

The Effectiveness of Virtual Reality–Based Cognitive Training on Cognitive Flexibility Indicators in Professional Football Players

Hassan Zahiri¹ , Mahboubeh Ghayour Najafabai² , Hassan Gharayagh Zandi² , Mahmoud Sheikh² 

1. Ph.D. Candidate in Sport Psychology, Department of Physical Education and Sport Sciences, Kish International Campus, University of Tehran, Kish, Iran
2. Department of Behavioral and Cognitive Sciences in Sport, Faculty of Sport Sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received 12 May 2026

Received in revised

form 31 July 2026

Accepted 4 August

2026

Available online 23

September 2026

Keywords:

Cognitive Training; Virtual Reality; Tactical Decision-Making; Psycho-Cognitive Flexibility.

ABSTRACT

Objective: Given the importance of perceptual–cognitive skills, such as rapid decision-making and psychological–cognitive flexibility, in athletes’ success, researchers have consistently sought innovative methods to enhance these abilities. The aim of the present study was to investigate the effect of virtual reality–based cognitive training on the cognitive flexibility of professional football players.

Methods: The research method was quasi-experimental with a pre-test–post-test design and a control group. The statistical population consisted of professional football players, from whom 24 participants were selected through convenience sampling and randomly assigned to two groups: an experimental group ($n = 12$) and a control group ($n = 12$). The experimental group participated in virtual reality–based cognitive training for 4 weeks across 12 sessions, while the control group continued their regular training routines. Cognitive flexibility was assessed using the Wisconsin Card Sorting Test (WCST). The collected data were analyzed using paired-sample t-tests and independent-sample t-tests.

Results: The results of the study showed that after the implementation of the virtual reality–based cognitive training program, a significant difference was observed between the experimental and control groups in the indices of cognitive flexibility ($p < 0.001$). Specifically, in the experimental group, the perseverative errors ($p < 0.001$) and total errors ($p < 0.001$) significantly decreased, and the cognitive performance of the players improved in the post-test compared to the pre-test. In contrast, no significant changes were observed in the control group ($p > 0.05$).

Conclusion: Based on the findings, it can be concluded that virtual reality–based cognitive training can be used as a complementary tool in professional football training programs. By strengthening the brain’s executive functions, this approach may help improve players’ cognitive flexibility and decision-making in the dynamic conditions of competition.

Cite this article: Zahiri, H., Ghayournajafabai, M., Gharayagh Zandi, H., Sheikh, M. The Effectiveness of Virtual Reality–Based Cognitive Training on Cognitive Flexibility Indicators in Professional Football Players. *Functional Research in Sport Psychology*, 2026;3(3):5-19. 10.22091/frs.2026.15929.1163



© The Author(s).

Publisher: University of Qom.

DOI: 10.22091/frs.2026.15929.1163

Extended Abstract**Introduction**

Virtual reality-based cognitive training has emerged as a promising approach for enhancing perceptual and executive functions among athletes who face dynamic and high-pressure competitive environments. Football, as one of the most cognitively demanding team sports, requires rapid processing of environmental cues, flexible switching between tactical decisions, inhibition of ineffective responses, accurate anticipation of opponent behavior, and swift adaptation to rapidly changing match conditions. These demands highlight the importance of cognitive flexibility as a core executive function responsible for updating mental strategies, shifting attentional focus, and minimizing perseverative errors during performance. Recent studies have demonstrated that athletes with stronger executive functions tend to outperform others in tactical behavior, decision-making, and adaptability during matches. However, traditional training methods often lack the immersive, controlled, and repeatable cognitive challenges necessary to effectively stimulate executive function networks in the brain. Virtual reality (VR) training environments allow players to experience realistic match scenarios in a safe and standardized space, enabling the repetition of complex perceptual-cognitive tasks that may not be feasible on the real pitch. Furthermore, VR technologies offer immediate feedback, adjustable difficulty levels, and multimodal sensory engagement, making them an ideal platform for enhancing cognitive skills relevant to football. Despite growing interest in VR applications, controlled experimental research is still needed to examine the effectiveness of VR-based cognitive training on cognitive flexibility among professional football players. Therefore, the present study aimed to investigate the effects of VR-based cognitive training on cognitive flexibility indicators, including perseverative error and total error scores, using the Wisconsin Card Sorting Test (WCST) in a

sample of elite male football players.

Method**Research design**

The research employed a semi-experimental design with a pretest-posttest structure and a control group to evaluate the causal impact of VR-based cognitive training on cognitive flexibility. Participants were randomly assigned to either an experimental group receiving VR cognitive training or a control group continuing their routine football training. The study utilized standardized neurocognitive assessments, controlled intervention protocols, and rigorous statistical analyses to ensure internal validity. The design allowed for direct comparison of changes in cognitive performance between groups while minimizing confounding variables that could affect executive function outcomes. The use of a well-established experimental framework ensured that observed changes could be attributed to the VR intervention rather than extraneous influences.

Participants

Participants included a group of professional male football players aged 18 to 30 who were actively competing at a national league level. A convenience sampling method was used to recruit volunteers from professional clubs, after which participants were randomly divided into experimental and control groups. Inclusion criteria consisted of having at least three years of continuous football training, no history of neurological or psychological disorders, no prior exposure to VR cognitive training, and normal or corrected-to-normal vision. Exclusion criteria included motion sickness during VR exposure, injury during the study, or absence from more than one training session. All participants signed informed consent forms, and the study adhered to ethical standards concerning data confidentiality and participant safety.

Materials

Several materials and instruments were employed to implement the VR-based training intervention and cognitive assessments. The VR system consisted of a head-mounted display with

motion-tracking capabilities, interactive sports-specific cognitive training software, and a controlled laboratory environment designed to minimize distractions. The VR software simulated football-related scenarios requiring rapid perceptual judgments, response inhibition, cognitive switching, and decision-making under dynamic conditions. The Wisconsin Card Sorting Test (WCST), a widely recognized measure of executive function and cognitive flexibility, was used to assess participants before and after the intervention. The WCST provided indices such as perseverative errors, non-perseverative errors, and total errors, offering a comprehensive evaluation of cognitive flexibility. Additional materials included demographic questionnaires, training attendance records, and systems for monitoring participants' engagement during the intervention.

Procedure

The study was conducted over a four-week period, during which the experimental group participated in VR-based cognitive training sessions twice per week, with each session lasting approximately 20 to 25 minutes. At baseline, all participants completed informed consent procedures and underwent the WCST as a pretest to assess initial cognitive flexibility levels. The experimental group then commenced the VR intervention, where each training session involved navigating immersive football-related scenarios designed to challenge their cognitive switching, working memory, and inhibitory control. Difficulty levels were progressively increased based on individual performance to ensure optimal cognitive stimulation. The control group continued their regular football training routines without any additional cognitive interventions. At the end of the four-week period, all participants completed the WCST again as a posttest. Throughout the study, trained researchers monitored adherence, managed equipment, and ensured participant safety.

Data analysis

First, data distribution was examined for normality using the Shapiro-Wilk test. Homogeneity of variance was assessed using

Levene's test. Additionally, paired-sample t-tests were used to analyze within-group changes, while independent-sample t-tests compared posttest scores across groups. Statistical significance was set at $p < 0.05$. All analyses were conducted using SPSS software.

Results

The findings indicated that participants in the experimental group exhibited substantial improvements in cognitive flexibility following the VR intervention. Specifically, posttest scores revealed a significant reduction in perseverative errors and total errors among those who completed VR training, suggesting enhanced ability to shift cognitive strategies and reduce repetitive incorrect responses. The result showed that improvements were specifically attributable to the VR cognitive training rather than general football practice. In contrast, the control group showed no significant changes in any WCST indices between pretest and posttest. These results confirm that immersive VR-based cognitive tasks can effectively stimulate executive function networks relevant to flexible decision-making in football contexts.

Discussion

The results of this study align with emerging research demonstrating that VR-based cognitive training can significantly enhance executive functions among athletes by providing rich, immersive, and cognitively demanding environments. The reduction in perseverative errors observed among football players in the experimental group suggests meaningful improvement in cognitive flexibility, a cognitive ability crucial for adapting to rapidly changing match conditions. The interactive and game-like nature of VR environments may increase cognitive engagement, stimulate attentional control systems, and activate neural pathways associated with decision-making and strategy switching. Additionally, VR simulations reflect sport-specific cognitive challenges more accurately than traditional 2D cognitive tasks, thereby improving the transferability of training gains to real-world performance. The findings support theories of ecological validity and

task-specific training, indicating that realistic training conditions enhance learning transfer. Despite promising results, the study is limited by its relatively small sample size, short intervention duration, and lack of direct performance measures during real matches. Future studies should incorporate larger participant pools, longitudinal follow-ups, and on-field performance metrics to further validate VR-based cognitive training as a performance-enhancing tool in professional sports.

Conclusion

In conclusion, the present study provides compelling evidence that VR-based cognitive training can effectively enhance cognitive flexibility among professional football players. By offering immersive, adjustable, and sport-specific cognitive challenges, VR training appears capable of strengthening executive functions essential for high-level decision-making. These findings suggest that VR technologies can serve as valuable complementary tools within professional football training programs, supporting the development of cognitive skills that traditional methods may not adequately address. The results also underscore the potential of VR as a safe, controlled, and efficient platform for cognitive training in elite sports settings. Further research is recommended to explore long-term benefits and examine how cognitive gains translate to competitive performance outcomes on the field.

Keywords

Virtual reality; cognitive training; football players; cognitive flexibility; executive functions.

Article message

Virtual reality-based cognitive training can serve as an effective complementary tool in professional football training programs, enhancing cognitive flexibility and improving players' decision-making in dynamic and competitive situations.

Author Contributions

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

Data Availability Statement

The data for this article can be obtained by emailing the corresponding author.

Acknowledgements

We would like to sincerely thank all the football players and coaches whose participation made this research possible. We also express our gratitude to everyone who contributed to the data collection process and the implementation of the training sessions.

Ethical considerations

This article is extracted from the first author's thesis and has received ethical approval from the Research Ethics Committee of the Faculty of Sport Sciences and Health, University of Tehran, under the code IR.UT.SPORT.REC.1404.191.

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.

اثربخشی تمرینات شناختی مبتنی بر واقعیت مجازی بر شاخص های انعطاف پذیری شناختی فوتبالیست های حرفه ای

حسن ظهیری^۱، محبوبه غیور نجف آبادی^۲، حسن غرایاق زندی^۲، محمود شیخ^۲

۱. دانشجوی دکتری روان شناسی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، پردیس بین المللی کیش، دانشگاه تهران، کیش، ایران

۲. گروه علوم رفتاری و شناختی در ورزش، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	هدف: با توجه به اهمیت مهارت های شناختی- ادراکی نظیر تصمیم گیری سریع و انعطاف پذیری روانی - شناختی در موفقیت ورزشکاران؛ پژوهشگران <i>Farsi</i> همواره به دنبال روش های نوین برای تقویت این توانایی ها بوده اند. هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر تمرینات شناختی مبتنی بر واقعیت مجازی بر انعطاف پذیری شناختی فوتبالیست های حرفه ای بود.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۲/۲۱	روش ها: روش پژوهش نیمه آزمایشی با طرح پیش آزمون و پس آزمون با گروه کنترل بود. جامعه آماری شامل فوتبالیست های حرفه ای بود که از میان آن ها ۲۴ نفر به صورت در دسترس انتخاب و به طور تصادفی در دو گروه ۱۲ نفره آزمایش و کنترل قرار گرفتند. گروه آزمایش طی ۴ هفته در ۱۲ جلسه تمرین شناختی مبتنی بر واقعیت مجازی شرکت کردند، در حالی که گروه کنترل تمرینات معمول خود را ادامه دادند. برای سنجش انعطاف پذیری شناختی از آزمون کارت ویسکانسین استفاده شد و داده ها با استفاده از آزمون های t همبسته و t مستقل تحلیل شدند.
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۵/۰۹	یافته ها: نتایج پژوهش نشان داد که پس از اجرای دوره تمرینات شناختی مبتنی بر واقعیت مجازی، تفاوت معناداری بین گروه آزمایش و گروه کنترل در شاخص های انعطاف پذیری شناختی مشاهده شد ($p < 0/001$). به طور مشخص در گروه آزمایش، میزان خطاهای درج ماندگی ($p < 0/001$) و خطای کل ($p < 0/001$) به طور معنی داری کاهش یافت و عملکرد شناختی بازیکنان در مرحله پس آزمون نسبت به پیش آزمون بهبود یافت، در حالی که در گروه کنترل تغییر معناداری مشاهده نشد ($p > 0/05$).
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۵/۱۳	نتیجه گیری: بر اساس یافته های پژوهش می توان نتیجه گرفت که تمرینات شناختی مبتنی بر واقعیت مجازی می توانند به عنوان یک ابزار مکمل در برنامه های تمرینی فوتبال حرفه ای مورد استفاده قرار گیرند و با تقویت کارکردهای اجرایی مغز، به بهبود انعطاف پذیری شناختی و تصمیم گیری بازیکنان در شرایط متغیر مسابقه کمک کنند.
تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۷/۰۱	

کلیدواژه ها:

احساس تنهایی؛ کنترل عواطف؛
هوش هیجانی؛ دانش آموزان
متوسطه؛ اضطراب رقابت ورزشی

استناد: ظهیری، حسن؛ غیور نجف آبادی، محبوبه؛ غرایاق زندی، حسن؛ شیخ، محمود. اثربخشی تمرینات شناختی مبتنی بر واقعیت مجازی بر شاخص های انعطاف

پذیری شناختی فوتبالیست های حرفه ای. مطالعات عملکردی در روانشناسی ورزشی، ۱۴۰۵، ۳ (۳)، ۵-۱۹.

DOI: 10.22091/frs.2026.15929.1163



مقدمه

ورزش‌های تیمی، به‌ویژه فوتبال، محیط‌هایی پویا و پیچیده هستند که در آن بازیکنان باید در کسری از ثانیه تصمیم‌گیری کنند، موقعیت‌های محیطی را پردازش کنند و با هم‌تیمی‌ها و حریفان تعامل مؤثر داشته باشند. توانایی پردازش سریع اطلاعات، انعطاف‌پذیری شناختی و تصمیم‌گیری مؤثر، از عوامل کلیدی عملکرد بهینه بازیکنان محسوب می‌شوند. با پیشرفت فناوری‌های نوین، واقعیت مجازی^۱، به‌عنوان یک ابزار آموزشی و تمرینی توانسته فرصت‌های منحصربه‌فردی برای تقویت مهارت‌های شناختی ورزشکاران فراهم کند. تمرینات شناختی مبتنی بر واقعیت مجازی، با شبیه‌سازی شرایط واقعی مسابقه و ایجاد سناریوهای پویا و تعاملی، امکان تمرین در محیطی کنترل‌شده و بدون خطر مصدومیت را فراهم می‌آورند و مهارت‌هایی مانند ادراک محیطی، تصمیم‌گیری سریع و انعطاف‌پذیری شناختی را ارتقا می‌دهند (۱، ۲). تحقیقات اخیر نشان می‌دهند که این نوع تمرینات می‌توانند توانایی‌های شناختی و عملکردی ورزشکاران را به‌طور همزمان بهبود بخشند و به‌عنوان مکمل مؤثر برای تمرینات بدنی و تاکتیکی در فوتبال حرفه‌ای مورد استفاده قرار گیرند. به‌طور کلی، در حوزه ورزش قهرمانی، دستیابی به عملکرد برتر نیازمند ترکیبی از ظرفیت‌های فیزیولوژیکی (مانند ظرفیت هوازی)، ویژگی‌های روانی (مانند خودکارآمدی) و مهارت‌های ویژه (مانند تسلط فنی و تاکتیکی) است (۳). در این راستا، پژوهشگران حوزه شناختی ورزش عمدتاً بر روی مهارت‌های شناختی خاص ورزش تمرکز کرده‌اند. اعتقاد بر این است که هر دو نوع مهارت‌های شناختی، عمومی و خاص ورزش، عوامل مهمی در ارتقای عملکرد ورزشکاران هستند (۴). به‌طور ویژه، در ورزش‌های مهارت‌باز مانند فوتبال، یک بازیکن ماهر و موفق باید حجم زیادی از اطلاعات را در شرایط فشار روانی پردازش کند (۵). تصمیمات متعدد باید به سرعت گرفته شده و به‌صورت پویا بر اساس شرایط میدانی بازبینی شوند. این رفتار نیازمند فرآیندهای شناختی پیش‌بینی‌کننده و تصمیم‌گیری خلاقانه است که در آن هم دقت و هم سرعت بهینه می‌شوند. بنابراین، یکی از ویژگی‌های کلیدی ورزشکاران سطح بالا، توانایی اتخاذ تصمیمات غیرمنتظره است، که باعث می‌شود رقبای نتوانند حرکت بعدی آن‌ها را پیش‌بینی کنند. چنین مهارت‌های شناختی و رفتاری به بازیکن فوتبال امکان می‌دهد بازی را به‌طور مؤثر درک و انتظارات پیش‌بینی‌کننده موفق شکل دهد (۶). در فوتبال، این مهارت‌ها تحت عنوان هوش بازی^۲، شناخته می‌شوند (۷).

مهارت‌های هوش بازی زمانی توسعه می‌یابند که بازیکنان فرصت شرکت در فعالیت‌های مبتنی بر بازی، مانند بازی‌های کوچک، داشته باشند. در این سناریوها، آن‌ها فرصت تمرین جستجوی بصری، پیش‌بینی و تصمیم‌گیری را پیدا می‌کنند. اهمیت تحلیل هوش بازی در عملکرد ورزشی رو به افزایش است، زیرا مربیان قادرند اطلاعات دقیق‌تر درباره حریفان خود جمع‌آوری کنند و رفتارهای تاکتیکی فردی و جمعی تیم‌ها را تحلیل نمایند (۸). در واقع، توانایی ورزشکاران در شناسایی نشانه‌های پیش‌بینی‌کننده محیطی آن‌ها را در موقعیت بهتری برای اتخاذ تصمیمات خلاقانه و غیرقابل پیش‌بینی قرار می‌دهد و توسعه خلاقیت تاکتیکی را تسهیل می‌کند (۹). در این راستا، یافته‌های روکا و همکاران^۳ (۲۰۱۷) نشان داد عملکرد خلاقانه بر اساس فرآیندهای شناختی-ادراکی خاص است که تسهیل‌کننده توسعه راه‌حل‌های بدیع‌تر هستند. این یافته‌ها از پژوهش‌های پیشین حمایت می‌کنند که فرآیندهای ادراکی پایه‌ای در انتظار و تصمیم‌گیری تخصصی در محیط‌های بازی پویا را تحلیل کرده‌اند (۱۰). در واقع، توانایی ورزشکاران خلاق برای اتخاذ استراتژی‌های جستجوی بصری مؤثرتر جهت شناسایی اطلاعات محیط و پیش‌بینی نتایج، آن‌ها را در موقعیت بهتری برای اتخاذ تصمیمات اصیل و منعطف قرار می‌دهد. علاوه بر استفاده از نشانه‌های پیش‌بینی‌کننده، تشخیص الگوها و دانش احتمالات موقعیتی، تفکر خلاق به‌عنوان یک مهارت شناختی اضافی و ویژگی عملکرد متخصصان در نظر گرفته می‌شود. این مهارت‌ها عمدتاً شامل عملکردهای اجرایی مغز هستند (۱۱). با این حال، این عملکردها به‌طور خاص به بازیکنان فوتبال آموزش داده نمی‌شود (۱۲). مرور ادبیات تحقیق نشان می‌دهد در رشته فوتبال روش‌های تمرینی متنوعی ارائه می‌شود که از نظر کمی و کیفی متفاوت و اغلب متناسب با نیازهای فردی ورزشکاران هستند. در این راستا، برنامه‌های تمرینی چندمولفه‌ای که شامل ترکیب چند نوع تمرین در یک جلسه هستند (هوازی، بی‌هوازی، قدرت عضلانی، سرعت، قدرت، انعطاف‌پذیری و چابکی) بیشترین کاربرد را دارند (۱۳). با این حال، وضعیت مشابه برای حوزه شناختی صدق نمی‌کند. در ورزش‌های مهارت‌باز دیگر مانند بسکتبال، مطالعات اخیر برنامه‌های تمرینی چندمولفه‌ای تحت عنوان تمرین شناختی-حرکتی دوگانه^۴، را آزمایش کرده‌اند.

¹ Virtual Reality

² game intelligence

³ Roca et al

⁴ cognitive-motor Dual-task training (CMDT)

این تمرین شامل ترکیب همزمان تمرینات حرکتی و شناختی است و مشخص شده که در چند هفته، مؤثرتر از تمرین استاندارد در بهبود عملکرد شناختی ورزش و عمومی عمل می‌کند (۱۴). ادغام پروتکل‌های شناختی- حرکتی دوگانه، در روتین تمرینی فوتبال می‌تواند مزایای رقابتی قابل توجهی ارائه دهد، زیرا پروتکل‌های شناختی- حرکتی دوگانه می‌تواند فعالیت مغزی پیش‌بینی‌کننده و واکنشی مرتبط با عملکردهای اجرایی در نواحی پیش‌پیشانی، پیش حرکتی و جداری مغز را بهبود بخشد. با وجود اثربخشی بالای سیستم تمرینی لوسیا و همکاران (۲۰۲۱)، این سیستم از دستگاه‌های تعاملی استفاده می‌کرد که باید در زمین نصب می‌شدند، بنابراین تمرین نسبت به مسابقه غیرواقعی بود (۱۵). علاوه بر این، دالوی و همکاران (۲۰۲۱)، بیان کردند که ادغام روش‌های شناختی در تمرین فوتبال همیشه عملی نیست. در این زمینه، واقعیت مجازی^۳ می‌تواند محدودیت‌های محیط واقعی را دور بزند. با پیشرفت فناوری‌های نوین، واقعیت مجازی به‌عنوان یک ابزار آموزشی و تمرینی مورد توجه پژوهشگران علوم ورزشی قرار گرفته است؛ زیرا امکان شبیه‌سازی موقعیت‌های نزدیک به شرایط واقعی مسابقه را در محیطی کنترل‌شده، تعاملی و ایمن فراهم می‌کند. این فناوری به ورزشکاران اجازه می‌دهد بدون خطر مصدومیت و با قابلیت تکرارپذیری بالا، در معرض سناریوهایی قرار گیرند که نیازمند ادراک محیطی، پیش‌بینی، انتخاب پاسخ و تصمیم‌گیری سریع هستند. در همین راستا، یک مرور دامن‌ای نشان داد که واقعیت مجازی متحرک و ۳۶۰ درجه می‌تواند ابزار مفیدی برای ارزیابی و آموزش تصمیم‌گیری در ورزش‌های تیمی باشد و به‌ویژه از نظر ایجاد موقعیت‌های تصمیم‌گیری با اعتبار بوم‌شناختی مناسب، ظرفیت قابل توجهی دارد (۱۶).

افزون بر این، شواهد تجربی در فوتبال نیز از اثربخشی فناوری واقعیت مجازی حمایت می‌کنند. برای مثال، فورتز و همکاران (۲۰۲۱) در یک مطالعه مداخله‌ای ۸ هفته‌ای روی فوتبالیست‌های جوان نشان دادند که تمرین مبتنی بر واقعیت مجازی نسبت به تمرین مبتنی بر ویدئو، بهبود بیشتری در تصمیم‌گیری پاس و جست‌وجوی دیداری ایجاد می‌کند؛ هرچند هر دو روش در کنترل بازداری مؤثر بودند و تفاوت معناداری بین آن‌ها در این متغیر مشاهده نشد (۱۷). این یافته‌ها نشان می‌دهد که واقعیت مجازی می‌تواند به‌عنوان بستری مؤثر برای ارتقای برخی مهارت‌های ادراکی-شناختی مرتبط با عملکرد فوتبال مورد استفاده قرار گیرد. همچنین، برخی پژوهش‌ها از منظر طراحی سامانه‌های تخصصی واقعیت مجازی برای فوتبال نشان داده‌اند که این فناوری قابلیت ارزیابی و آموزش کارکردهای اجرایی مانند بازداری شناختی، حافظه کاری و انعطاف‌پذیری شناختی را دارد و می‌تواند با استفاده از موقعیت‌های نزدیک به مسابقه، به تحلیل دقیق‌تر پاسخ‌های شناختی بازیکنان کمک کند (۱۸)؛ با این حال، شواهد مستقیم درباره اثربخشی مداخلات واقعیت مجازی بر انعطاف‌پذیری شناختی در فوتبالیست‌ها هنوز محدود است و این حوزه همچنان به مطالعات مداخله‌ای بیشتری نیاز دارد؛ بنابراین، ما از فناوری فراگیر واقعیت مجازی برای بازتولید دقیق هر عمل و موقعیت انجام شده توسط ورزشکاران در مسابقه طی تمرین استفاده خواهیم کرد. در این راستا، کاسلا و همکاران (۲۰۲۴)^۴ نیز شبیه‌ساز اختصاصی، واقعیت مجازی فوتبال را اعتبارسنجی کردند و مشخص شد که نتایج عملکرد بازیکنان در این محیط، تفاوت بین ورزشکاران نخبه، نیمه‌نخبه و آماتور را به خوبی نشان می‌دهد (۱۹).

با توجه به اهمیت مهارت‌های شناختی- ادراکی نظیر تصمیم‌گیری سریع و انعطاف‌پذیری روانی - شناختی در موفقیت ورزشکاران؛ پژوهشگران همواره به دنبال روش‌های نوین برای تقویت این توانایی‌ها بوده‌اند. هرچند تمرینات سنتی می‌تواند فرصت مناسبی برای تمرین جست‌وجوی بصری، پیش‌بینی و تصمیم‌گیری فراهم کند، اما این روش‌ها با محدودیت‌هایی همچون دشواری کنترل محرک‌های شناختی، وابستگی به شرایط محیطی و زمان‌بر بودن فرایند یادگیری مواجه هستند. در این میان، فناوری واقعیت مجازی با ایجاد محیط‌های شبیه‌سازی‌شده و تعاملی، شرایطی نزدیک به واقعیت بازی فراهم می‌آورد و این امکان را ایجاد می‌کند که بازیکنان در فضایی ایمن، قابل کنترل و تکرارپذیر، مهارت‌های روانی - شناختی و تصمیم‌گیری خود را تقویت کنند. افزون بر این، پژوهش‌های اخیر نشان داده‌اند که تمرینات شناختی مبتنی بر واقعیت مجازی می‌تواند با تحریک هم‌زمان فرآیندهای حرکتی و شناختی، بر کارکردهای مغزی مرتبط با توجه، بازداری پاسخ و پیش‌بینی تأثیرگذار باشند. از این رو، بررسی اثرگذاری چنین تمریناتی بر بهبود شاخص‌های کلیدی در فوتبالیست‌های حرفه‌ای نه تنها می‌تواند به توسعه دانش علمی در حوزه روان‌شناسی ورزشی کمک کند، بلکه در عمل نیز راهکارهای نوینی را برای ارتقای سطح آمادگی ذهنی و عملکرد ورزشی بازیکنان در شرایط رقابتی واقعی ارائه خواهد داد.

¹ Lucia et al

² Dallaway et al

³ Virtual reality

⁴ Casella et al

از این رو، تحقیق حاضر با هدف بررسی اثربخشی تمرینات شناختی مبتنی بر واقعیت مجازی بر انعطاف‌پذیری روانی - شناختی فوتبالیست‌های حرفه‌ای، انجام خواهد شد و به دنبال پاسخ به این سوال اساسی است که آیا تمرینات شناختی مبتنی بر واقعیت مجازی بر بهبود انعطاف‌پذیری شناختی فوتبالیست‌های حرفه‌ای تاثیر دارد یا خیر؟

روش پژوهش

طرح پژوهش

این پژوهش از نوع نیمه تجربی بوده و دارای طرح پیش آزمون- پس آزمون همراه با گروه کنترل می باشد.

شرکت کنندگان

جامعه آماری تحقیق حاضر شامل فوتبالیست‌های مرد حرفه‌ای که در لیگ استانی فوتبال استان تهران شرکت می‌کنند. جهت تعیین حجم نمونه، از نرم‌افزار G*Power (نسخه ۳.۱.۹.۷) استفاده شد. با فرض سطح آلفای ۰/۰۵، توان آماری ۰/۸ و اندازه اثر بزرگ ($d = ۰/۱$) برای مقایسه‌های بین گروهی و $dz = ۰/۸$ برای مقایسه‌های درون گروهی پیش‌آزمون-پس‌آزمون، حداقل حجم نمونه برای دستیابی به توان آماری مطلوب محاسبه گردید. با توجه به ماهیت کنترل‌شده مداخله واقعیت مجازی و استفاده از ابزارهای سنجش شناختی با روایی بالا، تعداد ۲۴ بازیکن فوتبال به صورت هدفمند انتخاب و به‌طور تصادفی به دو گروه تجربی (۱۲ نفر) و کنترل (۱۲ نفر) تقسیم شدند که این تعداد توانایی آشکارسازی اثرات مداخله را دارا می‌باشد.

معیارهای ورود شامل ورزشکاران حرفه‌ای لیگ استانی فوتبال استان تهران، با دامنه سنی ۱۸ تا ۳۰ سال، عدم وجود ناهنجاری ساختاری در اسکلت ورزشکاران فوتبالیست، نداشتن بیماری‌های عصبی، شکستگی جمجمه، عمل مغز، ضربه مغزی ناشی از ضربات و زمین خوردگی در بازی‌ها و مسابقات، سرگیجه به همراه سردردهای مزمن و نداشتن سابقه مصرف داروهای اعصاب روان و عدم وجود سابقه صرع و تشنج و همچنین اخذ رضایت‌نامه کتبی است. معیارهای خروج نیز عدم رضایت به همکاری ورزشکار، افزایش بیش از یک غیبت در جلسات تمرینی، سابقه ی بهره مند شدن از هر روشی اعم از مدیتیشن (ذهن آگاهی، یوگا، مدیتیشن و بقیه متغیرهای مستقل مربوط به شناختی و روانی) و دارا بودن مشکلات شنوایی و بینایی در نظر گرفته شد.

ابزار

در این پژوهش، انعطاف‌پذیری شناختی فوتبالیست‌های حرفه‌ای به صورت نمره به دست آمده از آزمون دسته‌بندی کارت‌های ویسکانسین، در محیط واقعیت مجازی سنجیده شد. این آزمون شامل کارت‌هایی با ویژگی‌های متفاوت مانند رنگ، شکل و تعداد است که بازیکن باید بر اساس قانون مشخصی آنها را دسته بندی کند و پس از چند دور، قانون بدون اطلاع بازیکن تغییر می‌یابد تا توانایی او در شناسایی تغییرات و اصلاح استراتژی‌ها ارزیابی شود. شاخص‌های مورد سنجش شامل تعداد اشتباهات ثابت، تعداد اشتباهات غیرثابت، تعداد دسته بندی‌های درست و زمان پاسخ‌دهی هستند. بازیکن کارت‌ها را انتخاب می‌کند و داده‌های رفتاری و نوروفیزیولوژیک مرتبط با انعطاف‌پذیری شناختی ثبت می‌شود. این آزمون امکان سنجش علمی و دقیق توانایی بازیکنان در تطبیق سریع با تغییر شرایط و بهبود استراتژی‌های شناختی را فراهم می‌کند. عقیده بر این است که این آزمون گستره پیچیده‌ای از کنش‌های اجرایی را می‌سنجد که شامل انعطاف‌پذیری شناختی، برنامه ریزی، سازماندهی، استدلال انتزاعی، شکل گیری مفهوم، حفظ قوانین شناختی، توانایی تغییر و بازداري پاسخ‌های تکانه‌ای است. اعتبار این آزمون بر اساس ضریب توافق ارزیابی‌کنندگان در مطالعه اسپیرمن و استراوس (۱۹۸۸)، معادل ۰/۸۳ گزارش شده است. در ایران نیز، نادری (۲۰۱۲)، پایایی این آزمون را در جمعیت ایرانی با روش بازآزمایی ۰/۸۵ برآورد کرده است (۲۰).

روش اجرا

هدف از این پژوهش بررسی اثربخشی تمرینات شناختی مبتنی بر واقعیت مجازی بر تصمیم‌گیری و انعطاف‌پذیری روانی - شناختی فوتبالیست‌های حرفه‌ای بود. پس از تصویب پروپوزال و دریافت کد اخلاق از کمیته اخلاق در پژوهش دانشکده علوم ورزشی و تندرستی دانشگاه تهران به شماره IR.UT.SPORT.REC.1404.191، پژوهشگر فرم‌های رضایت نامه فردی را از ورزشکاران فوتبالیست دریافت کرد و برای جلب همکاری، مذاکره با تیم‌ها و فدراسیون فوتبال جمهوری اسلامی ایران انجام شد. جامعه آماری شامل ۲۴ فوتبالیست حرفه‌ای مرد با بیش از پنج سال تمرین مداوم و حضور در مسابقات لیگ کشوری بود که بر اساس معیارهای ورود و خروج و به صورت تصادفی ساده با استفاده از نرم افزار تخصیص، به

دو گروه تقسیم شدند. هفت روز پیش از شروع جلسات تمرینی، آزمون‌های پیش آزمون برای اندازه‌گیری توانایی تصمیم‌گیری و انعطاف‌پذیری روانی - شناختی توسط بازیکنان تکمیل شد و تمامی اندازه‌گیری‌ها توسط یک روانشناس ورزشی مستقل و بدون اطلاع از پروتکل‌ها انجام شد. برای سنجش تصمیم‌گیری، بازیکنان در محیط VR شبیه‌سازی شده فوتبال قرار گرفتند که شامل توپ، بازیکنان هم تیمی و مدافعان است. بازیکن باید موقعیت‌ها را پردازش کرده و تصمیم مناسب (پاس، دریبل، شوت یا تغییر تاکتیک) را اتخاذ کند و VNA داده‌های رفتاری و نوروفیزیولوژیک، از جمله زمان تصمیم‌گیری، دقت تصمیم‌گیری، مسیر نگاه و فعالیت مغزی مرتبط با فرآیندهای شناختی، ثبت می‌کند. برای سنجش انعطاف‌پذیری شناختی از کارت ویسکانسین؛ استفاده شد که بازیکن باید کارت‌ها را بر اساس ویژگیهای رنگ، شکل و تعداد دسته‌بندی کند و پس از چند دور، قانون دسته‌بندی بدون اطلاع او تغییر می‌یابد تا توانایی تطبیق با تغییر شرایط و اصلاح استراتژی‌ها ارزیابی شود. شاخص‌های این آزمون شامل تعداد اشتباهات ثابت، تعداد اشتباهات غیر ثابت، تعداد دسته‌بندی‌های درست و زمان پاسخ‌دهی هستند. گروه تجربی به مدت ۴ هفته و هر هفته ۳ جلسه پروتکل تمرینی خود را دریافت کرد. هر جلسه حدود ۲۰ دقیقه طول کشید. مدت و تعداد جلسات تمرین بر اساس مطالعات پیشین در حوزه تمرینات شناختی و واقعیت مجازی در ورزش (۲۱) و همچنین با نظر متخصصان روان‌شناسی ورزشی و علوم حرکتی تعیین شد تا ضمن ایجاد تحریک شناختی مؤثر، از خستگی ذهنی ورزشکاران جلوگیری شود. تمامی ورزشکاران صبحانه کامل خورده و شرایط خواب، استراحت و بیداری آنها تحت کنترل نسبی بود تا به حداکثر هماهنگی و ثبات در وضعیت فیزیولوژیک و شناختی دست یابد. پس از اتمام ۱۲ جلسه، آزمون‌های پس آزمون همانند پیش آزمون توسط روانشناس مستقل انجام شد تا تغییرات ادراک محیطی، تصمیم‌گیری و انعطاف‌پذیری شناختی اندازه‌گیری گردد و داده‌ها برای تحلیل‌های آماری و مقایسه گروه‌ها مورد استفاده قرار گرفتند. این طراحی شبیه‌سازی شده و کنترل شده، امکان ارزیابی علمی و دقیق اثر تمرینات شناختی مبتنی بر واقعیت مجازی را بدون نیاز به شرایط واقعی مسابقه فراهم کرد و از اعتبار علمی و قابلیت تکرارپذیری بالایی برخوردار است.

پروتکل تمرین واقعیت مجازی مطالعه حاضر با اتکا به پژوهش‌های پیشین در حوزه آموزش ادراکی-شناختی و واقعیت مجازی در فوتبال طراحی شد (۱۶، ۱۷). هر جلسه تمرین واقعیت مجازی شامل چهار بخش اصلی بود.

جدول ۱- بخش‌های اصلی هر جلسه واقعیت مجازی

Table 1- Main parts of each virtual reality session

محتوای تمرین	مدت	اقدامات
آماده‌سازی و کالیبراسیون	۲-۳ دقیقه	تنظیم هدست، کنترلرها، میدان دید، مسیر نگاه و آشنایی کوتاه با سناریو
گرم کردن شناختی	۲-۳ دقیقه	تمرین‌های ساده توجه دیداری، دنبال کردن توپ و تشخیص موقعیت بازیکنان
تمرین اصلی تصمیم‌گیری در فوتبال	۱۲-۱۴ دقیقه	اجرای سناریوهای شبیه‌سازی شده فوتبال با انتخاب تصمیم مناسب
سرد کردن شناختی و ثبت داده‌ها	۲-۳ دقیقه	کاهش تدریجی شدت محرک‌ها، ثبت داده‌ها و بررسی وضعیت بازیکن

شدت و پیچیدگی تمرینات به صورت تدریجی افزایش یافت؛ به گونه‌ای که در جلسات ابتدایی، سناریوها ساده‌تر و زمان تصمیم‌گیری بیشتر بود، اما در جلسات پایانی، تعداد محرک‌ها، فشار زمانی، تعداد مدافعان و تغییرات ناگهانی محیط افزایش یافت. تمرینات شامل تصمیم‌گیری سریع، توجه انتخابی، ادراک محیطی، انعطاف‌پذیری شناختی، بازداری پاسخ و اصلاح تصمیم بودند. در طول جلسات، شاخص‌هایی مانند زمان تصمیم‌گیری، دقت تصمیم‌گیری، زمان واکنش، تعداد تصمیم‌های صحیح و نادرست، مسیر نگاه و میزان سازگاری با تغییر شرایط ثبت شد.

این پروتکل با هدف ایجاد تحریک شناختی مؤثر و در عین حال جلوگیری از خستگی ذهنی ورزشکاران طراحی شد. تمامی جلسات در شرایط کنترل شده و با رعایت اصول ایمنی واقعیت مجازی اجرا شدند. همچنین پیش از هر جلسه، وضعیت خواب، تغذیه، خستگی و آمادگی ذهنی ورزشکاران بررسی شد تا اثر عوامل مداخله‌گر بر عملکرد شناختی به حداقل برسد. پس از پایان دوره تمرینی، آزمون‌های پس‌آزمون مشابه مرحله پیش‌آزمون توسط روان‌شناس ورزشی مستقل و بدون اطلاع از گروه‌بندی آزمودنی‌ها اجرا شد.

جدول ۲- جزئیات جلسات تمرینی

Table 2- Details of training sessions

جلسه	محتوای اصلی	هدف شناختی
۱	آشنایی با محیط مجازی، تمرین پاس ساده و تشخیص هم‌تیمی آزاد	سازگاری با VR و توجه دیداری
۲	انتخاب بین پاس، دریبل و حفظ توپ در موقعیت‌های ساده	تصمیم‌گیری پایه
۳	تشخیص فضای خالی و انتخاب مسیر مناسب بازی	ادراک محیطی

۴	افزایش تعداد مدافعان و کاهش زمان پاسخ	سرعت پردازش اطلاعات
۵	تمرین پاس تحت فشار و تغییر جهت بازی	توجه انتخابی
۶	تصمیم‌گیری در ضدحمله و انتخاب گزینه سریع	پیش‌بینی و تصمیم‌گیری سریع
۷	تغییر ناگهانی شرایط حمله و بسته‌شدن مسیر پاس	بازداری پاسخ
۸	تغییر قانون تصمیم‌گیری در طول تمرین	انعطاف‌پذیری شناختی
۹	ترکیب چند محرک هم‌زمان؛ توپ، مدافع، هم‌تیمی و فضا	کنترل شناختی
۱۰	تصمیم‌گیری در شرایط فشار زمانی بالا	دقت تصمیم تحت فشار
۱۱	سناریوهای پیچیده مشابه مسابقه	یکپارچگی ادراک و تصمیم
۱۲	اجرای سناریوهای نهایی با بیشترین سطح پیچیدگی	تثبیت مهارت شناختی

تحلیل داده‌ها

در ابتدا از آزمون شاپیروویلک جهت بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها استفاده شد. سپس از آزمون تی همبسته برای بررسی تغییرات درون گروهی و از آزمون تی مستقل برای مقایسه بین گروه‌ها استفاده شد. کلیه تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار IBM SPSS Statistics version 22 انجام گرفت و سطح معناداری در تمامی آزمون‌ها ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

مشخصات دموگرافیک شرکت‌کننده‌ها در جدول ۳ نمایش داده شده است. نتایج آزمون تی مستقل نشان می‌دهد که بین دو گروه تحقیق بر اساس سن، قد، وزن و ترکیب بدنی تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

جدول ۳- مشخصات دموگرافیک شرکت‌کننده‌های دو گروه تحقیق

Table 3- Demographic characteristics of participants in the two research groups

معنی داری	گروه کنترل	گروه تجربی	
۰/۶۹	۲۴/۸۳±۲/۵۱	۲۵/۱۶±۲/۳۴	سن (سال)
۰/۵۴	۱۷۸/۷۵±۵/۸۹	۱۷۹/۴۲±۵/۶۱	قد (سانتی متر)
۰/۰۹۱	۷۳/۹۱±۵/۸۷	۷۴/۸۶±۶/۱۲	وزن (کیلوگرم)
۰/۸۷	۲۳/۱۶±۱/۲۸	۲۳/۲۱±۱/۳۴	شاخص توده بدنی (BMI)

میانگین و انحراف معیار متغیرهای در گروه‌های تحقیق در پیش آزمون و پس آزمون در جدول ۴ نمایش داده شده است. نتایج آزمون تی مستقل نشان می‌دهد که بین دو گروه تحقیق بر اساس سن، قد، وزن و ترکیب بدنی تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

جدول ۴- میانگین و انحراف معیار متغیرهای تحقیق گروه تجربی و کنترل در مراحل مختلف

Table 3- Demographic characteristics of participants in the two research groups

گروه تجربی	گروه کنترل	
۱۸/۴۲±۴/۳۱	۱۸/۰۰±۴/۲۷	خطای درجاماندگی پیش آزمون
۱۵/۸۱±۳/۹۶	۱۷/۲۴±۴/۱۵	پس آزمون
۳۲/۷۵±۶/۲۸	۳۳/۰۶±۶/۱۱	خطای کل پیش آزمون
۲۸/۳۴±۵/۷۳	۳۲/۲۱±۶/۰۴۸	پس آزمون

خطای درجاماندگی

از آزمون t همبسته و t مستقل برای بررسی تفاوت درون گروهی و بین گروهی در نمرات خطای درجاماندگی استفاده شد که نتایج آن در جدول ۵ مشاهده می‌شود.

جدول ۵- آزمون t همبسته در ارتباط با تغییر نمرات خطای درجاماندگی و خطای کل گروه تجربی و کنترل از پیش آزمون تا پس آزمون

Table 5- Paired-samples t-test for changes in perseverative error scores and total error scores in the experimental and control groups from pre-test to post-test

اندازه اثر (Cohen's d)	سطح معناداری	درجه آزادی	T	اختلاف دو به دو میانگین	گروه تجربی	پیش آزمون - پس آزمون
۰/۵۲	۰/۰۹۷	۱۲	۱/۸۰۱	۲/۶۱	خطای	گروه تجربی
۱/۵۳	۰/۰۰۱	۱۲	۵/۲۹۹	۹/۷۶	درجاماندگی	گروه کنترل
۰/۵۱	۰/۱۰۲	۱۲	۱/۷۸۴	۴/۴۱	خطای کل	گروه تجربی
۱/۶۸	۰/۰۰۱	۱۲	۵/۸۲۶	۱۴/۸۵		پیش آزمون - پس آزمون

با توجه به نتایج جدول ۵ مشخص گردید تغییرات نمرات خطای درجاماندگی در گروه تجربی در پس آزمون نسبت به پیش آزمون معنادار بوده است ($p < ۰/۰۰۱$). با مراجعه به جدول میانگین ها می توان دریافت که نمرات خطای درجاماندگی گروه تجربی کاهش معنی داری داشته است. در حالی که بین میزان خطای درجاماندگی در گروه کنترل در پس آزمون نسبت به پیش آزمون تفاوت معنی داری نداشته است ($p = ۰/۰۹۷$). نتایج آزمونی تی مستقل برای مقایسه نمرات گروه کنترل و گروه تجربی در جدول ۵ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می شود نمرات این گروه ها در پیش آزمون تفاوت معنی داری با هم ندارد ($p = ۰/۶۶۹$)؛ اما در پس آزمون تفاوت معنی داری با هم دارند ($p < ۰/۰۰۱$). مقایسه میانگین گروه ها در پس آزمون نشان می دهد که عملکرد خطای درجاماندگی گروه تجربی کمتر و بهتر از گروه کنترل است.

جدول ۶- نتایج آزمون تی مستقل برای مقایسه نمرات گروه تجربی با گروه کنترل در مراحل مختلف

Table 6- Results of the independent t-test for comparing the scores of the experimental group with the control group at different stages

اندازه اثر (Cohen's d)	سطح معناداری	درجه آزادی	T	F	اختلاف میانگین	پیش آزمون
۰/۱۸	۰/۶۶۹	۲۴	۰/۴۳۲	۰/۰۰۱	۲/۰۴	خطای درجاماندگی
۱/۸۹	< ۰/۰۰۱	۲۴	۴/۶۱۷	۸/۶۷۹	۱/۹۹	پس آزمون
۰/۱۷	۰/۶۸۸	۲۴	۰/۴۰۶	۱/۱۳۲	۱/۳۰۷	خطای کل
۱/۶۷	< ۰/۰۰۱	۲۴	۴/۰۹۳	۱/۲۹۳	۱۲/۶۱	پس آزمون

با توجه به نتایج جدول ۵ مشخص گردید تغییرات نمرات خطای درجاماندگی در گروه تجربی در پس آزمون نسبت به پیش آزمون معنادار بوده است ($p < ۰/۰۰۱$). با مراجعه به جدول میانگین ها می توان دریافت که نمرات خطای درجاماندگی گروه تجربی کاهش معنی داری داشته است. در حالی که بین میزان خطای درجاماندگی در گروه کنترل در پس آزمون نسبت به پیش آزمون تفاوت معنی داری نداشته است ($p = ۰/۱۰۲$). نتایج آزمونی تی مستقل برای مقایسه نمرات گروه کنترل و گروه تجربی در جدول ۶ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می شود نمرات این گروه ها در پیش آزمون تفاوت معنی داری با هم ندارد ($p = ۰/۶۸۸$)؛ اما در پس آزمون تفاوت معنی داری با هم دارند ($p < ۰/۰۰۱$). مقایسه میانگین گروه ها در پس آزمون نشان می دهد که عملکرد خطای درجاماندگی گروه تمرینات حرکتی کمتر و بهتر از گروه کنترل است.

بحث

یافته های پژوهش حاضر نشان داد که تمرینات شناختی مبتنی بر واقعیت مجازی موجب بهبود معنادار عملکرد شناختی فوتبالیست های حرفه ای، به ویژه در شاخص های مرتبط با انعطاف پذیری شناختی مانند خطای درجاماندگی و خطای کل شده است. به عبارت دیگر، بازیکنانی که در معرض تمرینات واقعیت مجازی قرار گرفتند، توانستند در مرحله پس آزمون نسبت به پیش آزمون عملکرد بهتری در تطبیق با تغییر قوانین، اصلاح راهبردهای شناختی و کاهش پاسخ های تکراری نشان دهند. این یافته ها بیانگر آن است که تمرین در محیط های شبیه سازی شده و تعاملی می تواند به بهبود کارکردهای اجرایی مغز که برای عملکرد موفق در ورزش های مهارت باز ضروری هستند، کمک کند. فوتبال به عنوان یک ورزش پویا و پیچیده، مستلزم پردازش سریع اطلاعات محیطی، پیش بینی رفتار حریفان و اتخاذ تصمیم های فوری در شرایط فشار زمانی است. در چنین شرایطی، کارکردهای اجرایی مغز مانند انعطاف پذیری شناختی، توجه انتخابی و بازداری پاسخ نقش مهمی در عملکرد بازیکنان ایفا می کنند. پژوهش ها نشان داده اند که ورزشکاران نخبه در مقایسه با ورزشکاران سطح پایین تر از کارکردهای اجرایی قوی تری برخوردارند و این توانایی ها با عملکرد موفق در

مسابقات ارتباط دارد (۶)؛ بنابراین، هرگونه مداخله تمرینی که بتواند این فرآیندهای شناختی را تقویت کند، می‌تواند در بهبود عملکرد ورزشی مؤثر باشد.

یکی از دلایل احتمالی اثربخشی تمرینات واقعیت مجازی در پژوهش حاضر، ماهیت تعاملی و غوطه‌ور این فناوری است. محیط‌های واقعیت مجازی می‌توانند شرایطی بسیار نزدیک به موقعیت‌های واقعی مسابقه ایجاد کنند و به ورزشکاران اجازه دهند در فضایی کنترل‌شده و قابل تکرار با سناریوهای مختلف بازی مواجه شوند. این ویژگی موجب می‌شود ورزشکاران بتوانند مهارت‌های ادراکی و تصمیم‌گیری خود را بدون خطر آسیب‌دیدگی و با امکان تکرار فراوان تمرین کنند. مرورهای نظام‌مند نشان داده‌اند که فناوری‌های واقعیت مجازی در ورزش به‌طور فزاینده‌ای برای آموزش مهارت‌های ادراکی-شناختی، تصمیم‌گیری و پیش‌بینی مورد استفاده قرار می‌گیرند و نتایج امیدوارکننده‌ای در بهبود عملکرد شناختی ورزشکاران نشان داده‌اند (۲۱).

نتایج پژوهش حاضر با مطالعات پیشین در زمینه تمرینات ادراکی-شناختی در ورزش نیز همسو است. برای مثال، پژوهش رامز^۱ و همکاران نشان داد که تمرینات ادراکی مبتنی بر ردیابی چند شیء سه‌بعدی می‌تواند دقت تصمیم‌گیری پاس در بازیکنان فوتبال را بهبود دهد (۲۲). همچنین پژوهش‌های دیگر نشان داده‌اند که تمرینات شناختی مبتنی بر شبیه‌سازی می‌تواند فرآیندهای ادراکی و تصمیم‌گیری را در ورزش‌های تیمی ارتقا دهند، زیرا این تمرینات شبکه‌های ادراکی، شناختی و حرکتی را به‌طور هم‌زمان درگیر می‌کنند (۲۳). فورتر و همکاران (۲۰۲۱) گزارش کردند که تمرین مبتنی بر واقعیت مجازی در فوتبالیست‌های جوان، در مقایسه با تمرین مبتنی بر ویدئو، موجب بهبود بیشتری در تصمیم‌گیری پاس و جست‌وجوی دیداری می‌شود. اگرچه متغیر وابسته در مطالعه آنان با پژوهش حاضر یکسان نبود، اما هم‌راستایی نتایج نشان می‌دهد که محیط‌های واقعیت مجازی می‌توانند به‌طور مؤثری فرآیندهای ادراکی-شناختی مرتبط با فوتبال را تسهیل کنند. اهمیت این هم‌سویی از آن جهت است که هر دو مطالعه، با وجود تفاوت در شاخص‌های اندازه‌گیری، بر یک نتیجه مشترک دلالت دارند: قرار گرفتن ورزشکار در محیطی تعاملی، پویا و نزدیک‌تر به شرایط واقعی بازی، می‌تواند کارایی پردازش اطلاعات، انتخاب پاسخ و انطباق رفتاری را بهبود بخشد. در واقع، اگر فورتر و همکاران بهبود در کیفیت تصمیم‌گیری پاس و جست‌وجوی دیداری را گزارش کرده‌اند، یافته‌های پژوهش حاضر نیز از زاویه‌ای مکمل نشان می‌دهد که این نوع تمرین می‌تواند به ارتقای مؤلفه‌های بنیادین تری مانند انعطاف‌پذیری شناختی و کاهش خطاهای شناختی بینجامد؛ مؤلفه‌هایی که خود زیربنای تصمیم‌گیری مؤثر در میدان مسابقه محسوب می‌شوند (۱۷). علاوه بر این، نتایج مرور دامن‌های جیا^۲ و همکاران (۲۰۲۴) نیز از یافته‌های پژوهش حاضر حمایت می‌کند. آنان نشان دادند که فناوری‌های واقعیت مجازی، به‌ویژه محیط‌های ۳۶۰ درجه، شبیه‌سازی‌های تعاملی و سامانه‌های غوطه‌ور، در ورزش‌های تیمی ظرفیت بالایی برای ارزیابی و آموزش تصمیم‌گیری دارند؛ زیرا قادرند موقعیت‌هایی با سطح مناسبی از اعتبار بوم‌شناختی ایجاد کنند. این نکته برای تفسیر نتایج مطالعه حاضر اهمیت زیادی دارد، زیرا یکی از محدودیت‌های رایج در بسیاری از تمرینات شناختی سنتی، فاصله آن‌ها از بافت واقعی اجراست. در تمرینات غیرزمنه‌ای، ورزشکار ممکن است یک فرایند ذهنی خاص را تمرین کند، اما الزاماً در شرایطی مشابه با الزامات ادراکی و زمانی مسابقه قرار نگیرد. در مقابل، واقعیت مجازی این امکان را فراهم می‌کند که بازیکن در معرض صحنه‌هایی قرار گیرد که از نظر پیچیدگی محرک‌ها، تغییرپذیری محیط، فشار زمانی و ضرورت انتخاب سریع پاسخ، شباهت بیشتری به بازی واقعی دارند. از این منظر، اثربخشی مداخله حاضر را می‌توان تا حدی ناشی از همین ویژگی دانست؛ یعنی بازیکنان در طول جلسات تمرینی بارها با سناریوهایی مواجه شدند که مستلزم پایش مداوم محیط، تشخیص نشانه‌های مرتبط، بازنگری پاسخ قبلی و انتخاب راهبرد جدید بودند (۱۶). به بیان دقیق‌تر، واقعیت مجازی صرفاً یک ابزار نمایش تصویری نیست، بلکه یک محیط یادگیری فعال است که در آن بازیکن ناچار است در چرخه‌ای مداوم از ادراک، تفسیر، پیش‌بینی و پاسخ‌گویی شرکت کند. این درگیری فعال احتمالاً یکی از تفاوت‌های مهم آن با روش‌های منفعل‌تر مانند مشاهده ویدئو یا انجام تکالیف شناختی انتزاعی است. در محیط واقعیت مجازی، فرد تنها مشاهده‌گر یک رویداد نیست، بلکه باید نسبت به آن موضع بگیرد، توجه خود را تنظیم کند، محرک‌های مهم را از محرک‌های غیرضروری تفکیک کند و در صورت تغییر شرایط، راهبرد خود را اصلاح نماید. چنین فرایندی از نظر شناختی با مؤلفه‌هایی مانند انعطاف‌پذیری ذهنی، کنترل توجه، بازداری پاسخ و به‌روزرسانی مستمر اطلاعات در حافظه کاری مرتبط است. بنابراین، کاهش خطای درج‌اماندگی و خطای کل در پژوهش حاضر را می‌توان نشانه‌ای دانست از اینکه تمرین واقعیت مجازی توانسته است این فرآیندهای اجرایی را به‌صورت کارکردی درگیر و تقویت کند.

^۱ . Romeas

^۲ . Jia

از دیدگاه علوم اعصاب شناختی، بهبود عملکرد مشاهده شده در این پژوهش را می توان با فعال سازی و تقویت شبکه های عصبی مرتبط با کارکردهای اجرایی توضیح داد. انعطاف پذیری شناختی به توانایی تغییر راهبردهای ذهنی در پاسخ به تغییر شرایط محیطی اشاره دارد و به طور عمده با فعالیت قشر پیش پیشانی مغز مرتبط است. تمرینات مبتنی بر واقعیت مجازی که شامل پردازش اطلاعات پیچیده، تصمیم گیری سریع و تغییر مداوم شرایط هستند، می توانند این شبکه های عصبی را تحریک کرده و موجب سازگاری های عصبی شوند (۲۴). در نتیجه، ورزشکاران پس از دوره تمرینی قادر خواهند بود با سرعت و دقت بیشتری به تغییرات محیطی پاسخ دهند. علاوه بر این، نتایج پژوهش حاضر با دیدگاه «اختصاصی بودن تمرین» نیز قابل تبیین است. بر اساس این اصل در یادگیری حرکتی، هرچه شرایط تمرین شباهت بیشتری به شرایط واقعی اجرا داشته باشد، انتقال یادگیری نیز بیشتر خواهد بود. محیط های واقعیت مجازی می توانند با بازآفرینی سناریوهای واقعی بازی، سطح بالایی از شباهت ادراکی و تصمیم گیری ایجاد کنند. این موضوع باعث می شود مهارت های تمرین شده در محیط شبیه سازی شده، بهتر به شرایط واقعی مسابقه منتقل شوند (۲۵).

با وجود این، پژوهش حاضر دارای محدودیت هایی نیز بود که باید در تفسیر نتایج مورد توجه قرار گیرد. نخست آنکه حجم نمونه نسبتاً محدود بود و تنها فوتبالیست های مرد حرفه ای را شامل می شد، بنابراین تعمیم نتایج به سایر گروه ها نیازمند احتیاط است. دوم اینکه مدت زمان مداخله نسبتاً کوتاه بود و بررسی اثرات بلندمدت تمرینات انجام نشد. همچنین در این پژوهش عملکرد واقعی بازیکنان در مسابقات یا بازی های کوچک بررسی نشد که می توانست اطلاعات دقیق تری درباره انتقال اثرات تمرین به محیط واقعی فراهم کند. با این حال، نتایج این پژوهش دارای پیامدهای کاربردی مهمی برای مربیان و متخصصان عملکرد ورزشی است. استفاده از تمرینات شناختی مبتنی بر واقعیت مجازی می تواند به عنوان مکملی برای تمرینات فنی و تاکتیکی در فوتبال حرفه ای مورد استفاده قرار گیرد. این فناوری امکان طراحی تمرین های استاندارد، قابل تکرار و قابل کنترل را فراهم می کند و به مربیان اجازه می دهد سناریوهای مختلف بازی را برای بازیکنان شبیه سازی کنند. در نتیجه، ادغام تمرینات شناختی مبتنی بر واقعیت مجازی با برنامه های تمرینی سنتی می تواند به ارتقای آمادگی شناختی و تصمیم گیری بازیکنان در شرایط واقعی مسابقه کمک کند.

محدودیت های تحقیق

در این تحقیق تنها از میان فوتبالیست های مرد انتخاب شدند، از این رو تعمیم نتایج به ورزشکاران زن یا سایر گروه های سنی نیازمند انجام پژوهش های بیشتر است. از دیگر محدودیت ها می توان به کوتاه بودن مدت مداخله (چهار هفته) اشاره کرد؛ بنابراین مشخص نیست که اثرات تمرینات شناختی مبتنی بر واقعیت مجازی در بلندمدت تا چه اندازه پایدار باقی می ماند. همچنین این پژوهش تنها بر فوتبالیست های حرفه ای متمرکز بود و تعمیم نتایج به سایر رشته های ورزشی یا سطوح مختلف مهارتی (نوجوانان، آماتورها یا مبتدیان) نیازمند تحقیقات بیشتر است. در نهایت، شرایط تمرین و اجرای آزمون ها در محیط آزمایشگاهی و شبیه سازی واقعیت مجازی انجام شد؛ بنابراین ممکن است تمامی پیچیدگی های شناختی و ادراکی شرایط واقعی مسابقه فوتبال را به طور کامل منعکس نکند. از این رو پیشنهاد می شود پژوهش های آینده با حجم نمونه بزرگ تر، دوره های مداخله طولانی تر و در رشته های ورزشی و سطوح مهارتی مختلف انجام شوند تا امکان تعمیم نتایج افزایش یابد.

نتیجه گیری

در مجموع، یافته های این پژوهش نشان می دهد که تمرینات شناختی مبتنی بر واقعیت مجازی می توانند نقش مؤثری در بهبود انعطاف پذیری شناختی و کاهش خطاهای شناختی فوتبالیست های حرفه ای ایفا کنند. از این رو، پیشنهاد می شود پژوهش های آینده با نمونه های بزرگ تر، دوره های تمرینی طولانی تر و بررسی شاخص های عملکرد واقعی در مسابقه انجام شوند تا درک دقیق تری از نقش این فناوری در بهبود عملکرد ورزشی به دست آید.

پیام مقاله

تمرینات شناختی مبتنی بر واقعیت مجازی می توانند به عنوان یک ابزار مکمل مؤثر در برنامه های تمرینی فوتبال حرفه ای، موجب ارتقای انعطاف پذیری شناختی و بهبود تصمیم گیری بازیکنان در شرایط پویا و رقابتی شوند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این مقاله مستخرج از پایان نامه نویسنده اول بوده و دارای کد اخلاق کمیته اخلاق در پژوهش دانشکده علوم ورزشی و تندرستی دانشگاه تهران به شماره IR.UT.SPORT.REC.1404.191 است.

مشارکت نویسندگان

این مقاله مستخرج از پایان نامه نویسنده اول می باشد. نویسندگان پژوهش حاضر در مراحل اجرا، مشارک یکسانی داشتند و نویسنده اول، مسئولیت پژوهش را به عهده دارد. نویسنده دوم مقاله استاد راهنما و نویسنده دوم مقاله استاد مشاور پایان نامه و مقاله بوده اند.

حامی مالی

در پژوهش حاضر از هیچ گونه منبع تأمین مالی در بخش، عمومی، تجاری، و غیردولتی استفاده نشد و صرفاً برگرفته از رساله دکتری نویسنده اول است.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از تمامی فوتبالیست‌ها و مربیانی که با مشارکت خود امکان اجرای این پژوهش را فراهم کردند، صمیمانه قدردانی می‌شود. همچنین از تمامی افرادی که در مراحل جمع‌آوری داده‌ها و اجرای جلسات تمرینی همکاری داشتند، تشکر و سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

گوزنالس-فرناندس، ف. ت.، فهیمی، م.، و برینی، س. (۲۰۲۵). واقعیت مجازی (VR) برای آموزش مهارت‌های ذهنی در ورزشکاران نخبه: یک مطالعه شبه‌آزمایشی. هوش مصنوعی و فناوری در علوم رفتاری و اجتماعی، ۳(۳)، ۱۱-۱۰. <https://doi.org/10.61838/kman.aitech.3.3.10>

References

1. Richlan, F., Weiß, M., Kastner, P., & Braid, J. (2023). Virtual training, real effects: A narrative review on sports performance enhancement through interventions in virtual reality. *Frontiers in Psychology, 14*, 1240790.
2. Tiercery, M., Carling, C., Pavillon, T., Bideau, B., & Sorel, A. (2025). Evaluating the impact of VR training on perceptual-cognitive skills in elite youth football: Insights into transfer and performance.
3. Sarmento, H., Anguera, M. T., Pereira, A., & Araújo, D. (2018). Talent identification and development in male football: A systematic review. *Sports Medicine, 48*(4), 907–931.
4. Scharfen, H. E., & Memmert, D. (2019). Measurement of cognitive functions in experts and elite athletes: A meta-analytic review. *Applied Cognitive Psychology, 33*(5), 843–860.
5. Pruna, R., & Bahdur, K. (2016). Depression in football. *Journal of Novel Physiotherapies, 6*(6), 317. <https://doi.org/10.4172/2165-7025.1000317>
6. Vestberg, T., Reinebo, G., Maurex, L., Ingvar, M., & Petrovic, P. (2017). Core executive functions are associated with success in young elite soccer players. *PLOS ONE, 12*(2), e0170845.
7. Stratton, G. (2004). *Youth soccer: From science to performance*. Psychology Press.
8. Williams, A. M., & Jackson, R. C. (Eds.). (2019). *Anticipation and decision making in sport*. Routledge.
9. Abernethy, B., Farrow, D., Gorman, A. D., & Mann, D. L. (2012). Anticipatory behavior and expert performance. In *Skill acquisition in sport: Research, theory and practice* (pp. 287–
10. Roca, A., Ford, P. R., McRobert, A. P., & Williams, A. M. (2011). Identifying the processes underpinning anticipation and decision-making in a dynamic time-constrained task. *Cognitive Processing, 12*(3), 301–310.
11. Barkley, R. A. (2012). *Executive functions: What they are, how they work, and why they evolved*. Guilford Press.
12. Scharfen, H.-E., & Memmert, D. (2021). Cognitive training in elite soccer players: Evidence of narrow, but not broad transfer to visual and executive function. *German Journal of Exercise and Sport Research, 51*(2), 135–145.
13. Morgans, R., Orme, P., Anderson, L., & Drust, B. (2014). Principles and practices of training for soccer. *Journal of Sport and Health Science, 3*(4), 251–257.
14. Lucia, S., Digno, M., Madinabeita, I., & Di Russo, F. (2024). Integration of cognitive-motor dual-task training in physical sessions of highly skilled basketball players. *Journal of Sports Sciences, 42*(18), 1695–1705.

15. Lucia, S., Bianco, V., Boccacci, L., & Di Russo, F. (2021). Effects of a cognitive-motor training on anticipatory brain functions and sport performance in semi-elite basketball players. *Brain Sciences*, 12(1), 68.
16. Jia, Y., Zhou, X., Yang, J., & Fu, Q. (2024). Animated VR and 360-degree VR to assess and train team sports decision-making: A scoping review. *Frontiers in Psychology*, 15, 1410132. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1410132>
17. Fortes, L. S., Almeida, S. S., Praça, G. M., Nascimento-Júnior, J. R. A., Lima-Júnior, D., Barbosa, B. T., & Ferreira, M. E. C. (2021). Virtual reality promotes greater improvements than video-stimulation screen on perceptual-cognitive skills in young soccer athletes. *Human Movement Science*, 79, 102856.
18. Krupitzer, C., . (2022). CortexVR: Immersive analysis and training of cognitive executive functions of soccer players using virtual reality and machine learning. *Frontiers in Psychology*, 13, 754732. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.754732>
19. Casella, A., Di Bello, B., Aydin, M., Lucia, S., Di Russo, F., & Pitzalis, S. (2024). Modulation of anticipatory brain activity as a function of action complexity. *Biological Psychology*, 193, 108959.
20. Naderi, F., Shokri, O., & Saeed, Y. (2012). Psychometric properties of the Wisconsin Card Sorting Test among Iranian students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 32, 195–199. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.01.030>
21. Neumann, D. L., Moffitt, R. L., Thomas, P. R., Loveday, K., Watling, D., Lombard, C., Antonova, S., & Tremeer, M. (2021). A systematic review of the application of interactive virtual reality to sport. *Virtual Reality*, 25(1), 183–198.
22. Romeas, T., Guldner, A., & Faubert, J. (2016). 3D multiple object tracking training task improves passing decision-making accuracy in soccer players. *Psychology of Sport and Exercise*, 22, 1–9.
23. Broadbent, D. P., Causer, J., Williams, A. M., & Ford, P. R. (2021). Perceptual-cognitive skill training and its transfer to expert performance in sport. *Frontiers in Psychology*, 12, 628400.
24. Appelbaum, L. G., & Erickson, G. (2018). Sports vision training: A review of the state-of-the-art in digital training techniques. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 11(1), 160–189.
25. Gray, R. (2017). Transfer of training from virtual to real baseball batting. *Frontiers in Psychology*, 8, 2183.