

Cold Executive Functions and Motor Skill Acquisition: Effects on Learning Speed and Performance of Open vs. Closed Skills Under Psychological Pressure in Novice Athletes

Leila Mikaeil¹ , Mohammad Taghi Aghdasi² , Zahra Fathi Rezaei³ 

1. Department of Motor Behavior, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tabriz, Iran.
2. Department of Motor Behavior, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
3. Department of Motor Behavior, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran. & Head of Brain and Movement Research Group, Research Center of Biosciences and Biotechnology (RCBB), University of Tabriz, Tabriz.

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 24 August 2025
Received in revised form 13 October 2025
Accepted 19 April 2026
Available online 22 June 2026

Keywords:
Cold executive functions; open and closed motor skills; psychological pressure; novice athletes; skill acquisition.

ABSTRACT

Objective: Cold executive functions (CEFs), as core cognitive components, play a critical role in motor skill learning and performance among athletes. However, their impact on the learning speed of open versus closed motor skills under psychologically stressful conditions remains underexplored. This quasi-experimental study examined the effects of CEFs on the acquisition and execution of open/closed motor skills under psychological pressure in novice Wushu athletes. **Methods:** A pretest-posttest control group design was implemented. Participants included 30 adolescent female novice Wushu athletes (practicing Taolu and Sanda) with high CEFs, randomly assigned to open- or closed-skill training groups. The 4-week intervention comprised three 90-minute sessions/week. Each session involved five 10-trial blocks under standardized conditions. Assessment tools included the Cambridge Automated Neuropsychological Test Battery (CANTAB® 2014), Tentouei (forefoot straight kick technique) motor task, and Spielberger State Anxiety Inventory (SSAI; 1970). Data were analyzed via repeated-measures ANOVA using SPSS v23.

Results: CEFs significantly enhanced the acquisition, retention, and transfer of both open and closed motor skills ($p < 0.05$). Paradoxically, they exerted an adverse effect on skill execution under psychological pressure ($p < 0.05$).

Conclusion: While CEFs accelerate learning of open/closed motor skills, they impair performance in high-stress contexts. These findings highlight the dual role of CEFs in motor learning and support evidence-based adjustments in training programs for novice athletes.

Cite this article: Mikaeil, L., Aghdasi, M. T., Fathi Rezaei, Z. Cold Executive Functions and Motor Skill Acquisition: Effects on Learning Speed and Performance of Open vs. Closed Skills Under Psychological Pressure in Novice Athletes. *Functional Research in Sport Psychology*, 2026;3(2):5-24. [10.22091/frs.2026.13645.1098](https://doi.org/10.22091/frs.2026.13645.1098)



© The Author(s).

Publisher: University of Qom.

DOI: [10.22091/frs.2026.13645.1098](https://doi.org/10.22091/frs.2026.13645.1098)

Extended Abstract

Introduction

Optimal athletic performance, particularly in high-pressure competitive environments, relies on the seamless integration of physical skills with cognitive and emotional capabilities [1]. Executive functions, a set of higher-order cognitive processes, are pivotal in determining athletes' success [2]. Recent research has categorized executive functions into cold and hot types, with cold executive functions being purely cognitive processes that operate in emotionally neutral contexts [3]. These functions encompass skills such as planning, set shifting, working memory, and inhibition, often triggered by abstract concepts, numbers, or letters [4]. They include metacognition, cognitive flexibility, attention, inhibition, planning, working memory, and problem-solving, all of which are critical for coordinating complex behaviors [5]. In sports psychology, understanding the role of cold executive functions is essential for elucidating the cognitive mechanisms underlying motor skill performance, particularly in open and closed motor skills [6]. Open motor skills, performed in dynamic and unpredictable environments, require active decision-making and continuous adaptation to external stimuli, making them heavily reliant on perceptual and cognitive processes [10]. In contrast, closed motor skills occur in stable, predictable settings, following predetermined patterns with lower cognitive demands [10]. Research suggests that open skills demand higher levels of executive functions, such as inhibitory control and cognitive flexibility, compared to closed skills, which rely on more automated processes [11]. For instance,

athletes in open-skill sports, like martial arts, must rapidly suppress dominant responses to counter unpredictable opponent actions, necessitating robust inhibitory control [12]. Conversely, closed-skill sports involve repetitive, predictable movements and require less cognitive flexibility [11]. Previous studies have primarily explored how motor skills influence executive functions, particularly in children with attention deficit/hyperactivity disorder [6]. However, the recent distinction between cold and hot executive functions highlights the need to examine how cold executive functions affect motor skill acquisition and performance in athletes [7]. Existing literature presents mixed findings, underscoring the necessity for further investigation to clarify the role of cold executive functions in open and closed motor skills [7]. Moreover, motor learning and executive functions are interconnected, facilitating faster skill acquisition through cognitive processes like attention and working memory [8]. Neural mechanisms underlying executive functions also play a significant role in motor planning, with enhanced cortical activity linked to improved motor learning outcomes [9]. Psychological pressure is a critical factor in athletic performance, often leading to a phenomenon known as choking under pressure, where athletes underperform compared to their practice capabilities [17]. This is frequently associated with heightened anxiety, which disrupts attentional focus and diverts cognitive resources to task-irrelevant stimuli, such as crowd noise or performance concerns [15]. Theories like the distraction theory suggest that pressure shifts attention away from task-relevant cues, impairing performance [15]. Similarly, the processing efficiency theory posits that anxiety reduces cognitive processing efficiency, further

compromising performance [18]. In martial arts, where rapid decision-making and adaptability are crucial, understanding how cold executive functions operate under pressure is vital for optimizing training and performance strategies. Given the limited research on the impact of cold executive functions on motor skills under pressure in martial arts athletes, this study aims to investigate whether these functions influence the acquisition, retention, and performance of open and closed motor skills in novice female Wushu athletes under high-pressure conditions. The hypothesis is that cold executive functions enhance skill acquisition and retention but may hinder performance under pressure due to their analytical and linear nature, which could slow decision-making and reaction times.

Methods

Research design

This study employed a semi-experimental, field-based design to investigate the effects of different motor skill training regimens. Thirty novices female Wushu athletes were randomly allocated into two experimental groups. The first group engaged in training centered on open motor skills within a dynamic, simulated combat context, while the second group trained in closed motor skills using a static target. The study protocol incorporated multiple assessment phases: an initial evaluation of baseline cognitive function, a pre-test to establish skill proficiency, a structured four-week intervention, a retention test to assess learning consolidation, and finally a transfer test to evaluate performance under pressurized conditions simulating competition.

Participants

The study cohort consisted of 30 novice female Wushu (Sanda) athletes between the

ages of 15 and 18 years. Participants were selected based on stringent inclusion criteria, which stipulated no history of injury from high-intensity sports, provision of informed consent from both the participant and a parent or guardian, and a confirmed lack of prior familiarity with the specific motor skills being tested. Exclusion criteria were defined as voluntary withdrawal from the study, exhibiting signs of depression or negligence during the sessions, or an absence from more than two training sessions throughout the intervention period.

Materials

Cognitive assessment was conducted using the Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery (CANTAB), a well-validated computerized platform for evaluating executive functions [19]. Specifically, four subtests were administered: the Intra-Extra Dimensional Set Shift (IED) for cognitive flexibility, the Stop Signal Task (SST) for response inhibition, the Spatial Working Memory (SWM) task for working memory and strategy, and the Cambridge Gambling Task (CGT) for decision-making and risk-taking behavior. Skill performance was scored according to the official technical criteria established by the International Wushu Federation [9]. Anxiety levels during the transfer test were quantified using the State-Trait Anxiety Inventory (STAI), a reliable self-report questionnaire for measuring state anxiety [20]. Training equipment included standard Wushu protective gear and stationary punching bags.

Procedure

The research procedure commenced with an initial testing session where all participants underwent the CANTAB battery to establish a baseline of their cold executive functions. Based on this cognitive profiling, participants were then randomly divided into the two

matched training groups. All individuals first completed a foundational training block to ensure mastery of basic Wushu movements, including stance, balance, and the fundamental straight kick technique (Tan Tui). A pre-test was subsequently administered in a low-pressure environment to record baseline kicking performance for each group under their respective conditions (open or closed skill).

The core of the study was a four-week training program, comprising three 90-minute sessions per week. The open skill group practiced in a variable environment involving simulated combat with an opponent who executed defensive moves and light attacks, thereby promoting adaptability. Conversely, the closed skill group practiced by repetitively kicking a stationary bag in a stable environment, focusing on technical precision and power. Each session involved multiple sets of kicks, with coaches providing corrective feedback. Twenty-four hours following the final training session, a retention test was conducted under pre-test conditions to evaluate skill maintenance without any feedback. Finally, a transfer test was administered to assess performance under high-stress conditions; this simulated a competitive match complete with spectators, audible cheering, time pressure, and for the open skill group, active opponent attacks. State anxiety was measured immediately prior to this transfer test using the STAI.

Data analysis

All collected data were subjected to statistical analysis using SPSS software. Descriptive statistics, including means and standard deviations, were calculated to summarize the data. The normality of data distribution was confirmed using the Shapiro-Wilk test, and the homogeneity of variances was verified with Levene's test. To examine within-group changes across the different testing phases

(pre-test, retention, transfer) and between-group differences, a repeated-measures analysis of variance (ANOVA) was employed. Where significant main effects were identified, appropriate post-hoc tests were conducted for detailed pairwise comparisons. The alpha level for statistical significance was set at $p < 0.05$.

Results

The study cohort comprised two groups with mean ages of 16.47 and 16.27 years for the closed and open skill groups, respectively. The educational background of all 30 participants was distributed across high school grades, with 15 in grade 10, 10 in grade 11, and 5 in grade 12. Preliminary statistical assumptions were confirmed prior to main analyses. The Shapiro-Wilk test verified that all data points for motor skill performance across the pre-test, retention test, and transfer test phases were normally distributed for both groups. Furthermore, Levene's test established the homogeneity of variances across all testing stages, satisfying the necessary conditions for parametric analysis. Descriptive statistics revealed a clear pattern of improvement and subsequent decline in performance for both groups. The closed skill group demonstrated higher mean scores at every stage, starting from a pre-test mean of 4.20 (SD = 1.82), rising markedly to 10.46 (SD = 1.12) at retention, and then decreasing to 7.33 (SD = 1.49) under the pressure of the transfer test. The open skill group followed a similar trajectory, though from a lower baseline, with scores of 3.13 (SD = 1.18) at pre-test, 7.53 (SD = 1.64) at retention, and 6.13 (SD = 1.55) at transfer. Inferential analysis using repeated-measures ANOVA substantiated these observations. A highly significant improvement was found from pre-test to retention test for both the closed skill group (mean difference = 6.267,

$p < 0.001$) and the open skill group (mean difference = 4.400, $p < 0.001$). Conversely, a significant performance decrement was observed from the retention test to the high-pressure transfer test. This decline was more pronounced in the closed skill group (mean difference = -3.133, $p < 0.001$) than in the open skill group (mean difference = -1.400, $p = 0.007$).

Discussion:

The findings of this study present a dual role for cold executive functions in motor skill performance. The significant improvement in scores from pre-test to retention test for both open and closed motor skills indicates a strong positive influence of these cognitive functions on the initial acquisition and short-term retention of skills in novice athletes [7]. This aligns with established literature positing that cognitive processes like attention, working memory, and cognitive flexibility are fundamental for encoding new motor patterns and reinforcing neural pathways during the early stages of learning [8]. However, the pronounced decline in performance during the high-pressure transfer test introduces a critical nuance. The results suggest that under conditions simulating competitive stress, these same cold executive functions can negatively impact performance. This is likely attributable to the analytical, conscious, and often slower nature of cold executive processing, which can disrupt the fluid, automated execution required for optimal athletic performance [15]. In open-skill environments, this might manifest as delayed decision-making, while in closed-skill scenarios, it could lead to "paralysis by analysis," where over-conscious control impedes well-practiced movements [11]. This phenomenon of performance degradation under pressure, often termed "choking," is supported by theories such as

the processing efficiency theory, which argues that anxiety consumes cognitive resources that would otherwise be available for task execution [18]. The greater performance decline observed in the closed skill group is a particularly intriguing finding. It suggests that skills learned in a stable, predictable environment might be more susceptible to disruption under pressure compared to open skills, which are inherently trained within a variable context that may foster better stress adaptation. The study's focus on a martial arts context addresses a notable gap in the literature, highlighting the complex interplay between cognitive control and automaticity in a domain where rapid responses are paramount for success [7].

Conclusion

In conclusion, this study provides evidence that cold executive functions play a facilitative role in the acquisition and retention phases of motor learning for novice Wushu athletes. Nevertheless, these cognitive processes appear to have a detrimental effect on performance when athletes are subjected to high-pressure, competition-like conditions. This paradox underscores the necessity for training methodologies that evolve beyond pure technical repetition. Coaches should integrate psychological skills training, such as anxiety management and mindfulness, to help athletes regulate the potentially interfering effects of conscious control during performance, thereby promoting resilience under pressure [20].

The generalizability of these findings is tempered by certain limitations, including the inability to control for personality, socio-economic, and motivational variables, as well as the relatively short four-week intervention period. Future research should endeavor to create more homogenous participant samples and extend the training duration to investigate

long-term effects. Furthermore, exploring the neural correlates of this cognitive-motor interaction through neuroimaging techniques, and testing interventions like neurofeedback, would be valuable directions for subsequent studies [16]. Ultimately, a holistic training approach that harmonizes the development of cognitive skills with their strategic disengagement under pressure is crucial for optimizing athletic performance in competitive martial arts.

Keywords:

Cold executive functions, open and closed motor skills, psychological pressure, novice athletes, skill acquisition.

Article message

This study demonstrates the dual role of cold executive functions in motor skill performance among novice Wushu athletes. While these cognitive processes significantly enhanced the acquisition and retention of both open and closed skills, they negatively impacted performance under high-pressure conditions. The analytical nature of cold executive functions likely impedes rapid decision-making and automated execution during stress. These findings highlight a critical paradox for coaches: cultivating cognitive control is essential for learning, yet its over-engagement during competition can be detrimental. Training programs should therefore incorporate strategies to help athletes manage pressure and transition from cognitive control to automaticity.

Author Contributions

L.M. contributed to the conceptualization, methodology, investigation, data curation, formal analysis, and writing of the original draft. M.T.A. was responsible for supervision, project administration, methodology, validation, and writing—

review and editing. Z.F.R. contributed to the conceptualization, resources, validation, and writing—review and editing. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

All authors contributed equally to the conceptualization of the article and writing of the original and subsequent drafts.

Data Availability Statement

The datasets generated and analyzed during the current study are not publicly available due to ethical restrictions and privacy agreements concerning participant confidentiality. However, the corresponding author will consider reasonable requests for access to the anonymized data upon submission of a methodologically sound proposal.

Acknowledgements

The authors extend their sincere gratitude to all the dedicated athletes who participated in this study, without whom this research would not have been possible. We also acknowledge the support provided by the staff and administrators at the training facilities.

Ethical considerations

This research was conducted in full compliance with the ethical principles for human research, aligning with the Declaration of Helsinki and the specific internal regulations of the Faculty of Physical Education and Sport Sciences at the University of Tabriz. Participation was entirely voluntary. Before the study commenced, a thorough explanation of its purpose, procedures, potential benefits, and any foreseeable risks, along with assurances regarding data confidentiality and the unwavering right to withdraw at any moment,

was provided to both the participants and their parents or guardians. Written informed consent from parents and documented assent from the adolescents themselves were obtained. All participant data were meticulously coded and maintained with strict confidentiality, accessible exclusively to the research team. The intensity and content of the training sessions strictly adhered to the customary practices for beginner wushu training and were conducted under the direct supervision of qualified coaches. Participants were always afforded the opportunity to pause or rest as needed. Therefore, all ethical research guidelines were strictly observed, and no animals were utilized in this study. For a more detailed understanding of the ethical framework, please refer to the specific ethical guidelines provided by the University of Tabriz, Faculty of Physical Education and Sport Sciences.

Funding

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest for this article.

تأثیر کارکردهای اجرایی سرد بر سرعت یادگیری و اجرای مهارت‌های حرکتی باز و بسته در شرایط فشار روانی در ورزشکاران مبتدی

لیلا میکائیل^۱ ، محمدتقی اقدسی^۲ ، زهرا فتحی رضایی^۳ 

۱. گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهیدمدنی تبریز، ایران.

۲. گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

۳. دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، و مدیر گروه پژوهشی «مغز و حرکت»، پژوهشکده زیست فناوری، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۶/۰۲ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۷/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۱/۳۰ تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۴/۰۱ کلیدواژه‌ها: کارکرد اجرایی سرد، مهارت حرکتی باز و بسته، شرایط تحت فشار روانی، ورزشکاران مبتدی.	هدف: کارکردهای اجرایی سرد به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های شناختی کلیدی، نقش مهمی در یادگیری و اجرای مهارت‌های حرکتی در ورزشکاران ایفا می‌کنند. با این حال، تأثیر این کارکردها بر سرعت یادگیری مهارت‌های حرکتی باز و بسته در شرایط فشار روانی کمتر بررسی شده است. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر کارکردهای اجرایی سرد بر سرعت یادگیری و اجرای مهارت‌های حرکتی باز و بسته در شرایط فشار روانی در ورزشکاران مبتدی رشته ووشو انجام شد. روش‌ها: این مطالعه به‌صورت نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون و گروه کنترل انجام شد. جامعه آماری شامل دختران مبتدی رشته ووشو (بخش‌های تالو و ساندا) در رده سنی نوجوانان بود. از میان داوطلبان، ۳۰ نفر با کارکرد اجرایی سرد بالا به‌صورت تصادفی ساده به دو گروه مهارت‌های حرکتی باز و بسته تقسیم شدند. دوره تمرین شامل چهار هفته، هر هفته سه جلسه ۹۰ دقیقه‌ای بود که در هر جلسه، آزمودنی‌ها پنج بسته ده‌کوشی را تحت شرایط مشخص تمرین کردند. ابزارهای پژوهش شامل آزمون عصب‌روان‌شناختی خودکار کمبریج (۲۰۱۴)، تکنیک ضربه مستقیم با کف پا (تن‌توئه) و پرسشنامه اضطراب حالتی اسپیلبرگر (۱۹۷۰) بود. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS23 و تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر تجزیه و تحلیل شدند. یافته‌ها: نتایج نشان داد که کارکردهای اجرایی سرد تأثیر مثبت و معنی‌داری بر اکتساب، یادداری و انتقال مهارت‌های حرکتی باز و بسته داشت ($p < 0.05$). با این حال، این کارکردها تأثیر منفی و معنی‌داری بر اجرای مهارت‌های حرکتی باز و بسته در شرایط فشار روانی نشان دادند ($p < 0.05$). نتیجه‌گیری: کارکردهای اجرایی سرد به‌طور قابل‌توجهی بر سرعت یادگیری مهارت‌های حرکتی باز و بسته تأثیر مثبت دارند، اما در شرایط فشار روانی، عملکرد این مهارت‌ها تحت تأثیر منفی قرار می‌گیرد. این یافته‌ها می‌توانند در طراحی برنامه‌های تمرینی برای ورزشکاران مبتدی مورد استفاده قرار گیرند.

استناد: میکائیل، لیلا؛ اقدسی، محمدتقی؛ فتحی رضایی، زهرا. تأثیر کارکردهای اجرایی سرد بر سرعت یادگیری و اجرای مهارت‌های حرکتی باز و بسته در شرایط فشار

روانی در ورزشکاران مبتدی. مطالعات عملکردی در روانشناسی ورزشی، ۱۴۰۵، ۳ (۲)، ۲۴-۵.

DOI: [10.22091/frs.2026.13645.1098](https://doi.org/10.22091/frs.2026.13645.1098)



مقدمه

عملکرد ورزشی بهینه، به‌ویژه در محیط‌های رقابتی تحت فشار، مستلزم تعامل مؤثر بین مهارت‌های فیزیکی و توانمندی‌های شناختی و هیجانی ورزشکاران می‌باشد [۱]. در این میان، کارکردهای اجرایی^۱ به‌عنوان مجموعه‌ای از فرایندهای شناختی عالی، نقشی کلیدی در موفقیت ورزشکاران ایفا می‌کنند [۲]. بر اساس تقسیم‌بندی که اخیراً ارائه شده است، کارکردهای اجرایی شامل دو نوع کارکرد اجرایی سرد و گرم^۲ است. که در پژوهش حاضر کارکرد اجرایی سرد بررسی می‌گردد. کارکردهای اجرایی سرد شامل آن دسته از فرایندهایی است که «صرفاً» شناختی است؛ زیرا در زمینه‌های عاطفی خنثی ارزیابی می‌شوند [۳]. از این رو، آنها از نظر رفتاری از طریق وظایفی که عموماً زیربنای یک مؤلفه عاطفی نیستند و شامل مهارت‌هایی مانند برنامه ریزی، تغییر مجموعه، حافظه کاری (یا به روز رسانی) و بازداری است، بررسی می‌شوند [۴]. کارکردهای اجرایی سرد به احتمال زیاد توسط دست‌کاری مفاهیم انتزاعی، اعداد یا حروف برانگیخته می‌شوند. فراشناخت، انعطاف‌پذیری شناختی، توجه، بازداری، برنامه‌ریزی، حافظه کاری و حل مسئله جزئی از کارکردهای اجرایی سرد است [۵]. در حوزه روان‌شناسی ورزشی، توجه به نقش این کارکرد اجرایی می‌تواند در درک سازوکارهای شناختی مؤثر بر مهارت‌های حرکتی باز و بسته اهمیت ویژه‌ای داشته باشد؛ البته لازم به ذکر است که تا کنون پژوهش‌های انجام شده به تأثیر مهارت حرکتی باز و بسته بر کارکردهای اجرایی پرداخته‌اند [۶، ۷]؛ اما به نظر می‌رسد که باتوجه به این کشف و تقسیم‌بندی تازه از کارکردهای اجرایی به دو نوع سرد و گرم، لازم است که نقش این کارکردها و تأثیر آنها بر مهارت‌های حرکتی ورزشکاران بیشتر مورد توجه قرار بگیرد؛ البته که نتایج موجود در این زمینه هنوز متناقض است و جای بحث و مناقشه دارد؛ اما لازم و ضروری است که در خصوص تأثیر کارکرد اجرایی سرد بر مهارت‌های حرکتی باز و بسته پژوهش‌هایی صورت گیرد تا نقش این کارکردها بر مهارت حرکتی باز و بسته^۳ روشن و مشخص گردد [۸]. در واقع می‌توان گفت که دو متغیر یادگیری حرکتی و کارکردهای اجرایی دو متغیر جدا از هم نیستند؛ بلکه با یکدیگر ارتباط برقرار می‌نمایند و زمینه را برای تسریع در بهبود یادگیری حرکتی فراهم می‌نمایند [۹]. به‌علاوه ثابت شده است که مکانیسم‌های زیربنایی عملکرد اجرایی در برنامه‌ریزی حرکتی تأثیرگذار است و عملکرد بهتر قشرهای مربوط به این بخش در یادگیری حرکتی مؤثر است [۱۰].

مهارت‌های حرکتی را می‌توان به مهارت‌های حرکتی باز و بسته تقسیم کرد. مهارت‌های باز در یک محیط پویا و در حال تغییر انجام می‌شود، درحالی‌که مهارت‌های بسته در یک محیط قابل‌پیش‌بینی و ایستا انجام می‌شود. براین اساس، حالت‌های تمرین را می‌توان به تمرین مهارت باز و تمرین مهارت بسته طبقه‌بندی کرد. مهارت‌های حرکتی باز شامل محیط‌های غیرقابل‌پیش‌بینی، تصمیم‌گیری فعال و سازگاری مداوم است که در آن شرکت‌کنندگان باید پاسخ‌ها را به محرک‌ها خارجی به طور تصادفی تغییر دهند؛ بنابراین این مهارت‌ها عمدتاً ادراکی است و یادگیری و سرعت یادگیری آنها نیز تحت تأثیر محیط خارجی می‌باشد [۱۱]؛ پس باتوجه به مطالب گفته شده اجرای مهارت‌های باز در یک زمینه عملکردی به سطح بالایی از توجه بصری، توانایی تصمیم‌گیری سریع و انعطاف‌پذیر و اجرای سریع حرکت نیاز دارد [۱۲]؛ اما مهارت‌های حرکتی بسته در یک محیط نسبتاً پایدار و قابل‌پیش‌بینی انجام می‌شوند که در آن مهارت‌های حرکتی از الگوهای تعیین شده پیروی می‌کنند. این مهارت‌ها تمایل به خود گامی دارند؛ زیرا نیازهای شناختی و الزامات تصمیم‌گیری کمتری در یادگیری آنها وجود دارد [۱۳]. باتوجه به مطالب گفته شده می‌توان گفت که مهارت‌های حرکتی باز به سطوح بالاتری از کارکردهای اجرایی نیاز دارد و مهارت‌های حرکتی بسته با سطوح پایین‌تری از کارکرد اجرایی نیازمند است [۱۴]. ورزش‌های با مهارت‌های باز ممکن است نیاز بیشتری به مهارت‌های بازدارندگی افراد داشته باشد [۱۵]؛ زیرا افراد باید به سرعت واکنش‌های غالب را به دلیل اقدامات خودبه‌خود و غیرمنتظره سایر بازیکنان در زمین مهار کنند. درعین حال، به نظر می‌رسد که در ورزش‌های با مهارت‌های بسته، نیاز به بازداری کمتر باشد؛ زیرا این نوع ورزش‌ها شامل اقدامات تکراری و قابل‌پیش‌بینی بیشتری است [۱۴]. به‌این ترتیب، افراد باید به طور انعطاف‌پذیری رفتار و طرز فکر خود را هنگام درگیر شدن در ورزش‌های با مهارت‌های باز تغییر دهند؛ زیرا اهداف رفتاری ممکن است از لحظه‌ای به لحظه دیگر تغییر کنند (از حمله به دفاع) که ممکن است نیازهای زیادی را برای مهارت‌های تعویض افراد ایجاد کند [۱۶]. حتی افرادی که در ورزش‌های با مهارت‌های بسته شرکت می‌کنند ممکن است نیاز داشته باشند که به طور انعطاف‌پذیری با رویدادهای غیرقابل‌پیش‌بینی نیز سازگار شوند (اجتناب از معنی روی زمین هنگام دویدن)، باین حال فراوانی چنین رویدادهایی در مقایسه با ورزش‌های با مهارت باز کمتر است. در نتیجه، از آنجایی که ورزش‌های با مهارت بسته با حرکات ثابت و تکراری‌تر مشخص می‌شوند، درگیری در این نوع ورزش ممکن است با تقاضای کمتر در

¹ Executive function

² Hot and Cold Executive function

³ Open and closed motor skills

مهارت‌های تعویض مرتبط باشد. پس باتوجه به ماهیت غیرقابل پیش‌بینی ورزش‌های با مهارت‌های باز در مقایسه با ورزش‌های با مهارت بسته، افراد ممکن است مجبور شوند اطلاعات را در حافظه کاری سریع‌تر و کارآمدتر به‌روزرسانی کنند [۱۴]. از سوی دیگر، کارکردهای اجرایی سرد شامل فرایندهای شناختی خنثی از بار هیجانی است، مانند برنامه‌ریزی، بازداری، و حافظه کاری که عمدتاً در تکالیف انتزاعی فعال می‌شود [۳]. این کارکردها در تمایز با نوع گرم، که در موقعیت‌های هیجانی درگیر است، نقش کلیدی در هماهنگی رفتارهای پیچیده ایفا می‌کند [۴]. در همین راستا پژوهش‌های فورمنتی و همکاران [۱۷] و لودیگا^۱ و همکاران [۱۸] نشان داده است که افرادی که ورزش‌های با مهارت‌های حرکتی باز انجام می‌دهند در مقایسه با افرادی که ورزش‌های با مهارت‌های حرکتی بسته انجام می‌دهند به بازدارندگی بیشتری نیاز دارند. پس باتوجه به مطالب گفته شده به نظر می‌رسد که کارکردهای اجرایی سرد نقش مهمی در مهارت‌های حرکتی باز و بسته دارند؛ البته لازم به ذکر است که بر اساس پژوهش‌های احمدی و همکاران [۱۹] و غفوری آذر و همکاران [۲۰] نباید نقش شرایط تحت‌فشار را در اجرای مهارت‌های حرکتی باز و بسته و فرایندهای تحت پوشش کارکردهای اجرایی سرد و نادیده گرفت؛ بنابراین می‌توان انتظار داشت که رزمی‌کاران نیز که جامعه مورد مطالعه این پژوهش است به هنگام قرارگرفتن تحت‌فشار عملکرد متفاوتی را از خود در عملکرد اجرایی سرد و یادگیری مهارت‌های باز و بسته از خود نشان دهند. شرایط مختلف فشار روانی و فشار روانی، اغلب در اجرای مهارت‌های حرکتی و ورزشی وجود دارند. اکثر ورزشکاران تمرینات بدنی سخت و طاقت‌فرسایی را انجام می‌دهند تا در شرایط مسابقه بتوانند بهترین اجرای خود را داشته باشند و نتیجه تمرینات خود را بگیرند. با این وجود، بعضی مواقع در اثر شرایط موجود و خاص در طول مسابقه، عملکرد آنها ضعیف شده و حتی ضعیف‌تر از آنچه که در تمرینات داشتند، عمل می‌کنند. به این پدیده، انسداد تحت‌فشار می‌گویند. انسداد تحت‌فشار پدیده‌ای است که در اثر شرایط با فشار زیاد رخ می‌دهد و باعث افت در عملکرد می‌شود که بازیکن قبلاً در تمرینات قادر به انجام آن بوده است [۲۱]. این شرایط منجر به افزایش نیازها و درخواست‌های محیطی و درونی از منابع توجهی ورزشکار می‌شود. این نیازها می‌تواند جهت‌دهی توجه را به منابع درونی و بیرونی مرتبط با تکلیف و منابع نامرتبط با تکلیف همچون محیط، جمعیت حاضر، تجهیزات، هیجان، افکار، احساسات و نگرانی از اجرای مهارت سوق دهنده طور معمول فرض می‌شود شرایط تحت‌فشار، سبب افزایش سطح اضطراب شده و سطح اضطراب را میزان فشار درک شده در نظر می‌گیرند [۲۲]. در همین راستا نظریه‌های حواس‌پرتی بیان می‌کنند که فشار بالا از طریق انتقال توجه و دور کردن منابع حافظه کاری از انجام تکلیف (کارکرد اجرایی سرد)، منجر به افت عملکرد می‌شود، نظریه‌های نمایش آشکار بیان می‌کنند که فشار بالا منجر به انتقال توجه بیشتر به فرایند مهارت و طرح حرکتی می‌شود [۲۰]. مطالعات اخیر نشان می‌دهد که ورزش‌های باز مهارت‌های بازداری را بیشتر تقویت می‌کند [۱۴]، اما تاثیر فشار روانی بر این فرایندها در مهارت‌های بسته کمتر مورد توجه قرار گرفته است [۲۳]. همچنین در نظریه توجه آیزنک و کالوو [۲۴]، بیان کردند که شرایط فشار روانی باعث می‌شود توجه افراد از تکلیف اصلی مورد نظر به محرک‌های نامرتبط با تکلیف همچون نگرانی درباره عملکرد تکلیف و یا جمعیت و محیط اجرای تکلیف انتقال داده شود. این جریان انتقال توجه، منجر به اختلال در اثربخشی و کارایی اجرای تکلیف شده و منجر به افت در عملکرد حرکتی (مهارت‌های باز و بسته) می‌شود [۱۹].

بنابراین با وجود اهمیت کارکردهای اجرایی در ورزش، ضرورت بررسی تاثیر سرد بر مهارت‌های حرکتی باز/بسته تحت فشار در نواآموزان رزمی برجسته است، زیرا مطالعات پیشین عمدتاً بر کودکان با اختلالات تمرکز یافته و خلأ در زمینه ورزشکاران سالم نوجوان وجود دارد [۶]. نوآوری این پژوهش در ادغام ارزیابی CANTAB^۲ با پروتکل فشار واقعی در ووشو است که تاکنون بررسی نشده. باتوجه به مطالب گفته شده تا کنون پژوهش‌های اندکی در رابطه با عملکرد تحت‌فشار ورزشکاران به‌خصوص رزمی‌کاران به انجام رسیده است. پژوهش‌های انجام شده بیشتر بر روی سطوح بالایی شناختی؛ مانند توجه این ورزشکاران به انجام رسیده است و تا کنون پژوهشی به بررسی کارکردهای اجرایی سرد و سرعت یادگیری مهارت‌های حرکتی باز و بسته ورزشکاران (رزمی‌کاران) در شرایط تحت‌فشار نپرداخته است و از آنجایی که نقص در کارکرد اجرایی سرد در شرایط تحت‌فشار می‌تواند منجر به نقص در توجه و تمرکز و در نهایت افت عملکرد ورزشکار در شرایط مسابقه شود و همچنین سرعت یادگیری پایین مهارت‌های حرکتی باز و بسته در شرایط تحت‌فشار منجر به کاهش کیفیت تکنیک‌های ارائه شده توسط ورزشکار در شرایط مسابقه و در نهایت حذف و شکست او در میادین بزرگ می‌شود، انجام این پژوهش ضمن پر کردن خلأ نظری موجود می‌تواند مربیان و کسانی که در آموزش به این رزمی‌کاران نقش پر رنگی دارند کمک کند تا بتوانند به ورزشکاران کمک کرده تا در شرایط مسابقه و فشار تماشاگر که میزان اضطراب تشدید می‌گردد کارکردهای اجرایی سرد و سرعت یادگیری مهارت‌های باز و بسته خود را در شرایط تحت‌فشار ارتقا دهند تا در مسابقات مهم عملکرد

¹ Ludyga² Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery

بهتری از خود نشان دهند؛ بنابراین باتوجه به مطالب گفته شده محقق در این پژوهش به دنبال پاسخ‌گویی به این سؤال است که آیا کارکردهای اجرایی سرد بر مهارت‌های حرکتی باز و بسته رزمی‌کاران در شرایط تحت فشار تأثیرگذار است؟

روش پژوهش

طرح پژوهش

این مطالعه به روش نیمه‌تجربی و با به کارگیری طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه‌های کنترل و اندازه‌گیری مکرر در دو شرایط بدون فشار و پراسترس به انجام رسید. پژوهش حاضر به صورت میدانی و در محیط طبیعی تمرین ورزشکاران اجرا شد تا شرایط تا حد امکان به واقعیت محیط‌های ورزشی نزدیک باشد.

شرکت‌کننده‌ها

جامعه آماری اولیه شامل ۱۵۰ ورزشکار نوجوان ووشو (ساندا) در تبریز بود. از این تعداد، ۴۵ نفر از طریق فراخوان داوطلبانه در باشگاه‌ها انتخاب اولیه شدند و پس از ارزیابی CANTAB، ۳۰ نفر با کارکرد سرد بالا گزینش گردیدند، پس از انتخاب نهایی شرکت‌کنندگان، آن‌ها با استفاده از روش تصادفی‌سازی با کیسه (Draw Lots) به دو گروه ۱۵ نفره تقسیم شدند. برای این منظور، ۳۰ کارت شماره‌دار (۱۵ عدد با برچسب «باز» و ۱۵ عدد با برچسب «بسته») در یک کیسه قرار داده شد و هر شرکت‌کننده یک کارت را به صورت کور انتخاب کرد. حجم نمونه بر اساس فرمول کوکران ($n = Z^2pq / d^2$)؛ $d=0.05$ ، $p=q=0.5$ ، $Z=1.96$ تعیین شد. ملاک‌های ورود به مطالعه شامل قرارگیری در بازه سنی ۱۵ تا ۱۸ سال، نداشتن هرگونه مصدومیت که مانع انجام فعالیت‌های پر فشار ورزشی شود، ارائه رضایت‌نامه آگاهانه از سوی خود فرد و والدینش، و نداشتن سابقه آشنایی قبلی با مهارت حرکتی مورد آزمون (ضربه یا مستقیم یا تن توه) بود. از سوی دیگر، ملاک‌های خروج از مطالعه شامل انصراف از ادامه مشارکت در هر مرحله از پژوهش، تشخیص وجود نشانه‌هایی از افسردگی یا اهمال‌کاری (افسردگی از طریق پرسشنامه-BDI II و ارزیابی روانشناختی اولیه تشخیص داده می‌شد)، و غیبت در بیش از دو جلسه از برنامه تمرینی بود.

ابزار

برای جمع‌آوری داده‌ها از سه ابزار اصلی زیر استفاده شد.

آزمون عصب-روانشناختی خودکار کمبریج (CANTAB)

این آزمون در سال (۲۰۱۴) به روز رسانی شده و برای سنجش توانایی‌های عصب-روانشناختی بکار می‌رود که این آزمون به صورت کامپیوتری روی تبلت اجرا می‌شود، چهار زیر مقیاس از این آزمون را برای سنجش کارکردهای اجرایی سرد انتخاب خواهد شد: ۱) آزمون ابعاد درونی-بیرونی تغییر (IED^۱) برای عامل تغییر، ۲) تکلیف استپ سیگنال (SST^۳) برای عامل بازداری و ۳) آزمون حافظه کاری فضایی (SWM^۴) برای عامل بروزرسانی و آزمون قمار کمبریج (CGT^۵) برای ریسک‌پذیری. نمره‌گذاری بر اساس تعداد خطاها، زمان واکنش، و استراتژی‌ها (مانند خطای بازگشتی در SWM) است. آزمون خودکار عصب-روانشناختی کانتب، ابزار معتبر بسیار قوی برای اندازه‌گیری ابعاد شناختی در افراد مختلف می‌باشد که در کشورهای مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد [۲۵]. تورنسترا^۶ و همکاران [۲۶] روایی و پایایی این آزمون را ۰/۸۳ گزارش کردند. بسطامی و همکاران (۲۰۲۳) روایی و پایایی این آزمون را از منابع مختلف بین ۰/۷۸ تا ۰/۸۵ گزارش کردند [۲۷].

ضربه یا مستقیم با کف پا (تن توه)^۷

ضربه یا مستقیم (تن توه) شامل بلند کردن پا از زمین، کشش مستقیم به جلو با کف پا، و بازگشت به موقعیت اولیه است. در مهارت باز، اجرا در مقابل حریف متحرک نیازمند سازگاری با تغییرات (تصمیم‌گیری آنی، مانند تنظیم جهت بر اساس حرکت حریف) است؛ در مهارت بسته، روی

¹ Beck Depression Inventory-II

² Intra-Extra Dimensional Set Shift

³ Stop Signal Task

⁴ Spatial Working Memory

⁵ Cambridge Gambling Task

⁶ Toornstra

⁷ Teng Tui

کیسه ثابت با الگوی تکراری و بدون نیاز به سازگاری محیطی انجام می‌شود. نحوه امتیاز دهی به این حرکت بر اساس قوانین فدراسیون جهانی وو شو (۲۰۱۷) بود (طبق قوانین IWUF, 2017).

پرسشنامه اضطراب اسپیلبرگر

این پرسشنامه در سال ۱۹۷۰ و توسط اسپیلبرگر ساخته شده است [۲۸]. پرسشنامه اضطراب اسپیلبرگر شامل دو مولفه رگه اضطراب^۱ و حالت اضطراب^۲ است که آن را در قالب ۴۰ سؤال برای هر مؤلفه ۲۰ سؤال می‌سجد. در این پژوهش از بخش اضطراب حالتی استفاده شد. همچنین پرسشنامه STAI برای تایید سطح اضطراب پیش از انتقال استفاده شد؛ داده‌ها برای کورلاسیون با عملکرد تحلیل گردید. در پژوهش شیخ الاسلامی و سید اسماعیلی (۱۳۹۳) ضریب همسانی این آزمون به شیوه آلفای کرونباخ ۰/۸۲ به دست آمد [۲۹]. اعتبار آن به روش همسانی درونی در کار با بزرگسالان، دانشجویان و فراخوانندگان ارتش ۰/۹۵ - ۰/۸۶، به روش آزمون - بازآزمون برای دانش‌آموزان ۰/۷۷ و برای دانشجویان ۰/۷۰ گزارش شده است [۳۰]. در هنجاریابی آزمون در ایران اعتبار آزمون - بازآزمون برای مقیاس رگه اضطراب ۰/۶۵ تا ۰/۸۶ ضریب آلفای کرونباخ برای حالت اضطراب ۰/۹۲ محاسبه شد [۲۲].

تشخیص کارکرد اجرایی سرد

در این مطالعه، چهار خرده‌آزمون از مجموعه آزمون‌های CANTAB برای تشخیص کارکرد اجرایی سرد مورد استفاده قرار گرفت. هر یک از این آزمون‌ها ابعاد مختلفی از کارکرد اجرایی را ارزیابی می‌کنند و بر این اساس، آزمودنی‌ها در دو گروه قرار گرفتند. تقسیم‌بندی بر اساس عملکرد در زیرمقیاس‌ها انجام شد [۳۱]؛ خط برش: خطاها > میانگین - SD₁ در IED/SST/SWM، ریسک > ۵۰٪ در CGT (نرم‌های استاندارد جهانی CANTAB با انطباق محلی در ایران مطابق مطالعه باستانی انجام شد [۲۷]. (۱) آزمون ابعاد درونی-بیرونی تغییر (IED) عامل تغییر، این آزمون برای سنجش انعطاف‌پذیری شناختی طراحی شده است و میزان خطای فرد در تغییر الگوها و انطباق با شرایط جدید را اندازه‌گیری می‌کند. در اینجا آزمودنی‌هایی که خطای کمتری در تغییر الگو داشتند، دارای کارکرد اجرایی سرد در نظر گرفته شدند، زیرا انعطاف‌پذیری شناختی بیشتری نشان داده‌اند و تصمیماتشان مبتنی بر پردازش منطقی‌تر و کنترل‌شده‌تر بوده است. (۲) تکلیف استپ سیگنال (SST) عامل بازداری، این آزمون توانایی بازداری پاسخ‌های نامناسب را ارزیابی می‌کند. در اینجا: آزمودنی‌هایی که تعداد خطای کمتری در بازداری پاسخ‌هایشان داشتند، دارای کارکرد اجرایی سرد در نظر گرفته شدند، زیرا توانایی بهتری در کنترل تکانه‌ها و تصمیم‌گیری مبتنی بر پردازش شناختی دقیق‌تر داشتند. (۳) آزمون حافظه کاری فضایی (SWM) (عامل به‌روزرسانی)، این آزمون توانایی به‌روزرسانی و نگهداری اطلاعات در حافظه کاری را می‌سنجد. در اینجا: آزمودنی‌هایی که خطای بازگشتی کمتری داشتند و از استراتژی منظم‌تری برای حل مسئله استفاده کردند، دارای کارکرد اجرایی سرد در نظر گرفته شدند، زیرا عملکرد آن‌ها مبتنی بر پردازش شناختی ساختارمندتر و کنترل‌شده‌تر بود. آزمون قمار کمبریج (CGT) عامل ریسک‌پذیری، این آزمون میزان ریسک‌پذیری فرد در شرایط عدم قطعیت را ارزیابی می‌کند. در اینجا: آزمودنی‌هایی که ریسک کمتری کردند و تصمیمات محتاطانه‌تری گرفتند، دارای کارکرد اجرایی سرد در نظر گرفته شدند، زیرا تصمیمات آن‌ها بر مبنای ارزیابی منطقی‌تر و پردازش شناختی دقیق‌تری بوده است.

پروتکل

پروتکل اجرایی این پژوهش در هفت مرحله متوالی و به دقت طراحی شده، انجام پذیرفت. مرحله اول: ارزیابی مقدماتی و گروه‌بندی. در این مرحله، تمامی داوطلبان با استفاده از آزمون CANTAB مورد ارزیابی قرار گرفتند تا سطح کارکردهای اجرایی سرد آن‌ها سنجیده شود. بر این اساس، افرادی که در خرده‌آزمون‌های IED خطای کمتر (انعطاف‌پذیری بالاتر)، در SST خطای بازداری کمتر، در SWM خطای بازگشتی کمتر و استراتژی منظم‌تر (به‌روزرسانی بهتر)، و در CGT ریسک‌پذیری کمتر و تصمیم‌گیری محتاطانه‌تری نشان دادند، به عنوان افراد دارای کارکرد اجرایی سرد قوی انتخاب شدند. سپس این افراد به صورت تصادفی در دو گروه مهارت باز و بسته جایگزین شدند.

مرحله دوم: آموزش اولیه در ۲ جلسه ۶۰ دقیقه‌ای توسط مربی واجد صلاحیت فدراسیون جهانی وو شو IWUF^۳ به شکل گروهی کوچک (۵-۷ نفر) ارائه شد. این آموزش شامل یادگیری اصول اولیه و حرکات پایه این رشته، از قبیل نحوه ایستادن صحیح، حفظ تعادل، جابه‌جایی، و

1 Trait Anxiety

2 State Anxiety

3 International Wushu Federation

حرکات دفاعی و تهاجمی ابتدایی بود. در ادامه، تکنیک مورد پژوهش، یعنی ضربه مستقیم پا (تن توئه) به صورت تئوری و عملی و مطابق با معیارهای امتیازدهی فدراسیون جهانی ووشو به آن‌ها آموزش داده شد و تحت نظارت مربی یک بار آن را تمرین کردند.

مرحله سوم: پیش‌آزمون. بلافاصله پس از آموزش اولیه، پیش‌آزمون در یک محیط کاملاً آرام و عاری از هرگونه عامل استرس‌زا برگزار شد. هر شرکت‌کننده می‌بایست پنج بلوک ده کوششی از ضربه تن توئه را اجرا کند. گروه مهارت باز این ضربات را در شرایط شبیه‌سازی شده مبارزه و در مقابل یک حریف انسانی که حرکات دفاعی و جابه‌جایی انجام می‌داد، انجام داد. گروه مهارت بسته ضربات خود را به یک کیسه بکس ثابت و در محیطی پایدار و قابل پیش‌بینی وارد کرد. پس از هر ضربه، امتیاز آن بر اساس معیارهای فدراسیون جهانی ثبت شد. میانگین نمرات پنج بلوک به عنوان نمره پایه هر فرد در نظر گرفته شد.

مرحله چهارم: دوره آموزشی چهار هفته‌ای. دوره اصلی تمرین به مدت چهار هفته و در قالب سه جلسه ۹۰ دقیقه‌ای در هر هفته برگزار شد. در هر جلسه، شرکت‌کنندگان در شرایط گروهی خود به تمرین پرداختند. حریفان تمرینی چرخشی اما با پروتکل استاندارد (حرکات دفاعی/حمله ثابت) بودند تا تغییرپذیری حداقل شود؛ ارزیابی پیشین حریفان برای همگنی انجام گرفت. بازخورد اصلاحی پس از هر بلوک ۱۰ کوششی ارائه می‌شد. گروه مهارت باز، ضربه تن توئه را در شرایط شبیه‌سازی شده مبارزه و در مقابل حریفی که علاوه بر حرکات دفاعی، حملات سبک نیز انجام می‌داد، تمرین می‌کرد تا شرایطی نزدیک به مسابقه واقعی فراهم شود. گروه مهارت بسته، همان ضربه را به صورت تکراری و با تمرکز بر دقت، قدرت و سرعت، در مقابل یک کیسه بکس ثابت و در محیطی پایدار تمرین می‌کرد. در هر جلسه، هر فرد پنج بلوک ده کوششی را اجرا می‌کرد و پس از هر کوشش، بازخورد فوری و اصلاحی از سوی مربی دریافت می‌کرد.

مرحله پنجم: آزمون یادداری (پس‌آزمون). ۲۴ ساعت پس از پایان آخرین جلسه تمرین، این آزمون به منظور سنجش میزان تثبیت و نگهداری مهارت آموخته شده، و در شرایطی کاملاً مشابه با پیش‌آزمون (بدون فشار و بدون ارائه بازخورد) برگزار شد. هر شرکت‌کننده پنج بلوک ده کوششی را اجرا کرد و نمرات بر اساس مقیاس ۱۰-۰ IWUF ثبت شد: دقت (۴ امتیاز)، قدرت (۳)، سرعت (۲)، تعادل (۱) ثبت شد.

مرحله ششم: آزمون انتقال (اجرا تحت فشار روانی). این مرحله با هدف سنجش توانایی انتقال مهارت به شرایط پراسترس و شبیه‌سازی شده مسابقه انجام شد. افزایش حملات حریف در آزمون انتقال با هدف شبیه‌سازی شرایط رقابتی واقعی طراحی شد. بر اساس نظریه فشار به‌عنوان تهدید محیطی [۲۴]، افزایش پیش‌بینی‌ناپذیری محیط (مانند حملات غیرمنتظره حریف) یکی از مؤثرترین راه‌های القای فشار روانی در ورزش‌های رزمی است. این روش در مطالعات مشابه نیز به‌کار گرفته شده است [۱۹]. برای ایجاد فشار روانی، عواملی همچون حضور تماشاگران و داوران، پخش صدای تشویق و فریاد، اعمال محدودیت زمانی برای اجرای هر ضربه، و برای گروه مهارت باز، افزایش حملات حریف در نظر گرفته شد. پیش از آغاز آزمون، سطح اضطراب شرکت‌کنندگان با پرسشنامه STAI اندازه‌گیری شد. آزمون انتقال ۴۸ ساعت پس از یادداری انجام گرفت. سپس هر فرد پنج بلوک ده کوششی را در این شرایط اجرا کرد و نمرات وی ثبت گردید.

تحلیل داده‌ها

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۳ استفاده شد. در ابتدا از آمار توصیفی (میانگین و انحراف معیار) برای توصیف داده‌ها بهره گرفته شد. سپس، به منظور بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک و برای بررسی برقراری فرضیات همگنی واریانس‌ها از آزمون لون استفاده گردید. برای پاسخ به سؤال اصلی پژوهش و مقایسه عملکرد گروه‌ها در مراحل مختلف اندازه‌گیری (پیش‌آزمون، یادداری و انتقال)، از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر^۱ استفاده شد. در صورت مشاهده اثر اصلی معنی‌دار، از آزمون‌های تعقیبی مناسب برای مشخص کردن محل تفاوت‌ها بهره گرفته شد. در صورت مشاهده اثر اصلی معنی‌دار، از آزمون‌های تعقیبی بنفرون^۲ برای تنظیم چندمقایسه‌ای بهره گرفته شد. سطح معنی‌داری برای تمامی تحلیل‌ها $p < 0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

این پژوهش با هدف بررسی تأثیر کارکرد اجرایی سرد بر مهارت‌های حرکتی باز و بسته در شرایط تحت‌فشار روانی ورزشکاران به انجام رسید. بررسی اطلاعات توصیفی آزمودنی‌ها نشان می‌دهد که میانگین سنی دو گروه مورد آزمایش کارکرد اجرایی سرد/مهارت بسته، کارکرد اجرایی سرد/مهارت باز به ترتیب 16.47 ± 0.92 و 16.27 ± 0.88 بود. در خصوص تحصیلات افراد شرکت‌کننده باید گفت که ۱۵ نفر از این افراد در

پایه دهم، ۱۰ نفر یازدهم و ۵ نفر در پایه دوازدهم تحصیل می‌کردند. برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک^۱ استفاده شد که نتایج آن برای متغیرهای وابسته پژوهش، یعنی مهارت‌های حرکتی بسته و باز، برای دو گروه آزمایش در سه مرحله پیش‌آزمون، پس‌آزمون (آزمون یادداری)، و آزمون تحت فشار (آزمون انتقال)، در جدول (۱) آمده‌اند. در صورتی که مقدار احتمال (p-value) در ذیل ستون Sig. بیشتر از ۰/۰۵ باشد، می‌توان گفت که توزیع داده‌ها نرمال است. با توجه به جدول (۱)، نتایج آزمون شاپیرو-ویلک نشان می‌دهد که توزیع داده‌های مهارت‌های حرکتی هر دو گروه در هر سه مرحله پیش‌آزمون، پس‌آزمون، و تحت فشار نرمال است. بنابراین، می‌توان گفت توزیع داده‌ها در پژوهش حاضر از پیش‌فرض نرمال بودن داده‌ها تخطی نکرده‌اند.

جدول ۱- نتایج آزمون نرمال بودن شاپیرو-ویلک نمرات عملکرد حرکتی

Table 1- Results of the Shapiro-Wilk normality test for motor performance scores

نتیجه Result	مقداری p-value	آماره W Test statistic	مرحله Stage	گروه Group
نرمال Normal	0.268	0.929	پیش‌آزمون Pre-test	کارکرد اجرایی سرد/مهارت بسته
نرمال Normal	0.113	0.905	یادداری (پس‌آزمون) Retention (Post-test)	Cold executive function/closed skills
نرمال Normal	0.170	0.917	انتقال (تحت فشار) Transfer (Under Pressure)	
نرمال Normal	0.279	0.931	پیش‌آزمون Pre-test	کارکرد اجرایی سرد/مهارت باز
نرمال Normal	0.525	0.950	یادداری (پس‌آزمون) Retention (Post-test)	Cold executive function/open skill
نرمال Normal	0.152	0.913	انتقال (تحت فشار) Transfer (Under Pressure)	

جهت بررسی پیش‌فرض همگنی واریانس‌ها از آزمون لوین^۲ استفاده شد که نتایج آن برای متغیرهای وابسته پژوهش، یعنی مهارت‌های حرکتی بسته و باز در سه مرحله پیش‌آزمون، پس‌آزمون (آزمون یادداری)، و آزمون تحت فشار (آزمون انتقال)، در جدول (۲) آمده‌اند. در صورتی که مقدار احتمال (p-value) در ذیل ستون Sig. بیشتر از ۰/۰۵ باشد، می‌توان گفت که فرض همگنی واریانس‌ها برقرار است. با توجه به جدول (۲)، نتایج آزمون لوین نشان می‌دهد که واریانس نمرات مهارت‌های حرکتی دو گروه در هر سه مرحله پیش‌آزمون، پس‌آزمون، و آزمون تحت فشار همگن است.

جدول ۲- نتایج آزمون همگنی واریانس‌های لوین

Table 2- Results of Levine's homogeneity of variances test

نتیجه Results	مقداری p-value	آماره Test statistic	مرحله Stage
همگن Homogeneous	0.538	0.731	پیش‌آزمون Pre-test
همگن Homogeneous	0.732	0.431	یادداری (پس‌آزمون) Retention (Post-test)
همگن Homogeneous	0.987	0.045	انتقال (تحت فشار) Transfer (Under Pressure)

در ادامه شاخص‌های آماری مربوط به متغیرهای پژوهش حاضر، یعنی مهارت‌های حرکتی بسته و باز، برای دو گروه آزمایش در سه مرحله

1 Shapiro-Wilk test

2 Levene's test

پیش‌آزمون، پس‌آزمون (آزمون یادداری)، و آزمون تحت فشار (آزمون انتقال)، در جدول (۳) ارائه می‌گردد.

جدول ۳- شاخص‌های توصیفی نمرات عملکرد حرکتی در سه مرحله

Table 3- Descriptive indices of motor performance scores in three stages

میانگین Mean	فراوانی Frequency	مرحله Stage	گروه Group
4.20±1.82	15	پیش‌آزمون Pre-test	کارکرد اجرایی سرد/مهارت بسته Cold executive function/closed skills
10.46±1.12	15	یادداری (پس‌آزمون) Retention (Post-test)	
7.33±1.49	15	انتقال (تحت فشار) Transfer (Under Pressure)	
3.13±1.18	15	پیش‌آزمون Pre-test	کارکرد اجرایی سرد/مهارت باز Cold executive function/open skill
7.53±1.64	15	یادداری (پس‌آزمون) Retention (Post-test)	
6.13±1.55	15	انتقال (تحت فشار) Transfer (Under Pressure)	

شاخص‌های آماری مربوط به نمرات مهارت‌های حرکتی در مرحله پیش‌آزمون در جدول (۳) نمایش داده شده‌اند. طبق نتایج این جدول، گروه کارکرد اجرایی سرد/مهارت بسته، بالاترین میانگین را در میان دو گروه داراست ($M = 4/20$). پس از آن، گروه کارکرد اجرایی سرد/مهارت باز با میانگین ۳/۱۳، قرار دارد. همچنین شاخص‌های آماری مربوط به نمرات مهارت‌های حرکتی در مرحله پس‌آزمون در جدول (۳) نمایش داده شده‌اند. طبق نتایج این جدول، گروه کارکرد اجرایی سرد/مهارت بسته، بالاترین میانگین را در میان دو گروه داراست ($M = 10/46$). پس از آن، گروه کارکرد اجرایی سرد/مهارت باز با میانگین ۷/۵۳، به‌ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار دارد. همچنین شاخص‌های آماری مربوط به نمرات مهارت‌های حرکتی در مرحله تحت فشار در جدول (۳) نمایش داده شده‌اند. طبق نتایج این جدول، گروه کارکرد اجرایی سرد/مهارت بسته، بالاترین میانگین را در میان دو گروه داراست ($M = 7/23$). گروه کارکرد اجرایی سرد/مهارت باز با میانگین ۶/۱۳، بدر رتبه بعدی است.

همچنین نتایج جدول (۴) مقایسه میانگین پیش‌آزمون و میانگین پس‌آزمون گروه‌ها را نشان می‌دهد. در این جا مقادیر احتمال (Sig.) کمتر از ۰/۰۵ حاکی از وجود تفاوت آماری معنی‌دار میان دو گروه بوده‌اند. همانطور که مشاهده می‌شود، تفاوت میانگین پیش‌آزمون و میانگین پس‌آزمون در هر دو گروه، به‌لحاظ آماری تفاوتی معنی‌دار بوده است.

جدول ۴- نتایج مقایسه میانگین پیش‌آزمون و یادداری (پس‌آزمون) گروه‌ها

Table 4- Results of comparison of the mean of pre-test, and retention (post-test) of the groups

نتیجه Results	مقدارپی p-value	میانگین Mean	گروه Group
معنی‌دار Significant	< 0.001	6.267	مهارت بسته Closed Skills
معنی‌دار Significant	< 0.001	4.400	مهارت باز Open Skills

نتایج جدول (۴) نشان داد که تفاوت میانگین پیش‌آزمون و میانگین آزمون یادداری این گروه به‌لحاظ آماری تفاوتی معنی‌دار است ($< 0/001$). بر این اساس، می‌توان گفت که کارکرد اجرایی سرد تأثیر مثبت و معنی‌داری بر اکتساب و یادداری مهارت حرکتی باز و بسته داشته است، چراکه میانگین نمرات از مرحله پیش‌آزمون به مرحله یادداری به‌طور چشمگیری افزایش یافته و این نتیجه به‌لحاظ آماری معنی‌دار بوده است.

جدول (۵) نتایج مقایسه میانگین پس‌آزمون و میانگین آزمون تحت فشار گروه‌ها را نشان می‌دهد. در این جا مقادیر احتمال (Sig.) کمتر از

۰/۰۵ حاکی از وجود تفاوت آماری معنی دار میان دو گروه بوده‌اند. همانطور که مشاهده می‌شود، تفاوت میانگین پس‌آزمون و میانگین آزمون تحت فشار در دو گروه کارکرد اجرایی سرد/مهارت بسته و کارکرد اجرایی سرد/مهارت باز به لحاظ آماری تفاوتی معنی دار بوده است.

جدول ۵- نتایج مقایسه یادداری (پس‌آزمون) و انتقال (تحت فشار) گروه‌ها

Table 4- Results of comparison of the mean of retention (post-test), and transfer (under pressure) of the groups

نتیجه Results	مقداری p-value	میانگین Mean	گروه Group
معنی دار Significant	< 0.001	-3.133	مهارت بسته Closed Skills
معنی دار Significant	0.007	-1.400	مهارت باز Open Skills

نتایج جدول (۵) نشان داد که تفاوت میانگین آزمون یادداری و میانگین آزمون تحت فشار گروه مهارت بسته به لحاظ آماری تفاوتی معنی دار است ($\text{Sig} = ۰/۰۰۱$). بر این اساس، می‌توان گفت که کارکرد اجرایی سرد تأثیر منفی و معنی داری بر اجرای تحت فشار مهارت حرکتی بسته داشته است، چراکه میانگین نمرات از مرحله یادداری به مرحله تحت فشار به طور چشمگیری کاهش یافته و این نتیجه به لحاظ آماری معنی دار بوده است. همچنین نتایج جدول (۵) نشان داد که تفاوت میانگین آزمون یادداری و میانگین آزمون تحت فشار این گروه به لحاظ آماری تفاوتی معنی دار است ($\text{Sig} = ۰/۰۰۷$). بر این اساس، می‌توان گفت که کارکرد اجرایی سرد تأثیر منفی و معنی داری بر اجرای تحت فشار مهارت حرکتی باز داشته است، چراکه میانگین نمرات از مرحله یادداری به مرحله تحت فشار به طور چشمگیری کاهش یافته و این نتیجه به لحاظ آماری معنی دار بوده است.

بحث

بررسی نتایج حاصل از یافته‌ها نشان داد که کارکرد اجرایی سرد بر اکتساب، یادداری و انتقال مهارت حرکتی باز و بسته تأثیر دارد. در خصوص بررسی پیشینه‌ها باید گفت که عنوان پژوهشی مورد بررسی در پژوهش حاضر بسیار بدیع و نوین بوده است و تا جایی که جستجوهای ما در ادبیات پژوهش نشان می‌دهد، پژوهش مشابهی با تمرکز بر تعامل کارکرد سرد، مهارت باز/بسته، و فشار در ووشو انجام نشده است، از این رو بررسی همسویی یا ناهمسویی نتایج کمی با دشواری مواجه است، باین حال در پژوهش‌های نزدیک به پژوهش حاضر هادفلر و همکاران [۳۲] در پژوهشی نشان دادند که کارکرد اجرایی سرد بر مهارت حرکتی باز ورزشکاران نخبه تأثیرگذار است. در تبیین نتایج باید گفت که کارکردهای اجرایی سرد فرایندهای کنترلی است که به افراد در تنظیم افکار و رفتارهایشان کمک می‌کند. مهارت‌های کارکردهای اجرایی سرد باعث می‌شود ورزشکاران در کلاس آموزشی بنشینند، توجه کنند و به‌خاطر بسپارند، از قوانین پیروی کنند و خودشان را با چشم‌اندازهای جدید سازگار کنند. کارکردهای اجرایی مجموعه‌ای از مهارت‌های مکمل است که به رزمی‌کاران در انجام تکالیف دشوار (اجرای فنون سخت)، پیچیده و جدید کمک کرده تا بتوانند اهدافشان (اجرای یک فن مهم) را مشخص و منظم کنند، سپس این اهداف را در حافظه فعال خود نگه داشته و به جنبه‌هایی از محیط درونی و بیرونی توجه کنند که متناسب با اهدافشان باشد و اطلاعات نامربوط را نادیده بگیرند، سپس بر روی اطلاعات وارد شده در حافظه فعال عملیات موردنظر را انجام دهند و ضمن این که از موانع رسیدن به اهداف جلوگیری می‌کنند، فرایند را به‌سوی رسیدن به اهداف هدایت کنند. به طور کلی می‌توان گفت، یافته‌های این پژوهش با مطالعاتی همسو است که نقش دوگانه کارکردهای اجرایی سرد را در یادگیری و اجرا نشان داده‌اند [۳۲]. با این حال، تا آنجا که از مرور ما بر می‌آید، هیچ مطالعه‌ای به‌طور همزمان به سه متغیر نوع مهارت (باز/بسته)، کارکرد اجرایی سرد، و فشار روانی در ورزشکاران نوجوان رشته‌های رزمی نپرداخته است. این یافته‌ها از دو منظر قابل تبیین هستند، اول، در شرایط یادگیری بدون فشار، کارکردهای سرد از طریق حافظه کاری و توجه، فرایند رمزگذاری حرکتی را تسهیل می‌کنند، دوم، تحت فشار، فعال‌سازی بیش‌ازحد این کارکردها منجر به تحلیل بیش‌ازحد^۱ و اختلال در خودکارسازی مهارت می‌شود [۲۴]. این الگو در گروه مهارت بسته شدیدتر بود، که با فرضیه «حساسیت بیشتر مهارت‌های بسته به اختلال شناختی تحت فشار» همسو است [۱۳].

¹ Over-Analysis

بنابراین کارکردهای اجرایی سرد به واسطه فرایندهای شناختی؛ مانند حافظه کاری و توجه، یادگیری را تسهیل و ممکن می‌سازند و از طریق جداسازی اطلاعات و متناسب‌سازی آنها برای یادگیری این امر را محقق می‌سازند. همچنین با کمک کارکرد مغزی بازداری می‌توانند از پرت شدن حواس فرد جلوگیری کرده تا با تمرکز بیشتر بر روی تکلیف بمانند و بتوانند با کمک مؤلفه کارکردی انعطاف‌پذیری شناختی به جنبه‌های متفاوت تکلیف توجه کرده و بین بخش‌های متفاوت یک تکلیف جابه‌جا شوند و از زوایای متفاوت به آن بپردازند. در خصوص تأثیر کارکرد اجرایی سرد بر مهارت‌های حرکتی بسته باید گفت که از آنجایی که مهارت‌های حرکتی بسته در یک محیط قابل‌پیش‌بینی به انجام می‌رسد و دارای ثبات و تکرار مداوم است، جهت نیل به این ثبات نیازمند داشتن یک هدف و برنامه مشخص از پیش تعیین شده است، به همین خاطر ورزشکار با کارکرد اجرایی سرد قوی‌تر بهتر می‌تواند رفتارهای هدفمند (تکرار تمرین) را از خود بروز دهد. در واقع برای موفق شدن در مهارت حرکتی بسته ورزشکار نیاز دارد که متمرکز بماند و مدام مرور فن داشته باشد. به‌علاوه همان‌طور که قبلاً بدان اشاره شد، یکی از مولفه‌های کارکردهای اجرایی سرد بازداری است، بازداری به توانایی سرکوب اطلاعات و اقدامات نامربوط مداوم برای دستیابی به اهداف فعلی اشاره دارد [۳۳]؛ ورزشکار خوب در مهارت حرکتی بسته کسی است که بتواند تمرین‌های نامرتبلی که سبب پیشرفت عملکرد وی نمی‌شوند را از قبل تشخیص دهد و آنها را تکرار نکند.

نتیجه‌گیری

در خصوص تأثیر منفی کارکرد اجرایی سرد بر عملکرد تحت فشار نیز باید گفت که در نتیجه این کارکردها به هنگام بروز شرایط فشارزا تصمیمات ریسکی کاهش پیدا می‌کند؛ زیرا که به دلیل اینکه افراد با کارکرد اجرایی سرد از بازداری پاسخ بسیار استفاده می‌کنند و به همین خاطر این افراد نمی‌توانند سریعاً در شرایط فشارزا تصمیم بگیرند و باید برای اتخاذ تصمیم مدت‌زمان بیشتری را صرف نمایند و به دلیل تأخیر در تصمیم‌گیری، فشار روانی و فشار روانی به‌مرور بیشتر شده و کارکرد اجرایی سرد عملکرد منفی بر مهارت حرکتی باز در شرایط فشار روانی دارد. در واقع در مهارت‌های باز، ورزشکار باید در لحظه واکنش تصمیم‌گیری و اقدام کند. اما فعال‌شدن کارکردهای اجرایی سرد در شرایط فشار، به دلیل ماهیت تحلیلی و خطی آنها، سرعت تصمیم‌گیری را کاهش می‌دهد و منجر به تأخیر در واکنش‌های حرکتی می‌شود این کندی واکنش در ورزش‌های رزمی می‌تواند موجب ضعف عملکرد و حتی شکست در مبارزه شود. در خصوص تأثیر منفی کارکرد اجرایی سرد بر مهارت حرکتی بسته ورزشکاران در شرایط تحت‌فشار روانی باید گفت که مطابق نظریه ظرفیت محدود توجه، پردازش تهدیدات محیطی و علائم استرس‌زا منابع شناختی لازم برای کنترل دقیق حرکات را کاهش می‌دهد در این وضعیت، کارکردهای اجرایی سرد نمی‌توانند به طور مؤثر در هدایت مهارت‌های حرکتی بسته ایفای نقش کنند. یعنی در شرایط فشار روانی بالا، فعال‌شدن بیش از حد کارکردهای اجرایی سرد می‌تواند به قفل‌شدن شناختی و عدم انعطاف حرکتی منجر شود؛ یعنی ورزشکار در یک الگوی حرکتی ناکارآمد گیر می‌کند و قادر به تغییر آن نیست و از آنجایی که مهارت‌های حرکتی بسته نیاز به اجرای خودکار دارند؛ اما در شرایط فشار روانی، فعال‌شدن بیش از حد کنترل شناختی سرد، باعث مداخله در روند خودکار اجرا می‌شود و فرد دچار مشکل می‌گردد. در این حالت، ورزشکار به‌جای اجرای روان، درگیر تحلیل‌های شناختی ناکارآمد می‌شود.

محدودیت‌ها و پیشنهادها

از محدودیت‌های پژوهش حاضر این بود که باتوجه به دشواری محقق در دسترسی به آزمودنی‌ها امکان غربالگری آزمودنی‌ها از لحاظ ویژگی‌های شخصیتی، اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی فراهم نبود. همچنین در این پژوهش به دلیل دسترسی دشوار به آزمودنی‌ها متغیرهایی مانند سطح اضطراب پایه، انگیزه، تجربه ورزشی و شرایط فرهنگی و اقتصادی مورد بررسی قرار نگرفتند. به‌علاوه دوره چهار هفته‌ای آموزش ممکن است برای برخی از آزمودنی‌ها کافی نبوده باشد. بررسی اثرات آموزش‌های طولانی‌مدت می‌تواند نتایج متفاوتی ارائه دهد. از همین رو پیشنهاد می‌شود که در پژوهش‌های آتی آزمودنی‌ها از لحاظ ویژگی‌های شخصیتی، انگیزشی، اضطرابی و تجارب ورزشی و همچنین وضعیت فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی همگن شوند. در نهایت نیز پیشنهاد می‌شود که در پژوهش‌های آتی دوره آموزش طولانی‌تر باشد.

پیام مقاله

کارکردهای اجرایی سرد اگرچه یادگیری و تثبیت مهارت‌های حرکتی باز و بسته را در شرایط عادی تسهیل می‌کنند، اما در شرایط فشار روانی با تحمیل بار شناختی اضافی و کاهش انعطاف‌پذیری، موجب افت عملکرد می‌شوند. این یافته بر ضرورت طراحی برنامه‌های تمرینی ویژه برای تقویت تحمل فشار و کاهش وابستگی به پردازش شناختی خودآگاه در ورزشکاران مبتدی تأکید می‌کند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این پژوهش با رعایت کامل اصول اخلاقی پژوهش در انسان، مطابق با بیانیه هلسینکی و ضوابط داخلی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تبریز انجام شد. مشارکت مشارکت کنندگان داوطلبانه بود؛ پیش از شروع، هدف، مراحل اجرا، منافع و مخاطرات احتمالی، محرمانگی اطلاعات و حق انصراف در هر زمان به شرکت کنندگان و والدین/سرپرستان آنان توضیح داده شد؛ رضایت نامه کتبی والدین و موافقت آگاهانه نوجوانان اخذ شد. اطلاعات به صورت کدگذاری شده و محرمانه نگهداری شد و صرفاً در اختیار تیم پژوهش قرار داشت. شدت و محتوای تمرین ها در چارچوب روال متعارف تمرین ووشوی مبتدیان و زیر نظر مربیان واجد صلاحیت بوده و امکان توقف یا استراحت در هر زمان فراهم شد؛ لذا کلیه مصادیق اخلاق پژوهش رعایت شده و از حیوانات استفاده نشده است.

مشارکت نویسندگان

سهم هر نویسنده در انجام پژوهش.

نویسندگان پژوهش حاضر در مراحل اجرا، مشارک یکسانی داشتند و نویسنده اول، مسئولیت پژوهش را به عهده دارد.

حامی مالی

در پژوهش حاضر از هیچ گونه منبع تأمین مالی در بخش، عمومی، تجاری، و غیردولتی استفاده نشد و این مقاله برگرفته از رساله دکتری خانم لیلا میکائیل در دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تبریز، با راهنمایی آقای دکتر محمدتقی اقدسی و مشاوره خانم دکتر زهرا فتحی رضایی می باشد

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع نداد.

سپاسگزاری

نویسندگان مراتب قدردانی خود را از ورزشکاران نوجوان شرکت کننده در این پژوهش، و همچنین والدین و مربیان ایشان به پاس حمایت و همکاری ارزشمندشان ابراز می دارند.

منابع

- فغوری آذر، م.، شاه محمدی، م.، و طهماسبی بروجنی، س. (۱۳۹۶). تأثیر تمرین نوروفیدبک بر عملکرد تیراندازان ماهر در شرایط رقابتی. *روانشناسی عصبی*، ۳(۲)، ۱۱۷-۱۰۳.
- عابدی، م.، غزوی، ز.، و ابریشمکار، ص. (۱۳۹۸). تأثیر فیلم الکترونیکی بر اضطراب بیماران کاندیدای جراحی دیسک کمر. *مجله ایرانی پرستاری و مامایی*، ۳۳-۳۳۶، ۵(۵).
- بسطامی کاتولی، م.، حاتمی، ج.، بهرامی احسان، ه.، صرامی فروشانی، غ.، و فیروزان، ع. (۱۴۰۲). مقایسه کارکردهای اجرایی عینی و ذهنی بیماران دیالیزی مزمن کلیه و افراد عادی. *مجله علوم روانشناختی*، ۲۳(۱۲۹)، ۱۷-۱.
- شیخ الاسلامی، ع.، و سیداسماعیلی قم نو، ن. (۱۳۹۳). مقایسه تأثیر برنامه کاهش استرس مبتنی بر ذهن آگاهی و آموزش مهارت های مطالعه بر اضطراب امتحان دانش آموزان. *مجله روانشناسی مدرسه*، ۳(۲)، ۱۲۱-۱۰۴.

References

1. Hufton JR, Vella SA, Goddard SG, Schweickle MJ. How do athletes perform well under pressure? A meta-study. *International review of sport and exercise psychology*. 2024;1-24. <https://doi.org/10.1080/1750984X.2024.2414442>.
2. Cao L-Z, He H, Miao X, Chi L. The contributions of executive functions to decision-making in sport. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*. 2024;1-20. <https://doi.org/10.1080/1612197X.2024.2371483>.
3. Mecha P, Rodriguez-Morales M, Sanchez-Lopez A. Components of hot and cold executive functions and their relations to different forms of stress resilience: A systematic review. *Stress and Health*. 2024;40(5):e3439. <https://doi.org/10.1002/smi.3439>.

4. Colautti L, Antonietti A, Iannello P. Executive functions in decision making under ambiguity and risk in healthy adults: a scoping review adopting the hot and cold executive functions perspective. *Brain Sci.* 2022;12(10):1335. <https://doi.org/10.3390/brainsci12101335>.
5. Arana C, Catroppa C, Carranza-Escárcega C, Godfrey G, Yáñez-Téllez G, Prieto-Corona B. A systematic review of interventions for hot and cold executive functions in children and adolescents with acquired brain injury. *J Pediatr Psychol.* 2018;43(8):928-42. <https://doi.org/10.1093/jpepsy/isy013>.
6. Feng X, Zhang Z, Jin T, Shi P. Effects of open and closed skill exercise interventions on executive function in typical children: a meta-analysis. *BMC psychology.* 2023;11(1):420. <https://doi.org/10.1186/s40359-023-01317-w>.
7. Lai J, Zhang Z, Ni G, Luo Y. The influence of open-skill and closed-skill sports on executive functions: a systematic review. *British Journal of Hospital Medicine.* 2024;85(7):1-16. <https://doi.org/10.12968/hmed.2024.0168>.
8. Bao R, Wade L, Leahy AA, Owen KB, Hillman CH, Jaakkola T, et al. Associations between motor competence and executive functions in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine.* 2024;54(8):2141-56. <https://doi.org/10.1007/s40279-024-02040-1>.
9. Richter MJ, Ali H, Immink MA. Enhancing executive function in children and adolescents through motor learning: A systematic review. *Journal of Motor Learning and Development.* 2024;13(1):59-108. <https://doi.org/10.1123/jmld.2024-0038>.
10. Wawrzyniak S, Korbecki M, Cichy I, Kruszwicka A, Przybyla T, Klichowski M. Everyone can implement Eduball in physical education to develop cognitive and motor skills in primary school students. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(3):1275. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031275>.
11. Tusher HM, Mallam S, Nazir S. A systematic review of virtual reality features for skill training. *Technology, Knowledge and Learning.* 2024;29(2):843-78. <https://doi.org/10.1007/s10758-023-09713-2>.
12. Aly M, Alzahrani T, Fakehy M, Abass M, Mohamed S. Motor skill experience modulates attentional processing regardless of open-or closed-skill types: an ERP study. *Frontiers in Psychology.* 2024;15:1460684. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1460684>.
13. Gu Q, Zou L, Loprinzi PD, Quan M, Huang T. Effects of open versus closed skill exercise on cognitive function: a systematic review. *Front Psychol.* 2019;10:1707. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01707>.
14. Möhring W, Klupp S, Ludyga S, Grob A. Executive functions in children engaging in open- and closed-skilled sports. *Psychol Sport Exerc.* 2022;61:102218. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2022.102218>.
15. Wang C-H, Fu H-L, Kao S-C, Moreau D, Yang C-T. Systems factorial technology provides novel insights into the cognitive processing characteristics of open-skill athletes. *Psychology of sport and exercise.* 2023;66:102395. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2023.102395>.
16. Araújo D, Brito H, Carrilho D. Team decision-making behavior: An ecological dynamics approach. *Asian Journal of Sport and Exercise Psychology.* 2023;3(1):24-9. <https://doi.org/10.1016/j.ajsep.2022.09.005>.
17. Formenti D, Cavaggioni L, Duca M, Trecroci A, Rapelli A, Alberti G. Acute effect of exercise on cognitive performance in middle-aged adults: aerobic versus balance. *J Phys Act Health.* 2021;18(1):773-80. <https://doi.org/10.1123/jpah.2020-0005>.
18. Ludyga S, Mücke M, Andrä C, Gerber C, Pühse U. Neurophysiological correlates of interference control and response inhibition processes in children and adolescents engaging in open- and closed-skill sports. *J Sport Health Sci.* 2022;11(2):224-33. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2021.01.001>.
19. Ahmadi M, Kashif M, Barhani H. The effect of psychological pressure on attention to relevant and irrelevant sources in high jump performance. *Sport Management and Behavior Journal.* 2020;17(32):139-48. <https://doi.org/10.22080/jsmb.2021.5954.1833>. [In Persian]
20. Fagfoori Azar M, Shahmohammadi M, Tahmasbi Boroujeni S. The effect of neurofeedback training on the performance of skilled archers in competitive conditions. *Neuropsychology.* 2017;3(2):103-17.
21. Huang D, Wang H, Tang Y, Lei H, Koh D. Enhancing athlete performance under pressure: the role of attribution training in mitigating choking. *Frontiers in Psychology.* 2025;16:1435374. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1435374>.
22. Abdi M, Ghazavi Z, Abrishamkar S. The effect of electronical film on the anxiety of patients candidate for lumbar disc surgery. *Iranian journal of nursing and midwifery research.* 2019;24(5):330-6. https://doi.org/10.4103/ijnmr.IJNMR_233_18. [In Persian]
23. Wang Y, Lei S-M, Fan J. Effects of mindfulness-based interventions on promoting athletic performance and related factors among athletes: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trial.

- International journal of environmental research and public health. 2023;20(3):2038. <https://doi.org/10.3390/ijerph20032038>.
24. Eysenck MW, Calvo MG. Anxiety and performance: the processing efficiency theory. *Cogn Emot*. 1992;6(6):409-34. <https://doi.org/10.1080/02699939208409696>.
 25. Faraji M, Haghighi HA, Peshyareh E, Monfared E, Vahedi M. Investigating the Correlation Between Computer Tests (CANTAB) and Functional Cognitive Tests (LOTCA) With the Participation of People With Multiple Sclerosis in Daily Life Activities. *Archives of Rehabilitation*. 2023;23(4):518-39. <https://doi.org/10.32598/rj.23.4.3431.1>. [In Persian]
 26. Toornstra A, Hurks PP, Van der Elst W, Kok G, Curfs LM. Measuring visual matching and short-term recognition memory with the CANTAB® Delayed Matching to Sample task in schoolchildren: Effects of demographic influences, multiple outcome measures and regression-based normative data. *Child Neuropsychology*. 2020;26(2):189-218. <https://doi.org/10.1080/09297049.2019.1654876>.
 27. Bastami katuli M, Hatami J, Bahrami Ehsan H, Sarami Foroushani G, Firouzan A. Comparison of objective and subjective executive functions of chronic kidney dialysis patients and normal people. *Journal of Psychological Science*. 2023;22(129):1-17. <https://doi.org/10.52547/jps.22.129.1715>. [In Persian]
 28. Spielberger CD, Gonzalez-Reigosa F, Martinez-Urrutia A, Natalicio LF, Natalicio DS. The state-trait anxiety inventory. *Revista Interamericana de Psicologia/Interamerican journal of psychology*. 1971;5(3 & 4). <https://doi.org/10.1037/t06496-000>.
 29. Sheykholeslami A, Seyedesmaili ghomi N. Comparing the effect of mindfulness-based stress reduction program and study skills training on the test anxiety in students. *Journal of School Psychology*. 2014;3(2):104-21. [In Persian]
 30. Julian LJ. Measures of anxiety. *Arthritis care & research*. 2011;63(0 11). <https://doi.org/10.1002/acr.20561>.
 31. Zelazo PD, Carlson SM. The neurodevelopment of executive function skills: Implications for academic achievement gaps. *Psychology & Neuroscience*. 2020;13(3):273. <https://doi.org/10.1037/pne0000208>.
 32. Holfelder B, Klotzbier J, Eisele M, Schott N. Hot and cool executive function in elite- and amateur-adolescent athletes from open and closed skills sports. *Front Psychol*. 2020;11:694. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00694>.
 33. Du J, Rolls ET, Cheng W, Li Y, Gong W, Qiu J, et al. Functional connectivity of the orbitofrontal cortex, anterior cingulate cortex, and inferior frontal gyrus in humans. *Cortex*. 2020;123:185-99. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2019.10.020>.