تیم ملی نشان داده خواهد شد.

ج) روش اجرا

پس از ورود به آزمایشگاه، شرکت کنندگان ابتدا فرم رضایت آگاهانه و پرسشنامه‌های اطلاعات فردی و تعیین نیمکره برتری را تکمیل کردند. در مرحله پیش‌آزمون، از آزمودنی‌ها خواسته شد در پاسخ به ۲۰ تصویر از موقعیت‌های مختلف فوتسال، سریع‌ترین و دقیق‌ترین تصمیم (پاس، شوت یا دریبل) را انتخاب کنند. سپس در گروه آزمایش، یک جلسه تحریک الکتریکی tDCS به مدت ۲۰ دقیقه اعمال شد. پس از مداخله، مرحله پس‌آزمون در سه شرایط مختلف بدون فشار، فشار پیامد و فشار نظارت انجام گرفت. ترتیب این سه شرایط به صورت تصادفی برای هر شرکت‌کننده تعیین شد. در تمام مراحل، ضربان قلب ثبت می‌گردید. الکترودگذاری برای گروه کنترل مانند گروه آزمایش انجام شد و تنها در ۳۰ ثانیه ابتدا و انتها جریان برقرار بود و در ۱۹ دقیقه باقیمانده جریان برقرار نبود. در پایان، از همه شرکت‌کنندگان تشکر شد و به سه نفری که بهترین عملکرد را داشتند جوایزی اهدا گردید. برای کنترل اثر یادگیری، قبل از هر شرایط از آزمودنی‌ها خواسته شد با حداکثر سرعت و دقت به تصاویر پاسخ دهند. از میانگین و انحراف استاندارد برای گزارش آمار توصیفی استفاده شد. در بخش آمار استنباطی از آزمون شاپیرو-ویلک برای بررسی توزیع طبیعی داده‌ها استفاده شد. در متغیرهای پژوهش، با توجه به برقراری فرض توزیع طبیعی داده‌ها و عدم تفاوت گروه‌ها در مرحله پیش‌آزمون از آزمون تحلیل واریانس مرکب ۲ (گروه) در ۴ (شرایط) استفاده شد. مقایسه‌های زوجی نیز با استفاده از آزمون بونفرونی با اصلاح سطح آلفا و با دستور سیتکس^۱ انجام شد. هم‌چنین ضربان قلب در هر گروه با استفاده از آزمون فریدمن و در مقایسه‌های بین‌گروهی با آزمون یو-من ویتنی انجام شد. تمام تحلیل‌های آماری با نرم افزار SPSS نسخه ۲۱ و در سطح معنی‌داری $P \leq 0.05$ انجام شد.

یافته‌ها

اطلاعات توصیفی متغیرهای تحقیق در جدول ۱ گزارش شده است.

ساخت شرکت مدینا طب استفاده شد که قادر به اعمال جریان مستقیم و متناوب ضعیف (بین ۰٫۱ تا ۲ میلی‌آمپر) از طریق دو الکترود به مغز است. الکترود آند باعث دیپلاریزاسیون نورون‌های قشر مغزی و افزایش تحریک‌پذیری آن می‌شود، در حالی که الکترود کاتد با ایجاد هایپرپلاریزاسیون نورون‌ها، تحریک‌پذیری قشر مغز را کاهش می‌دهد. در این مطالعه، جریان ۱ میلی‌آمپر به مدت ۲۰ دقیقه با رمپ افزایش و کاهشی ۳۰ ثانیه‌ای اعمال شد. الکترود آند بر روی ناحیه (F3) و الکترود کاتد بر روی ناحیه (F4) قرار گرفت (غایب‌زاده و همکاران، ۲۰۲۳).

هم‌چنین از دستگاه بیوفیدبک برای ثبت ضربان قلب در موقعیت‌های مختلف آزمایشی استفاده شد.

نرم افزار دقت و سرعت تصمیم‌گیری در فوتسال: برای ثبت دقت و زمان تصمیم‌گیری از عکس‌های موقعیت‌های فوتسال در نرم افزار سنجش سرعت و دقت تصمیم‌گیری در فوتسال استفاده شد. این نرم‌افزار شامل ۷۰ تصویر از دید سوم شخص بود که توسط کارشناسان و متخصصان فوتبال کشور از مسابقات آسیایی و جام جهانی فوتسال انتخاب شده بود. شرکت‌کنندگان می‌بایست از میان گزینه‌های مختلف مانند دریبل، شوت و پاس، بهترین تصمیم را برای هر تصویر اتخاذ کنند. روایی این نرم‌افزار در شاخص زمان کل پاسخ $r=0.87$ و دقت تصمیم‌گیری $r=0.78$ به دست آمده است. هم‌چنین پایایی ابزار به روش آزمون-بازآزمون در شاخص زمان کل پاسخ $r=0.82$ و در شاخص دقت $r=0.73$ محاسبه شده است (درخشانی و همکاران، ۲۰۲۵). در این پژوهش، تصاویر در مرحله آشنایی با تکلیف (۵ تصویر)، پیش‌آزمون، و شرایط پس‌آزمون شامل شرایط بدون فشار، فشار پیامد و فشار نظارت (۲۰ تصویر به صورت تصادفی در هر مرحله) به شرکت‌کنندگان نمایش داده می‌شد. هدف از مرحله آشنایی، آشنایی شرکت‌کنندگان با نحوه نمایش تصاویر و روش پاسخ‌دهی بود. در مرحله بدون فشار، آزمودنی‌ها بدون وجود هیچ‌گونه استرسی، تصاویر را مشاهده کرده و بهترین گزینه را انتخاب می‌کردند. در مرحله فشار نتیجه، به شرکت‌کنندگان اعلام شد که در صورت پاسخ صحیح به تمامی سؤالات، جایزه‌ای دریافت خواهند کرد. در مرحله فشار نظارت نیز، شرکت‌کنندگان در شرایط آزمونی قرار گرفتند که عملکردشان تحت نظر چند ناظر بود و

^۱. Syntax

جدول ۱. آمار توصیفی متغیرهای پژوهش

آزمایشی				کنترل			
متغیر	پیش‌آزمون	فشار نظارت	فشار نتیجه	خستگی	پیش‌آزمون	فشار نظارت	فشار نتیجه
زمان کل پاسخ (ثانیه)	۴۷/۷۵ ± ۵/۶۵	۴۲/۱۶ ± ۸/۶۲	۴۱/۲۱ ± ۷/۴۴	۴۲/۹۰ ± ۵/۶۸	۴۳/۵۲ ± ۶/۲۸	۴۲/۳۸ ± ۷/۵۲	۴۱/۶۵ ± ۷/۸
درصد پاسخ صحیح (درصد)	۶۶/۱ ± ۵/۰۶	۷۸/۵۰ ± ۸/۵۱	۷۷/۰ ± ۷/۱۴	۷۷/۰ ± ۸/۸۸	۶۹/۵ ± ۹/۵۶	۶۹/۰ ± ۳/۹۴	۷۱/۵ ± ۶/۶۸
ضربان قلب	۷۰ ± ۵/۱۲	۸۴ ± ۱۱/۷۸	۷۸ ± ۱۱/۸۷	۷۳ ± ۷/۳۳	۷۲/۷ ± ۴/۳۷	۸۶/۹ ± ۶/۸۵	۸۵/۷ ± ۷/۱۸

نتایج آزمون شاپیرو-ویلک نشان داد که زمان کل پاسخ در تمام سلول‌های مربوط به ترکیب گروه × شرایط، از توزیع نرمال برخوردار بود؛ در حالی که دقت تصمیم‌گیری در گروه آزمایش در پیش‌آزمون و در گروه شم در شرایط فشار پیامد از نرمال بودن انحراف داشت.

آزمون لوین نشان داد که فرض همگنی واریانس‌ها برای بیشتر مقایسه‌ها برقرار بود؛ با این حال، این فرض برای دقت تصمیم‌گیری در شرایط فشار نظارت برقرار نبود.

آزمون‌های تی مستقل در خط پایه نشان دادند که بین دو گروه در زمان کل پاسخ تفاوت معناداری وجود نداشت ($p=0/130$ ، $t(18)=1/58$)؛ همچنین، در دقت تصمیم‌گیری نیز تفاوت معناداری بین دو گروه مشاهده نشد ($p=0/057$ ، $t(18)=-2/03$).

جدول ۲. نتایج آزمون تحلیل واریانس مرکب در متغیر زمان کل پاسخ تصمیم‌گیری و درصد پاسخ صحیح

متغیر وابسته	منبع تغییرات	درجه آزادی	اف	سطح معنی داری	مجدور تا
زمان کل پاسخ (S)	شرایط	(۳ و ۵۴)	۴/۹۳	۰/۰۰۴	۰/۲۱۵
	شرایط * گروه	(۳ و ۵۴)	۱/۹۸	۰/۱۲۷	۰/۰۹
	گروه	(۱ و ۱۸)	۰/۰۷	۰/۷۹	۰/۰۰۴
درصد پاسخ صحیح	شرایط	(۳ و ۵۴)	۳/۱۸	۰/۰۳۱	۰/۱۵
	شرایط * گروه	(۳ و ۵۴)	۴/۵۰	۰/۰۰۷	۰/۲
	گروه	(۱ و ۱۸)	۵/۳۳	۰/۰۳۳	۰/۲۲

نتایج آزمون تحلیل واریانس مرکب در متغیر زمان کل پاسخ (سرعت تصمیم‌گیری) در جدول ۲ نشان داد اثر اصلی شرایط معنی‌دار بود. اما اثر اصلی گروه و تعامل گروه در شرایط معنی‌دار نشد. هم‌چنین در متغیر درصد

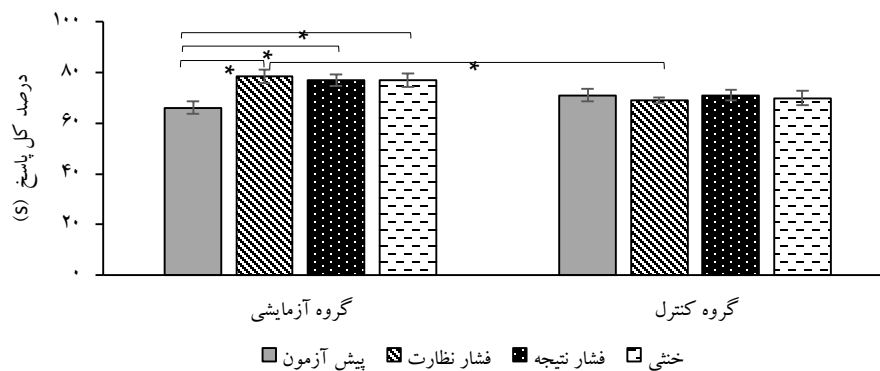
پاسخ صحیح، اثر اصلی شرایط، گروه و تعاملی شرایط در گروه معنی‌دار بود.



شکل ۱. میانگین زمان کل پاسخ دو گروه در شرایط مختلف

مقایسه‌های پیگیری نشان دادند که در گروه tDCS فعال، دقت عملکرد در شرایط فشار پیامد ($p = 0/001$)، فشار نظارت ($p < 0/001$) و شرایط خنثی ($p = 0/033$)، در مقایسه با پیش‌آزمون بالاتر بود. علاوه بر این، گروه tDCS فعال در شرایط فشار نظارت، دقت بیشتری نسبت به گروه شم نشان داد ($p = 0/005$) (شکل ۲).

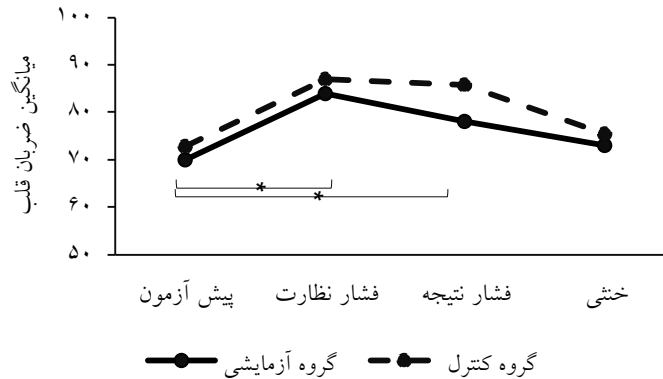
این یافته‌های حاصل از مقایسه‌های پیگیری نشان می‌دهند که شرایط فشار نظارت، روشن‌ترین تفاوت گزارش شده بین دو گروه را نشان می‌دهد؛ بنابراین، نباید تعامل کلی معنادار را به عنوان شواهدی مبنی بر اینکه tDCS در هر سه شرایط پس‌آزمون به یک اندازه موجب بهبود دقت شده است، تفسیر کرد.



شکل ۲. میانگین درصد پاسخ صحیح در تصمیم‌گیری تحت شرایط مختلف آزمایشی

شرایط خنثی نسبت به پیش‌آزمون در هیچ یک از گروه‌ها معنی‌دار نبود ($P > 0/05$). در مقایسه‌های بین گروهی نیز نتایج آزمون یومن ویتنی تفاوتی را در ضربان قلب دو گروه در هیچ یک از شرایط آزمایشی پیش‌آزمون ($U = 59/5$, $P = 0/47$)، فشار نظارت ($U = 63/5$, $P = 0/30$)، فشار پیامد ($U = 73/0$, $P = 0/08$) و خنثی ($U = 61/0$, $P = 0/40$) نشان نداد.

در متغیر ضربان قلب نتایج آزمون فریدمن در گروه آزمایشی ($P = 0/001$)، $\chi^2(3) = 15/619$ و گروه کنترل ($P < 0/001$)، $\chi^2(3) = 22/76$ نشان داد ضربان قلب در شرایط فشار پیامد با میانگین رتبه $2/90$ و $P = 0/034$ و $P = 0/002$ به ترتیب در گروه آزمایشی و کنترل) و فشار نظارت با میانگین رتبه $3/45$ ($P = 0/001$ و $P < 0/001$ به ترتیب در گروه آزمایشی و کنترل) نسبت به پیش‌آزمون میانگین رتبه بالاتری را داشت. با این وجود تفاوت در



شکل ۳. میانگین ضربان قلب دو گروه در شرایط مختلف آزمایشی

بحث و نتیجه‌گیری

هدف این مطالعه بررسی اثر tDCS بر سرعت و دقت تصمیم‌گیری فوتسالیست‌های مرد ماهر تحت شرایط مختلف فشار نظارت، فشار پیامد و شرایط خنثی بود. در این پژوهش، ۲۰ فوتسالیست مرد حاضر در لیگ برتر به دو گروه مداخله tDCS و کنترل تقسیم شدند و در چهار مرحله شامل پیش‌آزمون، فشار نظارت، فشار پیامد و شرایط خنثی شرکت کردند. سرعت و دقت تصمیم‌گیری شرکت‌کنندگان با استفاده از نرم‌افزار تخصصی در موقعیت‌های بازی فوتسال سنجیده شد. نتایج نشان داد که شرایط فشار پیامد موجب کاهش زمان پاسخ کلی شرکت‌کنندگان نسبت به پیش‌آزمون گردید. علاوه بر این، گروه تحت مداخله tDCS در دقت تصمیم‌گیری، به‌طور کلی، از پیش‌آزمون تا شرایط پس‌آزمون بهبود عملکرد معناداری را تجربه کرد و در شرایط فشار نظارت نیز نسبت به گروه کنترل عملکرد بهتری از خود نشان داد.

دلیل احتمالی افزایش سرعت تصمیم‌گیری در شرایط فشار نتیجه، افزایش انگیزه ناشی از این شرایط است که موجب تلاش بیشتر برای اجرای بهتر و در نتیجه بهبود عملکرد می‌شود. بر اساس نظریه آیزنگ، اضطراب شناختی که به صورت نگرانی ظاهر می‌شود، دو تأثیر اصلی دارد: نخست کاهش ظرفیت حافظه کاری که منجر به کاهش منابع پردازش در مقایسه با شرایط عادی و کاهش کارایی پردازش می‌گردد؛ دوم نقش انگیزشی اضطراب که باعث تلاش فرد برای حفظ کارایی عملکرد و جبران نسبی یا کامل انسداد ناشی از فشار می‌شود. اهمیت این نقش انگیزشی در آن است که می‌تواند عملکرد را بهبود بخشد، به شرطی که سطح فشار با مهارت فرد و فرآیندهای پردازشی مورد نیاز برای حرکت هم‌خوانی داشته باشد. به‌طور کلی، زمانی

می‌توان ادعا کرد که شرایط ایجادشده فشار روانی واقعی است که تغییرات زیست‌شناختی در پاسخ‌های فردی مشاهده شود (سالوادور و همکاران، ۲۰۰۳). مطالعات پیشین نشان داده‌اند که در مواجهه با شرایط تنش‌زا، تعداد ضربان قلب افزایش می‌یابد (مولن و همکاران، ۲۰۰۵). فشار به اندازه کافی بالا می‌تواند سرعت اجرای مهارت‌ها را نیز افزایش دهد، که یافته‌های حاضر از این ایده حمایت می‌کنند؛ چرا که در هر دو گروه، ضربان قلب در شرایط فشار پیامد و فشار نظارت نسبت به پیش‌آزمون به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است. این نتایج بیانگر افزایش انگیزشی فیزیولوژیکی شرکت‌کنندگان در واکنش به شرایط فشار است و نشان می‌دهد فشار روانی اثر انگیزشی مثبت بر عملکرد فوتسالیست‌های ماهر داشته است. از سوی دیگر، عدم وجود تفاوت معنادار بین گروه‌ها در سرعت تصمیم‌گیری، نشان‌دهنده این است که احتمالاً تأثیر مداخله tDCS توسط عوامل دیگری مانند زمان تحریک، ویژگی‌های آزمودنی، ناحیه تحریک و معیارهای ارزیابی نتایج تعدیل شده است (ولدما و همکاران، ۲۰۲۲). نتایج سرعت تصمیم‌گیری در این مطالعه با برخی تحقیقات پیشین که نشان داده‌اند تحریک آندی tDCS موجب بهبود فرآیندهای شناختی می‌شود، هم‌خوانی ندارد. مطالعات مربوط به نواحی مغزی نشان داده‌اند که تحریک آنالین آندی tDCS در قشر پیش‌پیشانی می‌تواند پیشرفت‌های ناشی از تمرین را در طیف وسیعی از فرآیندهای شناختی از جمله انتخاب پاسخ، زبان و حافظه کاری بهبود بخشد (اهرهاردت و همکاران، ۲۰۲۱). در مقابل، تحریک قشر حرکتی اولیه با این روش باعث افزایش آستانه‌های حسی و درد در افراد سالم می‌شود (ولدما و همکاران، ۲۰۲۲). بنابراین، نتایج حاضر ممکن است ناشی از انتخاب ناحیه تحریک باشد؛ تحریک قشر حرکتی

اولیه موجب بهبود سرعت تصمیم‌گیری نشده است. این یافته با نتایج مطالعاتی که نشان دادند تحریک آندی قشر پیش‌پیشانی پشتی جانبی (DLPFC) با tDCS می‌تواند فرآیند تصمیم‌گیری حساس را در داوران زن ورزشی بهبود بخشد، هماهنگ است؛ چنین تأثیری در حالت‌های کاتودال و گروه کنترل مشاهده نشده است. این پژوهش‌ها اهمیت ناحیه راست DLPFC را در بهبود تکانشگری - تمایل به انجام سریع و بدون برنامه‌ریزی قبلی وظایف - و کنترل بازداری در فرآیندهای تصمیم‌گیری تأکید می‌کنند (مک‌ماهون و همکاران، ۲۰۰۷). بنابراین، احتمالاً تحریک آندی قشر حرکتی اولیه انتظارات مربوط به بهبود سرعت تصمیم‌گیری را برآورده نمی‌کند، زیرا عمدتاً موجب افزایش آستانه‌های حسی می‌گردد.

در متغیر دقت تصمیم‌گیری، نتایج به‌طور قابل توجهی تحت تأثیر مداخله tDCS قرار گرفتند؛ به‌گونه‌ای که گروه آزمایشی در هر سه شرایط پس‌آزمون بهبود معناداری را تجربه کرد و در شرایط فشار نظارت، عملکرد بهتری نسبت به گروه کنترل از خود نشان داد. یافته‌های حاضر با پژوهش‌هایی که تأثیر مثبت ۲۰ دقیقه مداخله tDCS را گزارش کرده‌اند همسو است (آقبواد و همکاران، ۲۰۱۹؛ باتسیکادزه و همکاران، ۲۰۱۳). این نتایج از دو جنبه قابل تحلیل هستند: اول، بر خلاف متغیر سرعت تصمیم‌گیری، اثرات tDCS در بهبود دقت تصمیم‌گیری آشکار گردید. دوم، تحریک قشر حرکتی اولیه به کاهش ریسک‌پذیری در فرایند تصمیم‌گیری منجر شده است. مطالعات پیشین به‌طور قوی نشان داده‌اند که تحریک آندی tDCS در منطقه M1، مسیرهای سلولی مرتبط با انعطاف‌پذیری ناشی از فعالیت را تحت تأثیر قرار داده و در نتیجه فرآیند یادگیری را تسهیل می‌کند (روچی و همکاران، ۲۰۱۵).

با وجود اینکه ضربان قلب به عنوان شاخصی فیزیولوژیک از ادراک فشار در شرکت‌کنندگان حکایت می‌کند، اما تأثیر منفی بر دقت تصمیم‌گیری آن‌ها مشاهده نشد. تحقیقات بیلوک و همکاران (۲۰۰۵) روی بزرگسالان سالم غیرورزشکار نشان می‌دهد که تأثیر فشار روانی ممکن است به ماهیت تکلیف بستگی داشته باشد؛ به‌ویژه تکالیفی که نیازمند حافظه کاری بالا هستند، تحت فشار روانی به‌صورت انتخابی دچار اختلال می‌شوند (بیلوک و کارر، ۲۰۰۵). علاوه بر این، نتایج بیان می‌کند که تصمیم‌گیری در تکالیف با عدم قطعیت کمتر تحت تأثیر فشار روانی قرار می‌گیرد، در حالی که در تکالیف با ریسک‌پذیری، فشار روانی می‌تواند فرد را به سمت

تصمیم‌های پرخطر سوق دهد (تورنبول و همکاران، ۲۰۰۵). همچنین ممکن است اثرات فشار روانی بیشتر بر جنبه‌های دیگر عملکرد مانند جستجوی بینایی یا واکنش به محرک‌های محیطی ظاهر شود و لزوماً عملکرد اصلی تکلیف را تحت تأثیر قرار ندهد. بنابراین، احتمالاً ماهیت تکلیف بر نتایج دقت تصمیم‌گیری تأثیرگذار بوده است. به نظر می‌رسد که اثرات ضعیف (چه منفی و چه مثبت) فشار روانی بر درصد پاسخ‌های صحیح، از عدم تغییرات مشاهده شده در گروه کنترل برداشت شود. هرچند فشار نظارت نسبت به پیش‌آزمون موجب بهبود عملکرد شده است، اما این بهبود تا حدی ناشی از مداخله tDCS نیز بوده است. بر این اساس، می‌توان استنباط کرد که شرکت‌کنندگان اضطراب شناختی ناشی از شرایط فشار را به‌طور کامل تجربه نکرده‌اند و سطح فشار روانی ایجاد شده نسبت به سطح مهارت آن‌ها در دقت حرکت پایین‌تر بوده است. این نتایج با یافته‌های پارکین و والش (۲۰۱۷) که کاهش سرعت تصمیم‌گیری ورزشکاران تحت فشار ذهنی بالا را گزارش کرده‌اند، مغایرت دارد (پارکین و والش، ۲۰۱۷). تفاوت نوع و شدت فشار روانی در مطالعه مذکور که از طریق تکلیف حافظه کلامی هم‌زمان جهت ایجاد حواس‌پرتی صورت گرفته بود و مشاهده کاهش عملکرد در شرایط فشار بالا در ورزشکاران ماهر، اهمیت یافته‌های حاضر را برجسته می‌سازد. همچنین، تفاوت‌های فردی و سطح دشواری تکلیف ممکن است نقش تعدیل‌کننده مهمی در پاسخ به مداخله tDCS داشته باشند.

این مطالعه دارای چندین محدودیت بود؛ از جمله حجم نمونه کوچک، استفاده از یک آرایش ثابت الکترودهای پوستی بدون تعیین محل تحریک با هدایت تصویربرداری عصبی، کنترل ناکامل متغیرهای فردی، و استفاده از یک تکلیف شبیه‌سازی شده تصمیم‌گیری به‌جای محیط واقعی رقابتی. علاوه بر این، در تحلیل حاضر، ضربان قلب تنها شاخص فیزیولوژیک در دسترس بود و سایر شاخص‌های مرتبط با استرس یا شاخص‌های عصبی در تحلیل رفتاری حاضر وارد نشدند. از آنجا که فعالیت قشری به‌طور مستقیم به‌عنوان پیامد این تحلیل اندازه‌گیری نشد، سازوکار عصبی زیربنای آثار رفتاری مشاهده‌شده همچنان نامشخص است. مطالعات آینده باید آرایش‌های الکترودی جایگزین را با یکدیگر مقایسه کنند و در مواردی که هدف، تحریک یک ناحیه قشری مشخص است، از تعیین محل تحریک با هدایت تصویربرداری عصبی استفاده کنند. همچنین، استفاده از نمونه‌های

اطلاعات آنان محرمانه باقی خواهد ماند و نتایج پژوهش بدون ذکر مشخصات فردی گزارش خواهد شد.

حامی مالی: پژوهش حاضر بدون حمایت مالی انجام شده است.

نقش هر یک از نویسندگان: این مقاله مستخرج از رساله دکتری در رشته یادگیری حرکتی است. نویسنده اول عهده‌دار انجام رساله بوده است. نویسندگان دوم و سوم به‌عنوان اساتید راهنمای اول و دوم، و نویسندگان چهارم و پنجم به‌عنوان اساتید مشاور اول و دوم در این پژوهش ایفای نقش داشته‌اند.

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

تشکر و قدردانی: بدین وسیله از افرادی که در این پژوهش شرکت کردند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

درخشانی، محمد. حسین؛ شهبازی، مهدی و ستارزاده، محمد. حسین. (۲۰۲۵). طراحی و اعتبارسنجی نرم‌افزار تصمیم‌گیری در فوتسال. ذهن، حرکت و رفتار <https://doi.org/10.22034/mmbj.2025.67014.1173>.

شهبازی، مهدی و هژبرنیا، راضیه. (۲۰۲۱). مقاله مروری: بررسی نقش تصمیم‌گیری در عملکرد ورزشی. روانشناسی ورزش، ۱۳ (۲)، ۴۵-۷۲. <https://doi.org/10.48308/mbj.6.2.45>

هنرمند، پیمان؛ غرایق‌زندی، حسن؛ مقدم‌زاده، علی و رستمی، رضا. (۲۰۲۲). تأثیر تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای (tDCS) ناحیه DLPFC بر عملکرد و توجه دیداری بازیکنان والیبال نشسته تحت شرایط تنگرس. علوم روانشناختی، ۲۱ (۱۱۲)، ۶۴۷-۶۶۲. <https://doi.org/10.52547/JPS.21.112.647>

بزرگ‌تر، محیط‌های رقابتی با اعتبار بوم‌شناختی بیشتر، و اندازه‌گیری هم‌زمان شاخص‌های فیزیولوژیک و عصبی پیشنهاد می‌شود.

در مجموع، یافته‌ها نشان می‌دهند که اثر شرایط آزمایشی بر تصمیم‌گیری در ابعاد مختلف عملکرد یکسان نبود. زمان کل پاسخ در شرایط مختلف متفاوت بود و در شرایط فشار پیامد، در مقایسه با پیش‌آزمون، کاهش معناداری نشان داد؛ بااین حال، اثر معناداری برای گروه تحریک و همچنین تعامل گروه و شرایط مشاهده نشد. در مقابل، دقت تصمیم‌گیری تعامل معنادار گروه و شرایط را نشان داد؛ به گونه‌ای که روشن‌ترین برتری مستقیم بین گروهی برای گروه دریافت‌کننده tDCS واقعی در شرایط فشار نظارت مشاهده شد. این یافته‌ها نشان می‌دهند که آثار رفتاری مرتبط با پروتکل tDCS حاضر ممکن است به بعد عملکردی مورد ارزیابی و شرایط ارزیابی وابسته باشند. بااین حال، از آنجا که در این مطالعه از آرایش الکترودی پوستی F4-F3 بدون اندازه‌گیری مستقیم فعالیت قشری استفاده شد، آثار رفتاری مشاهده‌شده را نمی‌توان به تعدیل فعالیت یک ناحیه قشری مشخص نسبت داد.

به طور کلی، یافته‌های این مطالعه با نتایج پژوهش‌های پیشین همسو است و نشان می‌دهد تأثیر فشار روانی بر توانایی‌های تصمیم‌گیری ورزشکاران یکسان نیست. به‌ویژه، ورزشی که در شرایط فشار در یک توانایی خاص عملکرد قابل توجهی دارد، لزوماً در سایر توانایی‌ها تحت فشار واکنش مشابهی نشان نمی‌دهد. این امر اهمیت بررسی مجموعه‌ای گسترده از معیارهای تصمیم‌گیری را برای فهم بهتر عملکرد شناختی ورزشکاران در شرایط فشار برجسته می‌سازد. همچنین، نتایج حاکی از آن است که شناسایی نقاط قوت و ضعف منحصر به فرد در چندین توانایی از طریق ایجاد پروفایل فردی ورزشکاران می‌تواند دیدگاه‌های ارزشمندی برای بهبود عملکرد فراهم آورد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش: این مقاله برگرفته از رساله دکتری نویسنده اول در رشته یادگیری حرکتی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی دانشگاه تهران است و با کد اخلاق IR.UT.SPORT.REC.1403.049 در کمیته اخلاق در پژوهش این دانشکده در تاریخ ۱۴۰۳/۰۴/۱۷ به تأیید رسیده است. مجوزهای لازم برای اجرای پژوهش از سوی دانشگاه صادر شد. جمع‌آوری داده‌ها پس از تکمیل فرم رضایت‌نامه آگاهانه توسط شرکت‌کنندگان انجام گرفت. همچنین به تمامی شرکت‌کنندگان اطمینان داده شد که

References

- Agboada, D., Mosayebi Samani, M., Jamil, A., Kuo, M. F., & Nitsche, M. A. (2019). Expanding the parameter space of anodal transcranial direct current stimulation of the primary motor cortex. *Scientific Reports*, 9(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-54621-0>
- Batsikadze, G., Moliadze, V., Paulus, W., Kuo, M.-F., & Nitsche, M. A. (2013). Partially non-linear stimulation intensity-dependent effects of direct current stimulation on motor cortex excitability in humans. *The Journal of Physiology*, 591(7), 1987–2000. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2012.249730>
- Baumeister, R. F., & Showers, C. J. (1986). A review of paradoxical performance effects: Choking under pressure in sports and mental tests. *European Journal of Social Psychology*, 16(4), 361–383. <https://doi.org/10.1002/ejsp.2420160405>
- 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. <https://doi.org/10.1111/j.0956-7976.2005.00789.x>
- Coutinho, D., Gonçalves, B., Wong, D. P., Travassos, B., Coutts, A. J., & Sampaio, J. (2018). Exploring the effects of mental and muscular fatigue in soccer players' performance. *Human Movement Science*, 58, 287–296. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2018.03.004>
- Da Costa Leal, L., da Penha Sobral, A. I. G., Sobral, M. F., & Nogueira, R. M. T. L. (2022). Effects of transcranial direct current stimulation on visuospatial attention in air traffic controllers. *Experimental Brain Research*, 240(9), 2481–2490. <https://doi.org/10.1007/s00221-022-06431-6>
- Derakhshani, M., Shahbazi, M., & Sattarzade, M. (2025). Design and Validation of Decision-making Software in Futsal. *Journal of Mind, Movement and Behavior*, In Press. <https://doi.org/10.22034/mmbj.2025.67014.1173>
- Didymus, F., Norris, L., Potts, A., & Staff, H. (2021). Psychological stress and performance. In *Essentials of exercise and sport psychology: An open access textbook* (pp. 683–709). Society for Transparency, Openness, and Replication in Kinesiology. <https://doi.org/10.51224/B1029>
- Ehrhardt, S. E., Filmer, H. L., Wards, Y., Mattingley, J. B., & Dux, P. E. (2021). The influence of tDCS intensity on decision-making training and transfer outcomes. *Journal of Neurophysiology*, 125(2), 385–397. <https://doi.org/10.1152/jn.00423.2020>
- Fregni, F., El-Hagrassy, M. M., Pacheco-Barrios, K., Carvalho, S., Leite, J., Simis, M., Brunelin, J., Nakamura-Palacios, E. M., Marangolo, P., Venkatasubramanian, G., San-Juan, D., Caumo, W., Bikson, M., & Brunoni, A. R. (2021). Evidence-based guidelines and secondary meta-analysis for the use of transcranial direct current stimulation in neurological and psychiatric disorders. *International Journal of Neuropsychopharmacology*, 24(4), 256–313. <https://doi.org/10.1093/ijnp/pyaa051>
- Ghayebzadeh, S., Zardoshtian, S., Amiri, E., Giboin, L. S., & Machado, D. G. da S. (2023). Anodal Transcranial Direct Current Stimulation over the Right Dorsolateral Prefrontal Cortex Boosts Decision Making and Functional Impulsivity in Female Sports Referees. *Life*, 13(5). <https://doi.org/10.3390/life13051131>
- Hampstead, B. M., Briceño, E. M., Mascaro, N., Mourdoukoutas, A., & Bikson, M. (2016). Current Status of Transcranial Direct Current Stimulation in Posttraumatic Stress and Other Anxiety Disorders. *Current Behavioral Neuroscience Reports*, 3(2), 95–101. <https://doi.org/10.1007/s40473-016-0070-9>
- Harris, D. J., Wilson, M. R., Buckingham, G., & Vine, S. J. (2019). No effect of transcranial direct current stimulation of frontal, motor or visual cortex on performance of a self-paced visuomotor skill. *Psychology of Sport and Exercise*, 43, 368–373. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2019.04.014>
- Honarmand, peyman, Gharayagh zandi, H., Moghadam zadeh, A., & Rostami, R. (2022). The effect of direct

- transcranial electrical stimulation (tDCS) in the DLPFC area on performance and visual attention of sitting volleyball players under stressor TT. *Journal-of-Psychological-Science*, 21(112), 647–662. (in persian). <https://doi.org/10.52547/JPS.21.112.647>
- Houtmeyers, K. C., Jaspers, A., & Figueiredo, P. (2021). Managing the Training Process in Elite Sports: From Descriptive to Prescriptive Data Analytics. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16(11), 1719–1723. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2020-0958>
- Kent, S., Devonport, T. J., Lane, A. M., Nicholls, W., & Friesen, A. P. (2018). The Effects of Coping Interventions on Ability to Perform Under Pressure. *Journal of Sports Science & Medicine*, 17(1), 40–55. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5844208/>
- Kinrade, N. P., Jackson, R. C., & Ashford, K. J. (2015). Reinvestment, task complexity and decision making under pressure in basketball. *Psychology of Sport and Exercise*, 20, 11–19. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2015.03.007>
- Lewis, B. P., & Linder, D. E. (1997). Thinking about Choking? Attentional Processes and Paradoxical Performance. *Personality & Social Psychology Bulletin*, 23(9), 937–944. <https://doi.org/10.1177/0146167297239003>
- Li, Z., Moritz, S. E., & Liu, H. (2024). Motor imagery as a potential tool to alleviate choking under pressure in sports performance. *Journal of Imagery Research in Sport and Physical Activity*, 19(s1). <https://doi.org/10.1515/jirspa-2024-0012>
- Lucchiari, C., Sala, P. M., & Vanutelli, M. E. (2018). Promoting Creativity Through Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS). A Critical Review. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 12. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2018.00167>
- MacMahon, C., Starks, J., & Deakin, J. (2007). Referee Decision Making in a Video-Based Infraction Detection Task: Application and Training Considerations. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 2(3), 257–265. <https://doi.org/10.1260/174795407782233164>
- Mesagno, C., Hammond, A. A., & Goodyear, M. A. (2024). An initial investigation into the mental health difficulties in athletes who experience choking under pressure. *Psychology of Sport and Exercise*, 74, 102663. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2024.102663>
- Moore, R., Bullough, S., Goldsmith, S., & Edmondson, L. (2014). A Systematic Review of Futsal Literature. *American Journal of Sports Science and Medicine*, 2(3), 108–116. <https://doi.org/10.12691/ajssm-2-3-8>
- Mullen, R., Hardy, L., & Tattersall, A. (2005). The Effects of Anxiety on Motor Performance: A Test of the Conscious Processing Hypothesis. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 27(2), 212–225. <https://psycnet.apa.org/record/2005-06837-006>
- Naser, N., Ali, A., & Macadam, P. (2017). Physical and physiological demands of futsal. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 15(2), 76–80. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2017.09.001>
- Parkin, B. L., & Walsh, V. (2017). Gunslingers, poker players, and chickens 3: Decision making under mental performance pressure in junior elite athletes. In *Progress in Brain Research* (1st ed., Vol. 234). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2017.08.011>
- Roberts, L. J., Jackson, M. S., & Grundy, I. H. (2019). Choking under pressure: Illuminating the role of distraction and self-focus. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 12(1), 49–69. <https://doi.org/10.1080/1750984X.2017.1374432>
- Rocha, K., Marinho, V., Magalhães, F., Carvalho, V., Fernandes, T., Ayres, M., Crespo, E., Velasques, B., Ribeiro, P., Cagy, M., Bastos, V. H., Gupta, D. S., & Teixeira, S. (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. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2020.113036>
- Rroji, O., Van Kuyck, K., Nuttin, B., & Wenderoth, N.

Psychology, 13.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.930025>

- (2015). Anodal tDCS over the primary motor cortex facilitates long-term memory formation reflecting use-dependent plasticity. *PLoS ONE*, 10(5), 1–12.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127270>
- Salvador, A., Suay, F., González-Bono, E., & Serrano, M. A. (2003). Anticipatory cortisol, testosterone and psychological responses to judo competition in young men. *Psychoneuroendocrinology*, 28(3), 364–375.
[https://doi.org/10.1016/s0306-4530\(02\)00028-8](https://doi.org/10.1016/s0306-4530(02)00028-8)
- Shahbazi, Mehdi, & Hojabrnia, Razieh. (2021). Review article: Investigating the role of decision making in sports performance. *Sports Psychology*, 13(2), 45–72. (in persian). <https://doi.org/10.48308/mbasp.6.2.45>
- Tanaka, Y., & Sekiya, H. (2010). *The relationships between psychological/physiological changes and behavioral/performance changes of a golf putting task under pressure*. 8, 83–94.
<https://doi.org/10.5432/ijshs.20100006>
- Turnbull, O. H., Evans, C. E. Y., Bunce, A., Carzolio, B., & O'connor, J. (2005). Emotion-based learning and central executive resources: an investigation of intuition and the Iowa Gambling Task. *Brain and Cognition*, 57(3), 244–247.
<https://doi.org/10.1016/j.bandc.2004.08.053>
- Veldema, J., Engelhardt, A., & Jansen, P. (2022). Does anodal tDCS improve basketball performance? A randomized controlled trial. *European Journal of Sport Science*, 22(2), 126–135.
<https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1862306>
- Vickers, J. N., & Lewinski, W. (2012). Performing under pressure: Gaze control, decision making and shooting performance of elite and rookie police officers. *Human Movement Science*, 31(1), 101–117.
<https://doi.org/10.1016/j.humov.2011.04.004>
- Wang, J. (2002). *Developing and Testing an Integrated Model of Choking in Sport*. August, 1–219.
<https://vuir.vu.edu.au/230/>
- Wergin, V. V., Mallett, C. J., & Beckmann, J. (2022). Individual vs. Team Sport Failure—Similarities, Differences, and Current Developments. *Frontiers in*