Sport. Psychol. Stud, 2025, 14(53): 25-42, doi: 10.22089/spsyj.2025.17140.2503

Sport Psychology Studies
Journal hompage: https://spsyj.ssrc.ac.ir

Article Type: Original

Effectiveness of Neurofeedback Training on Sport Performance and Sport Success in Adolescent Soccer Players

Sajjad Rezaei*[1], Maryam Jafroudi[2], Navid Agand[3]

1. Associate Professor, Department of Psychology, Faculty of Literature and Humanities, University of Guilan, Rasht, Iran.
2 . M.A in General Psychology, Department of Psychology, Faculty of Literature and Humanities, University of Guilan, Rasht, Iran.
3. M.Sc in Clinical Psychology, Department of Psychology, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran.

Received: 19/08/2024, Revised: 01/05/2025, Accepted: 02/06/2025

* Corresponding Author: Sajjad Rezaei, E-mail: **Rezaei_psy@hotmail.com**

How to Cite: Rezaei, S., Jafroudi, M., Agand, N. (2025). Effectiveness of Neurofeedback Training on Sport Performance and Sport Success in Adolescent Soccer Players. *Sport Psychology Studies*, *14*(53), 25-42. In Persian.

Extended Abstract

Background and Purpose

One of the most popular sports currently played by young people is soccer, which has gained immense popularity in recent years due to its variety and unpredictability. There is a strong relationship between the mind and physical performance (Paktas, 2021). Athletes need to maintain maximum concentration for as long as possible in order to multitask during sports competitions (McKee et al., 2015). In other words, a wide range of cognitive abilities, such as concentration and attention, is needed to enhance sports performance (Paktas, 2021). Hence, improving mental skills is considered one of the important factors for athletes' success at the highest level of competition. According to the psychomotor efficiency hypothesis, cortical processing at the physiological level serves as the basis for improving sports performance (Hatfield et al., 2001). Neurofeedback is one of the methods of neuromodulation and biological feedback that alters brain function and adjusts the activation pattern of the cerebral cortex by receiving, recording, and providing feedback on brain waves with the help of sensory mediators (Xiang et al., 2018). According to previous findings, neurofeedback can enhance the sports performance of athletes by impacting their concentration, attention, accuracy, and balance (Maszczyk et al., 2018; Hammond, 2007). The present study was conducted to determine the effectiveness of neurofeedback-based training on the success and performance of soccer players.

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

Materials and Methods

The method of this research was quasi-experimental. A pre-test-post-test research design with a control group was employed in this study. The statistical population consisted of soccer players from Astaneh Ashrafieh city (north of Iran) in 2021, who were engaged in professional sports activities during the second quarter of the year. From the initial population of 78 individuals, those who met the exclusion criteria—including substance abuse history, concomitant mental disorders, use of psychoactive drugs, undergoing psychotherapy, and being over the age of 21—were excluded from the study. After conducting a structured interview using the SCID (Structured Clinical Interview for DSM-5) by a psychologist, 24 male athletes were selected through convenience sampling. After matching based on age and education level, they were randomly divided into two groups: an experimental group (n=12) and a control group (n=12). The Charbonneau (2001) sports performance questionnaire and the Mousavi and Vaez Mousavi sports success scale (2013) were administered as pre-tests and post-tests for both groups. Neurofeedback training was provided to the group receiving this intervention according to a treatment protocol consisting of 15 sessions, each lasting 30 minutes.

Findings

The results of the present study showed that the average age in the neurofeedback-based training group (17.08 ± 0.99) and the control group (17 ± 1.04) years respectively. Also, the two groups did not have statistically significant differences in terms of demographic characteristics, and the two groups were homogeneous in terms of these variables (P>0.05). Univariate and multivariate covariance analysis were used to investigate the effect of neurofeedback training on improving soccer players' performance and sports success. The F statistic for sports success was 121.277 and sports performance was 63.557 in the post-test, which is significant at the 0.001 level. Therefore, it was found that there is a significant difference between the two experimental and control groups in terms of increasing the score of sports success and sports performance in soccer players. Also, the size of the effect shows that the difference between sports success and sports performance in society is 85% and 75%, respectively, at an acceptable level. Therefore, there is a significant difference between the neurofeedback-based training groups and the control group in terms of sports success and sports performance in the post-test stage by adjusting the pre-test scores. Also, according to the F statistic, all components of sports success are significant in the post-test stage (P<0.05). This finding indicates that there is a significant difference between the neurofeedback-based training group and the control group in terms of the components of sports success. Furthermore, based on the effect size of neurofeedback-based training, it has an effect of 0.80 on all components of sports success. This implies that at least 80% of the variance related to the difference between the two groups in the post-test stage, after statistically controlling for the pre-test scores, is attributed to the experimental conditions. The adjusted mean difference between the neurofeedback-based training group and the control group in the post-test stage is significant for all components of sports success. Therefore, it can be concluded that there is a significant difference between the effectiveness of neurofeedback-based training and the control group regarding the components of sports success. Specifically, the adjusted mean of the components of sports success in the neurofeedback-based training group during the post-test phase was

significantly higher than that of the control group. Consequently, neurofeedback-based training is effective in enhancing sports success and performance among soccer players.

Conclusion

The present study was conducted with the aim of investigating the effectiveness of a neurofeedback protocol intervention on the performance and sports success of adolescent soccer players. The results indicate that sports success increased across various levels of analysis, including fluent execution, attention, technique, error sensitivity, commitment, and achievement. More specifically, the findings showed that neurofeedback interventions contributed to achieving sports success, with participants reporting a significant improvement during the post-test phase. Consistent with this research, previous studies have demonstrated that neurofeedback has a positive effect on achieving sports success (Norouzi et al., 2018).

Another finding of this research is that neurofeedback training has improved the sports performance of the participants. This improvement in sports performance among soccer players may be attributed to the fundamental principle of using neurofeedback training to enhance athletic performance, which is based on identifying connections between general patterns of brain activity and achieving optimal patterns along with self-regulatory skills. In other words, by utilizing neurofeedback exercises and interventions, unnecessary processing and activities are minimized and as a result, implementation is facilitated (Salehi et al., 2015). Consequently, these interventions are effective in enhancing performance by increasing the level of athletic abilities.

These findings can also be explained by the theory of mind-body connection. Specifically, brain training can be employed to enhance capabilities and optimize functioning with the goal of fostering healthy emotional, cognitive, and behavioral states (Blumenstein et al., 2002). Thus, through neurofeedback training, abnormal brain rhythms and frequencies can be transformed into normal or relatively normal ones, resulting in the normalization of psychological states (Blumenstein et al., 2002). This method effectively teaches athletes to regulate their brain wave responses to various stimuli (Mikicin et al., 2015). When the brain is organized and self-regulating, behavior improves, and concentration and attention increase. These inherent capabilities can be activated through brain wave training (Hammond, 2007).

In summary, it can be concluded that neurofeedback-based training has been effective in enhancing the sports performance and achieving sports success of adolescent soccer players. In other words, feedback on target behaviors leads to the learning necessary to generate brain waves that result in desired performance.

Keywords: Neurofeedback Training; Sport Success; Sport Performance

Funding

We had no funding from any organization.

Acknowledgement

All authors revealed that they have no conflict of interest.

مطالعات روان‌شناسی ورزشی، پاییز ۱۴۰۴، دوره ۱۴، شماره ۵۳، صص ۴۲-۲۵. doi: 10.22089/spsyj.2025.17140.2503

مطالعات روان‌شناسی ورزشی

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

نوع مقاله: پژوهشی اصیل

تاثیر آموزش نوروفیدبک بر موفقیت و عملکرد ورزشی در فوتبالیست‌های نوجوان

سجاد رضائی[۱*]، مریم جفرودی[۲]، نوید آگند[۳]

۱. دانشیار، گروه روان‌شناسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

۲. کارشناسی ارشد، گروه روان‌شناسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

۳. کارشناسی ارشد، گروه روان‌شناسی، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۲۹ ، تاریخ اصلاح: ۱۴۰۴/۰۲/۱۱، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۱۲

* Corresponding Author: Sajjad Rezaei, E-mail: Rezaei_psy@hotmail.com

How to Cite: Rezaei, S., Jafroudi, M., Agand, N. (2025). Effectiveness of Neurofeedback Training on Sport Performance and Sport Success in Adolescent Soccer Players. *Sport Psychology Studies*, *14*(53), 25-42. In Persian.

چکیده

هدف: پژوهش حاضر باهدف تعیین اثربخشی آموزش مبتنی‌بر نوروفیدبک بر موفقیت و عملکرد ورزشی در نوجوانان فوتبالیست انجام شد.

مواد و روش ها: روش پژوهش از نوع شبه‌آزمایشی و طرح پژوهشی پیش‌آزمون—پس‌آزمون باگروه کنترل بود. جامعه آماری این پژوهش ورزشکاران فوتبالیست شهرستان آستانه اشرفیه در سال ۱۴۰۰ بودند که از این جامعه آماری تعداد ۲۴ نفر از پسران نوجوان به‌صورت دردسترس انتخاب شده و پس از همتاسازی بر اساس سن و سطح تحصیلات به صورت تصادفی به ۲ گروه ۱۲ نفره گروه آزمایش و کنترل تقسیم شدند و پرسشنامه‌های عملکرد ورزشی چاربونیو (۲۰۰۱) و مقیاس موفقیت ورزشی موسوی و واعظ موسوی (۱۳۹۳) به‌عنوان پیش‌آزمون و پس‌آزمون برای هر دو گروه اجرا شد. به گروه دریافت‌کننده آموزش نوروفیدبک طبق پروتکل درمانی ۱۵ جلسه ۳۰ دقیقه‌ای، آموزش نوروفیدبک داده شد.

یافته ها: نتایج نشان داد میانگین تعدیل یافته گروه آموزش مبتنی بر نوروفیدبک درمقایسه با گروه گواه در مرحله پس‌آزمون در عملکرد ورزشی به‌طورمعنادار بهتر است (P< ۰/۰۰۱). همچنین میانگین تعدیل یافته گروه آموزش مبتنی بر نوروفیدبک درمقایسه با گروه گواه در مرحله پس‌آزمون در تمامی مولفه‌ها و نمره‌کل موفقیت ورزشی به‌طورمعنادار بهتر بود (P<۰/۰۰۱).

نتیجه گیری: یافته‌ها نشان می‌دهد که آموزش مبتنی بر نوروفیدبک تأثیر قابل توجهی بر بهبود عملکرد و موفقیت ورزشی دارد. این روش، با تنظیم فرآیندهای عصبی و تقویت تمرکز، خودتنظیمی و مدیریت استرس، به ورزشکاران کمک می‌کند تا عملکرد خود را بهینه کنند. بافته‌ها تأکید می‌کند که نوروفیدبک می‌تواند به عنوان یک ابزار نوین در روانشناسی ورزشی بیشتر مورد استفاده قرار گیرد.

کلید واژه‌ها: آموزش مبتنی بر نوروفیدبک؛ عملکرد ورزشی؛ موفقیت ورزشی.

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

مقدمه

یکی از محبوب‌ترین ورزش‌هایی که در حال حاضر توسط جوانان انجام می‌شود، فوتبال است که در سال‌های اخیر، به دلیل تنوع و غیرقابل پیش‌بینی بودن آن، بسیار محبوب شده‌است (سرانو[1] و همکاران، ۲۰۱۸). بدیهیست که هدف ورزشِ رقابتی[2] حصول اطمینان از دستیابی به بهترین نتایج است (مزچک[3] و همکاران، ۲۰۱۸) و عملکرد موفقیت‌آمیز در یک ورزش تیمی، ترکیبی از متغیرهای مختلف مانند پاسخ‌های جسمانی[4]، فیزیولوژیکی[5] و روانی[6] است (سویلو[7] و همکاران، ۲۰۲۱).

از آنجایی‌که بین ذهن و عملکرد جسمی رابطه بسیار قوی وجود دارد (پکتس[8]، ۲۰۲۱) و ورزشکاران باید در موقعیت‌های پرتنش به رقابت بپردازند و در هنگام پاسخ، هیجانات مختلفی را تجربه کنند (نگی[9] و همکاران، ۲۰۲۴)؛ از این رو، به منظور انجام چند تکلیف در طول رقابت‌های ورزشی نیازمند حفظ بیشترین تمرکز تا حداکثر زمان ممکن هستند (مک‌کی[10] و همکاران، ۲۰۱۵). به عبارت دیگر، طیف گسترده‌ای از توانایی‌های ذهنی مانند تمرکز و توجه برای افزایش عملکرد ورزشی مورد نیاز است (پکتس، ۲۰۲۱)؛ بنابراین افزایش مهارت‌های ذهنی یکی از عوامل مهم موفقیت ورزشی در بالاترین سطح رقابت به شمار می‌رود و این امر، از طریق آموزش هدفمند و بهبود مهارت‌های لازم به منظور دستیابی به سطح بالایی از عملکرد ورزشی میسر می‌شود (ارجمند و همکاران، ۲۰۲۵).

نائل شدن به اوج عملکرد ورزشی که هدف نهایی ورزشکاران است، خصوصاً در مسابقات سطح بالا آسان نیست (شیانگ[11] و همکاران، ۲۰۱۸). طبق فرضیه کارایی روانی–حرکتی[12]، پردازش قشر مغز[13] زمینه‌ساز بهبود عملکرد ورزشی است (هتفیلد[14] و همکاران، ۲۰۰۱). کارایی روانی–حرکتی فرض می‌کند که سرکوب فرایندهای نامرتبط با تکلیف و تقویت فرایندهای مرتبط با تکلیف با پردازش شناختی–حرکتی برتر در یک تخصص معین ارتباط دارد. این فرضیه با آشکار کردن رابطه نزدیک بین قشر مغز و اوج عملکرد ورزشی، محققان را بر آن می‌دارد تا از تمرین نوروفیدبک[15] برای بهبود عملکرد ورزشی ورزشکاران استفاده کنند (شیانگ و همکاران، ۲۰۱۸).

نوروفیدبک از جمله روش‌های تعدیل عصبی[16] و بازخورد بیولوژیکی[17] است که از طریق دریافت، ثبت و بازخورد امواج مغزی[18] به کمک واسطه‌های حسی[19] سبب تغییر در عملکرد مغز و تنظیم الگوی فعالسازیِ قشر مغز می‌شود (شیانگ و همکاران، ۲۰۱۸). این روش از تکنیک‌های مختلف تصویربرداری عصبی برای به‌دست‌آوردن میزان فعالیت مغز در زمان حقیقی[20] و فعال کردن خودتنظیمی ارادی مغز استفاده می‌کند (زوتو[21] و همکاران، ۲۰۱۴) و می‌تواند به طور موثری فعالیت و برانگیختگی بهینه سیستم عصبی فرد را تحریک و حفظ کند (بلاگ[22]، ۲۰۲۰). به عبارت دیگر، نوروفیدبک یک روشِ آموزشی غیرتهاجمی مغز با کاربردهای مختلف بالینی و غیربالینی است (سیتارام[23] و همکاران، ۲۰۱۷) که در سال‌های اخیر، مداخلات آموزشی نوروفیدبک در حوزه‌های عملکرد غیرورزشی مورد بررسی قرار گرفته‌است و مجموعه‌ی قابل توجهی از مطالعات مروری نیز بر بهینه‌سازی عملکرد از طریق آموزش نوروفیدبک متمرکز شده‌اند (گروزلیر[24]، ۲۰۱۴).

1. Serrano
2. Competitive Sport
3. Maszczyk
4. Physical Response
5. Physiological Response
6. Psychological Response
7. Soylu
8. Paktaş
9. Nagy
10. McKee
11. Xiang
12. Psychomotor Efficiency Hypothesis
13. Brain Cortex Processing
14. Hatfield
15. Neurofeedback training
16. Neuromodulator
17. Biofeedback
18. Brain Waves
19. Sensory Mediator
20. Real time
21. Zotev
22. Balogh
23. Sitaram
24. Gruzelier

شواهد اخیر نشان می‌دهد آموزش نوروفیدبک ممکن است عملکردها و توانایی‌های شناختی را در جمعیت بالینی و نیز بهنجار افزایش دهد (گروزلیر، ۲۰۱۴). افزون بر این، از آنجایی که نوروفیدبک می‌تواند تغییرات امواج مغزی شرکت‌کنندگان را در حین اجرای یک سری وظایف حرکتی کنترل کند، از این رو به عنوان ابزاری موثر برای بهبود عملکرد ورزشی ورزشکاران استفاده می‌شود (نگی و همکاران، ۲۰۲۴؛ ریدزیک[1] و همکاران، ۲۰۲۳؛ میری‌فر و همکاران، ۲۰۱۷) و می‌تواند تاثیر قابل توجهی بر نیمرخ‌های روانی، فیزیولوژیکی و عملکرد ورزشکاران داشته باشد (توستی[2] و همکاران، ۲۰۲۴؛ کورادو[3] و همکاران، ۲۰۲۴). به عبارت دیگر، در نوروفیدبک با بازخوردی که بر اساس فعالیت مغزی ارائه می‌شود، آزمودنی می‌آموزد که چگونه جنبه‌های خاصی از فعالیت‌های عصبی را به وسیله شرطی‌سازی عامل تحت کنترل ارادی خویش قرار دهد (دهقانی و همکاران، ۲۰۲۲). از این رو، نوروفیدبک کنترل بهتری بر فرایندهای فیزیولوژیکی در حال وقوع که کنترل آنها دشوار است را امکانپذیر می‌سازد و امکان تعامل حوزه‌های جسمانی و ذهنی را فراهم می‌کند (مک‌کی و همکاران، ۲۰۱۵). به عبارت دیگر، تمرینات نوروفیدبک با دستیابی به سطح مطلوبی از خودانگیختگی به وسیله خودتنظیمی امواج مغزی، بر ثبات روانی فیزیولوژیکی تاثیر می‌گذارد (آگند و همکاران، ۲۰۲۳؛ لاداک[4] و همکاران، ۲۰۱۹).

نوروفیدبک با استفاده از مکانیسمهای عصبی–شناختی پیشرفته، عملکرد ورزشی را از طریق تنظیم فعالیت الکتریکی مغز بهبود می‌بخشد. این روش غیرتهاجمی با ارائه بازخوردهای فوری از امواج مغزی، به ورزشکاران امکان خودتنظیمی شناختی و روانی فراهم می‌کند. برای مثال مشخص شده است که نوروفیدبک با هدف قراردادن امواج بتا (مرتبط با تمرکز) و آلفا (مرتبط با آرامش)، به ورزشکاران کمک می‌کند حالتهای ذهنیِ بهینه را حفظ کنند. با کاهش امواج تتا (مربوط به حواسپرتی) و تقویت امواج مرتبط با آرامش هوشیار، زمان واکنش بهبود می‌یابد و این تنظیم عصبی موجب افزایش تمرکز پایدار می شود (توستی و همکاران، ۲۰۲۴؛ مزچک و همکاران، ۲۰۱۸؛ هموند[5]، ۲۰۰۷). بر اساس یافته‌های پیشین نوروفیدبک می‌تواند با تاثیر بر تمرکز و توجه، دقت[6] و تعادل[7]، عملکرد ورزشی ورزشکاران را افزایش و بهبود دهد (توستی و همکاران، ۲۰۲۴؛ مزچک و همکاران، ۲۰۱۸؛ هموند، ۲۰۰۷). افزون بر این، توانایی بهینه جسمی و تکالیف ذهنی مانند نوروفیدبک می‌تواند آمادگی را تقویت کرده و مبنایی برای موفقیت ورزشی باشد (مزچک و همکاران، ۲۰۱۸). از این رو، تمرکز بر نقش نوروفیدبک در ورزش‌های حرفه‌ای اهمیت دارد. همچنین، علی‌رغم برخی یافته‌ها مبنی بر اینکه استفاده از نوروفیدبک برای بهبود عملکرد و یادگیری موثر است (پوتمن و همکاران، ۲۰۱۰؛ لی و همکاران، ۲۰۲۳)، اثربخشی آن در حیطه عملکرد ورزشی به خوبی بررسی نشده‌است (ریدزیک و همکاران، ۲۰۲۳). لذا با توجه به اهمیت ارتقای عملکرد ورزشی به عنوان عامل تعیین‌کننده در موفقیت ورزشی، این مطالعه به دنبال تعیین تاثیر آموزش نوروفیدبک بر عملکرد و موفقیت ورزشی در ورزشکاران نوجوان فوتبال است.

روش‌شناسی پژوهش

روش این پژوهش، شبه‌آزمایشی بود.

طرح پژوهش

طرح پژوهشی پیش‌آزمون – پس‌آزمون با گروه کنترل در این مطالعه استفاده شد.

جامعه و نمونه آماری

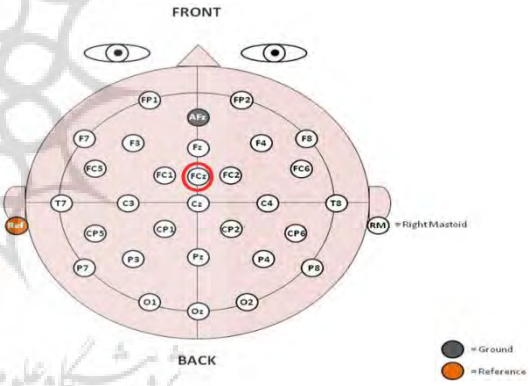
جامعه آماری این پژوهش ورزشکاران فوتبالیست شهرستان آستانه اشرفیه در سال ۱۴۰۰ بودند که در مدت سه ماهه دوم سال مشغول به فعالیت حرفه‌ای ورزشی بوده‌اند. از جامعه‌ی ۷۸ نفری مذکور، افرادی که دارای معیارهای خروج از مطالعه شامل: سوءمصرف مواد، داشتن اختلالات روانی همراه، استفاده از داروهای روان گردان، تحت

1. Rydzik
2. Tosti
3. Corrado
4. Ladak
5. Hammond
6. Accuracy
7. Balance

روان درمانی بودن و سن بالاتر از ۲۱، از مطالعه خارج شدند. پس از مصاحبه ساختار یافته بالینی برای اساس اختلالات DSM [1] (SCID) که توسط روان‌شناس صورت گرفت، تعداد ۲۴ نفر از مردان ورزشکار به صورت در دسترس انتخاب شدند.

ابزار و شیوهٔ گردآوری داده‌ها

نوروفیدبک: در این روش پروتکل درمانی که برای اختلال بیش فعالی و نقص توجه تدوین شده است، مورد استفاده قرار گرفت. در خلال آموزش نوروفیدبک الکترودهایی برطبق سیستم ۲۰-۱۰ در نواحی تلاقی سطوح استخوان جمجمه قرار می‌گیرند و فاصله سایر الکترودهای میانی براساس ۲۰ و ۱۰ درصد فاصله چیده شد. در پژوهش حاضر در ناحیه FCz پروتکل درمانی اجرا شد. این نقطه دقیقاً مابین Cz و Fz قرار دارد (بنگرید به دایره قرمز در شکل ۱).



شکل ۱- محل قرارگیری الکترو فعال در نقطه FCz (تصویر برگرفته از زیلنسکی و همکاران، ۲۰۱۶)

برای انجام آموزش نوروفیدبک از سخت افزار ای ویو [2] و نرم افزار ای پروب [3] محصول شرکت پرتو دانش [4] تکنولوژی ایران، مدل ۶ کاناله استفاده شد که طی ۱۵ جلسه اجرا برگزار می‌شد. در ابتدای هرجلسه با یک متر نواری و اندازه گیری بین دو ابرو تا برامدگی پس‌سر و سپس تقسیم کردن عدد بدست آمده، نقطه Cz سر مشخص شده و پس از آن، کلاه دستگاه که خود دارای تقسیم بندی ۲۰/۱۰ درصدی بوده و نقاط نام گذاری شده را روی خود داشت، روی سر آزمودنی قرار می‌گرفت و سپس نقطه FCz دقیق مشخص شد. آنگاه نقطهٔ مورد نظر به ژل سونوگرافی آغشته و الکترودگذاری شد. پس از این سیگنال‌های دستگاه چک شد که صحت الکترودگذاری مورد آزمایش قرار گیرد. در این مرحله هدف، تعیین سطح پایه فعالیت بتا و تتا برای تنظیم پروتکل شخصی‌سازی‌شده است. پس از حذف نویز و به آزمودنی توضیح داده شد تا با مشاهدهٔ مانیتور می‌تواند بازی در حال اجرا را به حرکت دربیاورد. در این مرحله فرد با استفاده از بازخورد بصری (مانند بازی‌های تعاملی)، یادمی‌گیرد چگونه توان بتا را افزایش و تتا را کاهش دهد. در این وضعیت هدف تمرکز بر آموزش آگاهانهٔ کنترلِ امواج مغزی بدون تنش است. این روند ۳۰ دقیقه طی ۱۵ جلسه ادامه پیدا می‌کرد. در هر جلسه بعدی دقیقاً نقاط الکترودگذاری و ماهیت روش یکسان است، اما براساس داده‌های جلسهٔ ماقبل آستانه‌های جدیدی برای توان بتا تعیین می‌شود تا چالش بیشتری در بازی ایجاد شود. این جلسات بر اساس نیاز فرد و نتایج اولیه قابل تنظیم هستند.

مشخصات فنی دستگاه به شرح ذیل است: ابعاد 77 (mm) : ۲۵× ۱۱۲ ؛ وزن 144 (bit)؛ رنگ: مشکی؛ رزولوشن (bit) 24 ؛ قابلیت ثبت LPF: 1 / HPF: 400 : ؛ پهنای باند (Hz) : 200-400 امپدانس ورودی: ۱۰۹Ω؛ تقویت کننده: جریان مستقیم (DC)، تفاضلی؛ کلاس امنیت II-BF : ؛ ورودی های دیجیتال: ۴ ورودی تریگر دیجیتال؛ تغذیه: ۵ ولت، جریان مستقیمDC ؛ فرکانس نمونه برداری: ۱۰۰۰ نمونه به ازای هر کانال، قابل ارتقاء تا ۱۵۰۰۰ کانال؛ پروسسور32 (MHz) 168 (bit) : ؛ روش اتصال USB & Bluetooth؛ باتری: قابل شارژ و کاملا ایزوله؛ تاییدیه و استانداردها IEC & ISO13485 & ISO9001 .

آموزش نوروفیدبک هفته‌ای ۳ جلسه، هرجلسه ۳۰ دقیقه با هماهنگی مراجعه‌کننده با نوروتراپیست [5] انجام شد. پروتکل درمانی که

[1]. Structured Clinical Interview for DSM Disorders (SCID)
[2]. Ewave
[3]. Eprobe
[4]. Science Beam
[5]. Neuro therapist

توسط دستگاه نوروفیدبک روی ورزشکاران انجام شد، آموزش نوروفیدبک بتا[1] نام دارد. دلیل انتخاب این پروتوکل آنست که از آنجایی که حالت هوشیاری و تمرکز به شدت تحت تاثیر امواج مغزی بتا هستد (مورات[2] و همکاران، ۲۰۰۹) و نسبت دامنه موج‌های آهسته/سریع (تتا به بتا) در نواحی پیشانی با عملکرد کنترل مهاری مرتبط است (پوتمن و همکاران، ۲۰۱۰)؛ از این رو، با توجه به نقش اساسی تمرکز کامل در ورزش و ارتقای عملکرد ورزشی (پرونسزوک[3] و همکاران، ۲۰۲۳) از این روش برای پژوهش حاضر استفاده شد. علاوه براین پژوهش‌های پیشین نشان می‌داد نوروفیدبک بتا روی افراد دارای اختلال بیش فعالی–نقص توجه موثر بوده است و با این فرض که کاهش عوامل تاثیرگذار بر نقص توجه می‌تواند بر بهبود عملکرد ورزشی موثر باشد، از این پروتکل استفاده شد (لی و همکاران، ۲۰۲۳). در این پروتکل، الکترود اکتیو روی نقطهٔ FCz سر قرار می‌گیرد و درطی جلسات تلاش می‌شود موج تتا (۴–۸) کاهش، لو بتا (۱۶–۲۱) افزایش و های‌بتا (۳۲–۲۰) کاهش یابد (صالحی و همکاران، ۲۰۱۵). در مرحله‌ی پس آزمون، آزمودنی‌ها مجدداً از طریق ابزارهای سنجش، یعنی پرسشنامه‌ها که در آغاز مداخله استفاده شده بود، مورد ارزیابی قرار گرفتند.

مقیاس موفقیت ورزشی(SSS)[4]: این مقیاس توسط موسوی و واعظ موسوی (۲۰۱۵) با ۲۹ سوال طراحی شد. این ابزار دارای شش خرده مقیاس: اجرای روان، توجه، تکنیک، حساسیت به خطا، تعهد و پیشرفت است و بر اساس طیف پنج گزینه‌ای لیکرت از ۱ (خیلی کم) تا ۵ (خیلی زیاد) تدوین شده‌است. پایین‌ترین و بالاترین کسب نمره به ترتیب ۲۹ و ۱۷۴، بیانگر میزان موفقیت ورزشی است. موسوی و واعظ موسوی میزان پایایی این مقیاس برای مولفه اجرای روان ۰/۸۹ ، توجه ۰/۸۸ ، تکنیک ۰/۸۹ ، حساسیت به خطا ۰/۸۸ ، تعهد ۰/۸۹ ، پیشرفت ۰/۸۹ و ضریب آلفای کل پرسشنامه را ۰/۸۹ برآورد نمودند. همچنین، در این پژوهش روایی محتوایی این ابزار توسط صاحب‌نظران رشته تربیت بدنی تایید شد و روایی سازه‌ای نیز وجود شش عامل مذکور را تایید کردند. سنجش پایایی مقیاس با استفاده از روش‌های همسانی درونی (۰/۸۹) و بازآزمایی در فاصلهٔ ۲۱ روز (۰/۹۰) نشان داد که مقیاس موفقیت ورزشی از ضرایب پایایی مناسبی برخوردار است (موسوی و واعظ موسوی (۲۰۱۵).

پرسشنامه عملکرد ورزشی چاربونیو[5] (۲۰۰۱): پرسشنامه عملکرد ورزشکاران، توسط چاربونیو (۲۰۰۱) طراحی شده است. کسب نمره در این پرسشنامه پنج سوالی با طیف لیکرت با مقیاس نمره‌دهی از ۱ (بسیار ضعیف) تا ۵ (بسیار عالی)، بین ۵ تا ۲۵ است که هرچه نمره آزمودنی بالاتر باشد، نشان‌دهنده‌ی عملکرد ورزشی بهتر او است. میانگین ضرایب پایایی این پرسشنامه توسط چاربونیو ۰/۷۱ گزارش شده است. بر اساس داده های حاصل از پژوهش صالحیان و قدیری (۲۰۱۹) روایی این ابزار با نظرخوایی از متخصصات تایید و پایایی همسانی درونی آن با محاسبه ضریب آلفای کرونباخ ۰/۶۸۵ به دست آمد.

شیوه گردآوری داده‌ها

شرکت‌کنندگان پژوهش، بر اساس سن و سطح تحصیلات همتاسازی شده و به صورت تصادفی به ۲ گروه (۱۲ نفر در گروه آزمایش، ۱۲ نفر در گروه کنترل) تقسیم شدند. دو آزمون موفقیت ورزشی و عملکرد ورزشی در مرحله پیش‌آزمون انجام شد. لازم به ذکر است قبل از انجام هر تست توضیحات راهنمای تست به آزمودنی‌ها ارائه شد. سپس گروه آزمایش در ۱۵ جلسه‌ی ۳۰ دقیقه‌ای طی ۵ هفته تحت آموزش نوروفیدبک قرار گرفتند و گروه کنترل هیچ پروتکل مداخله‌ای را دریافت ننمودند. پس از اتمام مداخلات درمانی، مجدداً تست‌های روان‌شناختی شامل موفقیت ورزشی و عملکرد ورزشی روی هر دو گروه مداخله و کنترل به عنوان پس‌آزمون انجام شد.

روش‌های پردازش اطلاعات

به منظور ارائه نتایج پژوهش از روش‌های آمار توصیفی و استنباطی استفاده شد. به عبارت دیگر، برای توصیف داده‌ها از جدول توزیع فراوانی به همراه رسم جدول، نمودار، میانگین و انحراف استاندارد استفاده شد. همچنین، برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون شاپیرو–ویلک استفاده شد. از آنجایی که داده‌ها نرمال بودند برای

[1]. Beta Training
[2]. Murat
[3]. Pronczuk
[4]. Sport Success Scale
[5]. Charbonneau

تجزیه و تحلیل داده‌ها، از آزمون آماری پارامتریک تحلیل کوواریانس[1] تک و چندمتغیری استفاده شد. علاوه بر این، کلیه عملیات آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ تحلیل گردید.

ملاحظات اخلاقی

پیش‌نویس این تحقیق در کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان با کد IR.IAU.LIAU.REC.1401.009 و همچنین، پروتکل درمانی این پژوهش در مرکز کارآزمایی بالینی ایران با کد IRCT20211218053447N1 مورد تایید قرار گرفت.

یافته‌ها

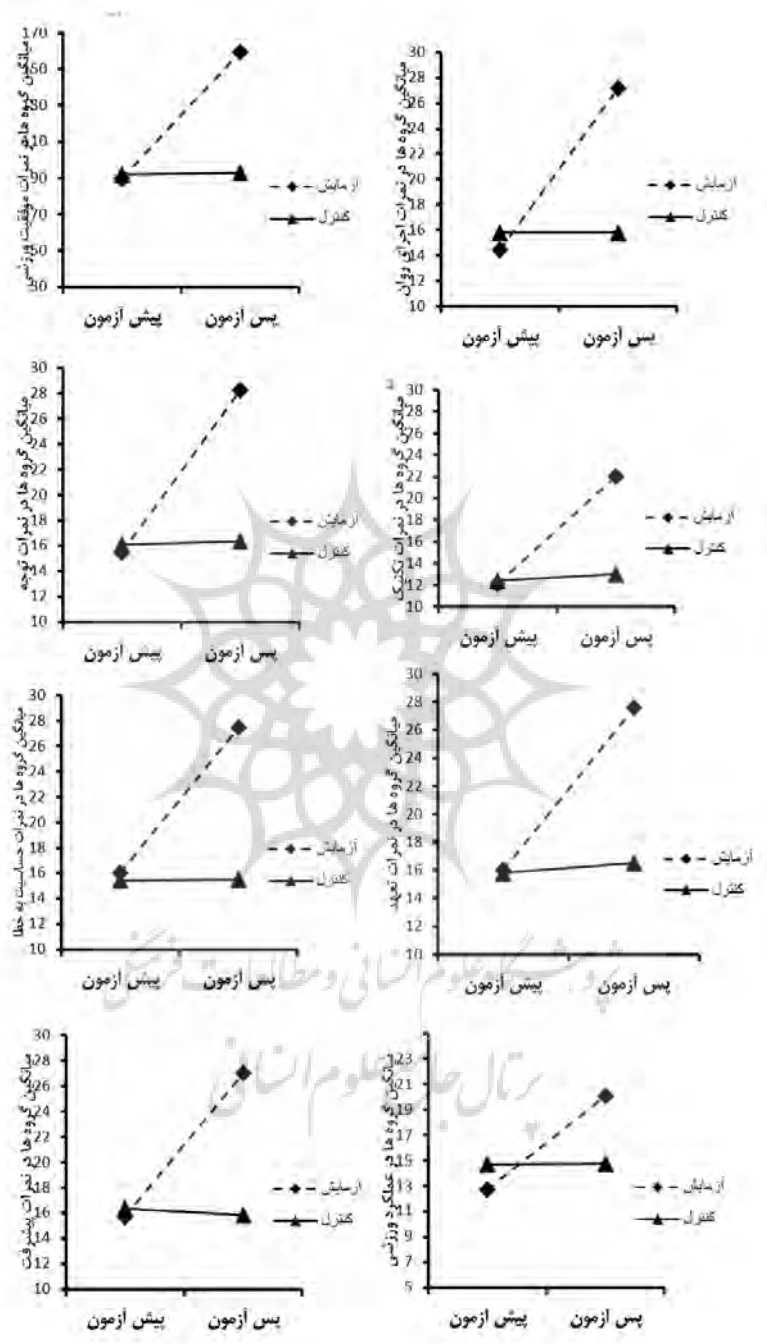
نتایج پژوهش حاضر نشان داد میانگین سنی به ترتیب در گروه آموزش مبتنی بر نوروفیدبک (۰/۹۹ ± ۱۷/۰۸) سال و گروه گواه (۱/۰۴ ± ۱۷) سال بود. همچنین، دو گروه از نظر مشخصات جمعیت‌شناختی اختلاف معنی‌دار آماری نداشته و دو گروه از لحاظ این متغیرها همگن بودند (P>۰/۰۵). جدول ۱ میانگین و انحراف معیار متغیرهای پژوهش برحسب عضویت گروهی و مراحل ارزیابی را نشان داده است.

جدول ۱- شاخص‌های توصیفی متغیرهای پژوهش به تفکیک گروه‌های آموزش مبتنی بر نوروفیدبک و گواه (تعداد: ۲٤)

مرحله		پیش‌آزمون		پس‌آزمون	
متغیرها	گروه	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
موفقیت ورزشی	آموزش	۸۹.۵۸	۱۱.۰۳	۱۵۹.۴۲	۸.۳۶
	گواه	۹۱.۹۲	۱۸.۹۳	۹۳	۱۹.۶۷
اجرای روان	آموزش	۱۴.۴۲	۲.۲۷	۲۷.۱۷	۱.۳۳
	گواه	۱۵.۸۳	۳.۶۱	۱۵.۸۳	۳.۷۸
توجه	آموزش	۱۵.۴۲	۳.۰۵	۲۸.۲۵	۲.۰۵
	گواه	۱۶.۰۸	۲.۷۱	۱۶.۳۳	۲.۹۳
تکنیک	آموزش	۱۲.۰۸	۱.۵۶	۲۲	۱.۲۷
	گواه	۱۲.۴۲	۳.۲۳	۱۳	۳.۱۹
حساسیت به خطا	آموزش	۱۶	۲.۰۸	۲۷.۴۲	۱.۸۳
	گواه	۱۵.۴۲	۳.۳۹	۱۵.۵۰	۳.۸۴
تعهد	آموزش	۱۶	۲.۲۵	۲۷.۵۸	۱.۶۲
	گواه	۱۵.۸۳	۳.۲۱	۱۶.۵۰	۳.۱۱
پیشرفت	آموزش	۱۵.۶۷	۱.۸۲	۲۷	۱.۹۰
	گواه	۱۶.۳۳	۳.۶۷	۱۵.۸۳	۳.۳۸
عملکرد ورزشی	آموزش	۱۲.۶۷	۲.۹۳	۲۰.۰۸	۲.۷۴
	گواه	۱۴.۶۷	۳.۷۰	۱۴.۷۵	۳.۴۱

با توجه به جدول ۱، میانگین نمرات متغیرهای موفقیت ورزشی و مؤلفه‌های آن و عملکرد ورزشی در گروه آموزش مبتنی بر نوروفیدبک در مرحله پس‌آزمون نسبت به مرحله پیش‌آزمون تغییر داشته است. این تغییرات مؤید آن است که نمرات پس-آزمون شرکت کنندگان در موفقیت ورزشی، مؤلفه‌های آن و عملکرد ورزشی افزایش داشته است (شکل ۲).

[1]. Analyze of Covariance



شکل ۲- مقایسه نمرات موفقیت ورزشی (و مولفه‌های آن) و عملکرد ورزشی در دو گروه آزمایش و کنترل

برای بررسی تاثیر آموزش نوروفیدبک بر بهبود عملکرد ورزشی فوتبالیست‌ها از تحلیل کوواریانس تک متغیره با کنترل نمرات پیش‌آزمون استفاده شد. نتایج تحلیل کوواریانس تک متغیری برای بررسی تفاوت گروه‌های آموزش و گواه در موفقیت ورزشی و عملکرد ورزشی در مرحله پس‌آزمون در جدول ۲ گزارش شده است. قبل از آن مفروضه همگنی ضرایب از طریق تعامل پیش‌آزمون با متغیر گروه بندی بر متغیر وابسته بررسی شد. شیب خط رگرسیون نمره کل موفقیت ورزشی (P=۰/۰۴۶، $F_{۱,۲۰}$=۴/۵۲۵) و عملکرد ورزشی (P=۰/۰۹۹، $F_{۱,۲۰}$=۳/۰۰۲) در مرحله پس‌آزمون در سطح ۰/۰۱ معنادار نمی‌باشد؛ بنابراین مفروضهٔ همگنی شیب خط رگرسیون برای نمره کل این متغیرهای وابسته برقرار است.

جدول ۲- نتایج تحلیل کوواریانس تک متغیری برای بررسی تفاوت گروه‌های آموزش و گواه در موفقیت ورزشی و عملکرد ورزشی در مرحله پس‌آزمون

متغیر	منبع	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	آمارهF	P	اندازه اثر	توان آزمون
موفقیت ورزشی	پیش‌آزمون	۵۷۵.۱۳۳	۱	۵۷۵.۱۳۳	۲.۷۱۴	۰.۱۱۴		
	گروه	۲۵۶۹۸.۰۰۵	۱	۲۵۶۹۸.۰۰۵	۱۲۱.۲۷۷	<۰.۰۰۱	۰.۸۵۲	۱
	خطا	۴۴۴۹.۷۸۳	۲۱	۲۱۱.۸۹۴				
عملکرد ورزشی	پیش‌آزمون	۱۲۸.۱۸۱	۱	۱۲۸.۱۸۱	۳۲.۴۳۷	<۰.۰۰۱		
	گروه	۲۵۱.۱۵۸	۱	۲۵۱.۱۵۸	۶۳.۵۵۷	<۰.۰۰۱	۰.۷۵۲	۱
	خطا	۸۲.۹۸۶	۲۱	۳.۹۵۲				

با توجه به جدول ۲ آماره F برای موفقیت ورزشی ۱۲۱/۲۷۷ و عملکرد ورزشی ۶۳/۵۵۷ در پس‌آزمون بدست آمد که در سطح ۰/۰۰۱ معنادار است. بنابراین نشان می‌دهد بین دو گروه از نظر نمره‌کل موفقیت ورزشی و عملکرد ورزشی در فوتبالیست‌ها تفاوت معناداری وجود دارد. همچنین مقدار اندازه اثر نشان می‌دهد، ۸۵ درصد از واریانس موفقیت ورزشی و ۷۵ درصد از واریانس عملکرد ورزشی مربوط به اختلاف بین دو گروه آزمایش و کنترل در مرحله پس‌آزمون با کنترل آماری نمرات پیش‌آزمون، ناشی از شرایط مداخله است. مقادیر توان حاکی از آن است که ۱۰۰ درصد احتمال دارد که بین این دو میانگین در جامعه تفاوت یافت شود. بنابراین بین گروه‌های آموزش مبتنی بر نوروفیدبک و گواه از لحاظ موفقیت ورزشی و عملکرد ورزشی در مرحله پس‌آزمون با تعدیل نمرات پیش‌آزمون تفاوت معناداری وجود دارد.

در ادامه به منظور مقایسه مؤلفه‌های موفقیت ورزشی فوتبالیست‌ها، از آزمون تحلیل واریانس چندمتغیری استفاده شد. قبل از آن مفروضه همگنی ضرایب از طریق تعامل پیش‌آزمون با متغیر گروه بندی بر متغیرهای وابسته بررسی شد. شیب خط رگرسیون نمرات اجرای روان (P=۰/۸۸۶، F= ۰/۳۴۵)، توجه(P=۰/۲۰۱، F= ۲/۲۰۷)، تکنیک (P=۰/۲۰۴، F= ۲/۱۸۹)، حساسیت به خطا (P=۰/۳۰۸، F= ۱/۳۵۰)، تعهد (P=۰/۷۷۷، F= ۰/۵۱۸)، پیشرفت (P=۰/۷۳۶، F= ۰/۵۸۳) در مرحله پس‌آزمون در سطح ۰/۰۱ معنادار نمی‌باشد؛ بنابراین همگنی شیب خط رگرسیون برای نمرات مولفه‌های متغیر موفقیت ورزشی برقرار است. به منظور بررسی همگنی واریانس خطای متغیر موفقیت ورزشی و مؤلفه‌های آن در مرحله پس‌آزمون در دو گروه، از آزمون لوین استفاده شد و نتایج نشان از عدم معناداری آزمون لوین برای متغیرهای وابسته نامبرده در مرحله پس‌آزمون در سطح ۰/۰۱ دارد (P>۰/۰۱). بنابراین شرط همگنی واریانس‌های بین گروهی رعایت شده است. برای بررسی مفروضهٔ همگنی ماتریس واریانس کوواریانس مؤلفه‌های موفقیت ورزشی از آزمون M باکس استفاده شد. نتایج آزمون M باکس نشان داد، همگن بودن ماتریس کوواریانس برای مؤلفه‌های موفقیت ورزشی در تمام سطوح متغیر مستقل (گروه‌ها) در سطح ۰/۰۰۱ مورد تایید قرار گرفت(Box's M= ۷۰/۶۴۱ ،F= ۲/۱۶۷ ،p≥ ۰/۰۰۱). بنابراین با توجه به برقراری ماتریس واریانس کوواریانس در مولفه‌های موفقیت ورزشی جهت برآورد دقیق نتایج از آماره اثر لامبدای ویلکز استفاده شد. نتایج این آماره نشان داد، اثر گروه بر ترکیب مؤلفه‌های موفقیت ورزشی فوتبالیست‌های نوجوان در مرحله پس‌آزمون معنادار است ($F_{(6,11)} = 6.402$, P< 0.001, η^2=0.777)؛ بنابراین می‌توان گفت که گروه آموزش مبتنی بر نوروفیدبک درمقایسه با گروه گواه از لحاظ نمرات تعدیل یافته مؤلفه‌های موفقیت ورزشی در مرحله پس‌آزمون به‌طورمعناداری نمرات بهتری به دست آورده است و میزان این تفاوت در جامعه براساس اندازه اثر ۷۸ درصد و در سطح قابل قبول است. یعنی ۷۸ درصد واریانس متغیرهای وابسته مربوط به تأثیر مداخله آزمایشی است. برای بررسی اینکه گروه‌های آموزش مبتنی بر نوروفیدبک و گواه در کدام یک از مؤلفه‌های موفقیت ورزشی با یکدیگر تفاوت دارند در جدول ۳ نتایج تحلیل کوواریانس یک راههٔ گزارش شده است.

جدول ۳- نتایج تحلیل کوواریانس یک راهه مربوط به تفاوت بین گروهی مؤلفه‌های موفقیت ورزشی در مرحله پس‌آزمون

متغیر	منبع	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	P	مجذور اتا
اجرای روان	بین گروهی	۶۳۳.۲۶۵	۱	۶۳۳.۲۶۵	۹۱.۰۷۰	<۰.۰۰۱	۰.۸۵۱
	خطا	۱۱۱.۲۵۸	۱۶	۶.۹۵۴			
توجه	بین گروهی	۶۶۲.۹۳۳	۱	۶۶۲.۹۳۳	۱۰۴.۹۶۵	<۰.۰۰۱	۰.۸۶۸
	خطا	۱۰۱.۰۵۲	۱۶	۶.۳۱۶			
تکنیک	بین گروهی	۳۶۰.۰۸۴	۱	۳۶۰.۰۸۴	۷۴.۴۴۱	<۰.۰۰۱	۰.۸۲۳
	خطا	۷۷.۳۹۴	۱۶	۴.۸۳۷			
حساسیت به خطا	بین گروهی	۷۴۶.۲۱۲	۱	۷۴۶.۲۱۲	۹۵.۹۴۵	<۰.۰۰۱	۰.۸۵۷
	خطا	۱۲۴.۴۴۱	۱۶	۷.۷۷۸			
تعهد	بین گروهی	۵۶۰.۱۳۷	۱	۵۶۰.۱۳۷	۸۷.۱۷۶	<۰.۰۰۱	۰.۸۴۵
	خطا	۱۰۲.۸۰۶	۱۶	۶.۴۲۵			
پیشرفت	بین گروهی	۵۹۴.۲۱۲	۱	۵۹۴.۲۱۲	۸۲.۰۷۰	<۰.۰۰۱	۰.۸۳۷
	خطا	۱۱۵.۸۴۵	۱۶	۷.۲۴۰			

با توجه به جدول ۳ براساس آماره F تمامی مؤلفه‌های موفقیت ورزشی در مرحله پس‌آزمون معنادار است (P<۰/۰۱). این یافته نشان می‌دهد، گروه آموزش مبتنی بر نوروفیدبک در مقایسه با گروه گواه در مؤلفه‌های موفقیت ورزشی به‌طورمعناداری نمرات بهتری به دست آورده است. همچنین براساس اندازه اثر آموزش مبتنی بر نوروفیدبک برتمامی مؤلفه‌های موفقیت ورزشی تأثیر بالای ۸۰ صدم داشته است. بدین‌مفهوم که دست‌کم ۸۰ درصد از واریانس مربوط به اختلاف بین دو گروه در مرحله پس‌آزمون با کنترل آماری نمرات پیش‌آزمون، ناشی از شرایط آزمایشی است. در ادامه جهت تعیین تفاوت گروه آموزش مبتنی بر نوروفیدبک و گروه گواه از نظر متغیر موفقیت ورزشی (مولفه‌های آن) و عملکرد ورزشی، به مقایسه میانگین نمرات تعدیل یافته گروه آزمایش و گروه گواه در مرحله پس‌آزمون براساس آزمون تعقیبی بونفرونی پرداخته شده است (بنگرید به جدول ۴).

جدول ٤- بررسی تفاوت‌های دو گروه (آموزش مبتنی بر نوروفیدبک و گواه) از لحاظ ابعاد موفقیت و عملکرد ورزشی

متغیر	گروه	میانگین تعدیل یافته	تفاوت میانگین	خطای استاندارد	P
موفقیت ورزشی	آموزش مبتنی بر نوروفیدبک	۱۵۹.۰۳۲	۶۵.۶۴۷*	۵.۹۶۱	<۰.۰۰۱
	گواه	۹۳.۳۸۵			
اجرای روان	آموزش مبتنی بر نوروفیدبک	۲۷.۶۶۶	۱۲.۳۳۱*	۱.۲۹۲	<۰.۰۰۱
	گواه	۱۵.۳۳۴			
توجه	آموزش مبتنی بر نوروفیدبک	۲۸.۶۰۰	۱۲.۶۱۷*	۱.۲۳۲	<۰.۰۰۱
	گواه	۱۵.۹۸۳			
تکنیک	آموزش مبتنی بر نوروفیدبک	۲۲.۱۴۹	۹.۲۹۹*	۱.۰۷۸	<۰.۰۰۱
	گواه	۱۲.۸۵۱			
حساسیت به خطا	آموزش مبتنی بر نوروفیدبک	۲۸.۱۵۱	۱۳.۳۸۶*	۱.۳۶۷	<۰.۰۰۱
	گواه	۱۴.۷۶۵			
تعهد	آموزش مبتنی بر نوروفیدبک	۲۷.۸۴۰	۱۱.۵۹۸*	۱.۲۴۲	<۰.۰۰۱
	گواه	۱۶.۲۴۳			
اجرای روان	آموزش مبتنی بر نوروفیدبک	۲۷.۳۸۹	۱۱.۹۴۵*	۱.۳۱۹	<۰.۰۰۱
	گواه	۱۵.۴۴۴			
عملکرد ورزشی	آموزش مبتنی بر نوروفیدبک	۲۰.۸۰۶	۶.۷۷۹*	۰.۸۵۰	<۰.۰۰۱
	گواه	۱۴.۰۲۷			

نتایج جدول ۴ نشان داد، میانگین تعدیل یافته نمرات گروه آموزش مبتنی بر نوروفیدبک درمقایسه با گواه در مرحله پس‌آزمون در تمامی مؤلفه‌های موفقیت و نیز عملکرد ورزشی به‌طورمعناداری بهتر است. بنابراین می‌توان گفت آموزش مبتنی بر نوروفیدبک بر بهبود موفقیت ورزشی (و مولفه‌های آن) و عملکرد ورزشی در فوتبالیست‌های نوجوان مؤثر است.

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف بررسی اثربخشی مداخله نوروفیدبک بر عملکرد و موفقیت ورزشی بازیکنان فوتبال نوجوان انجام گرفت. نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد، نمرات موفقیت ورزشی و زیرمولفه‌های آن از جمله اجرای روان، توجه، تکنیک، حساسیت به خطا، تعهد و پیشرفت افزایش یافت. به بیان جزئی‌تر، یافته‌های پژوهش نشان داد، گروهی که مداخلات نوروفیدبک را دریافت کرده بودند در مقایسه با گروه فاقد این مداخله، نتایج بهتری در موفقیت ورزشی گزارش نمودند. همسو با این پژوهش، تحقیقات پیشین نشان داده‌اند، نوروفیدبک تاثیر مثبتی بر دستیابی به موفقیت ورزشی دارد (نوروزی و همکاران، ۲۰۱۸).

در این راستا، دستیابی به عملکرد عالی ورزشی نیازمند شرایط مناسب ذهنی است که همراه با تمرینات بدنی اعمال می‌شود. کمّی‌سازی شرایط ذهنی در طول مربیگری اغلب کار مشکلی است. از این رو، با ابزارهای جدیدی مانند نوروفیدبک که مزایای استفاده از این روش در مطالعات سراسر جهان ثبت شده‌است (ریدزیک و همکاران، ۲۰۲۳؛ همموند، ۲۰۰۷) و در بسیاری از زمینه‌ها به عنوان نوعی درمان یا آموزش استفاده می‌شود (سرانو و همکاران، ۲۰۱۸)، می‌توان فعالیت‌های مغزی و عصبی-شناختی ورزشکاران را ثبت کرد (گروزلیر،a b c ۲۰۱۴). طبق یافتهٔ دیگر این پژوهش، آموزش نوروفیدبک منجر به بهبود عملکرد ورزشی شرکت‌کنندگان شده‌است. به عبارت دیگر، نتایج نشان داد گروهی که مداخلات نوروفیدبک را دریافت کرده بودند در مقایسه با گروه فاقد این مداخله، نتایج بهتری در عملکرد ورزشی گزارش نمودند. به بیان دیگر نمرات عملکرد ورزشی در مرحلهٔ پس‌آزمون گروه بازیکنان تحت مداخله نوروفیدبک در مقایسه با گروه کنترل به طور معناداری افزایش یافته‌است. از این رو، یافته‌های این مطالعه، همسو با نتایج پژوهش‌های متعددی است که بر اثربخشی آموزش نوروفیدبک در بهینه‌سازی عملکرد (گروزلیر،a b c ۲۰۱۴) و بهبود آن تاکید می‌کنند (نگی و همکاران، ۲۰۲۴؛ ریدزیک و همکاران، ۲۰۲۳؛ دانا و همکاران، ۲۰۱۹؛ میکسن[1] و همکاران، ۲۰۱۵). با این وجود شواهد اندکی در حمایت از کاربرد این سیستم آموزشی در دستیابی به عملکرد و موفقیت ورزشی بازیکنان فوتبال وجود دارد و پژوهش مشابهی یافت نشد اما تحقیقات قبلی که در زمینه‌های مرتبط انجام شده‌است با یافته‌های حاصل از پژوهش حاضر همخوان است. به عبارت دیگر، یافته‌های پژوهش لیو[2] و همکاران (۲۰۱۸) که بهبود عملکرد ورزشی را پس از دریافت آموزش‌های مبتنی بر نوروفیدبک نشان داده‌اند، نتایج مطالعه حاضر را حمایت می‌کند.

در تبیین یافته‌های فوق می‌توان ذکر کرد که بهبود عملکرد ورزشی در فوتبالیست‌ها احتمالاً به دلیل این است که اساس و منطق استفاده از آموزش نوروفیدبک به منظور ارتقای عملکرد ورزشی، مبتنی بر شناسایی ارتباطات بین الگوهای عمومی فعالیت مغزی برای رسیدن به الگوهای بهینه و مهارت خودتنظیمی است. به عبارت دیگر، با استفاده از تمرین فعالیت‌های نوروفیدبک از پردازش و فعالیت‌های غیرضروری جلوگیری شده و درنتیجه اجرا تسهیل می‌شود (صالحی و همکاران، ۲۰۱۵). بنابراین افزایش سطح توانایی‌های ورزشی در بهبود عملکرد بازیکنان موثر خواهد بود. به‌عنوان تبیین بیشتر در قالب نظریه ارتباط ذهن و بدن می‌توان اظهار کرد که آموزش مغز به منظور افزایش توانمندی‌ها و عمل به شیوه‌ای بهینه، با هدف تجربه حالت‌های هیجانی، شناختی و رفتاری سالم است (بلومنستاین[3] و همکاران، ۲۰۰۲). از این رو، از طریق آموزش نوروفیدبک، ریتم‌ها و فرکانس‌های نابهنجار مغزی را به ریتم‌ها و فرکانس‌های بهنجار و یا نسبتاً بهنجار تبدیل کرده و به تبع آن وضعیت روان‌شناختی نابهنجار را به بهنجار تبدیل می‌کند (بلومنستاین و همکاران، ۲۰۰۲). در واقع، این روش به ورزشکاران آموزش می‌دهد واکنش امواج مغزی خود را به محرک‌ها، بهنجار سازند (میکسن و همکاران، ۲۰۱۵).

هنگامی که مغز، نظم‌یافته و توان خودتنظیمی پیدا می‌کند، رفتار بهتر می‌شود، تمرکز و توجه افزایش می‌یابد. این قابلیت‌های ذاتی را می‌توان از طریق آموزش امواج مغزی فعال نمود. در آموزش نوروفیدبک معمولاً از پروتکل تتا / آلفا برای افزایش توجه و تمرکز و درنتیجه ارتقای عملکرد ورزشکاران استفاده می‌شود. افزایش توان مطلق آلفا بعد از یادگیری حرکت، به عنوان کاهش فعالیت نورونی در نواحی مرتبط تفسیر شده که این فرآیندها اجرای بهتر حرکت را به دنبال خواهد داشت (چونگ[4] و همکاران، ۲۰۱۶). از سوی دیگر، قدرت آلفای بالا با فعالیت قشر مغز رابطه معکوس دارد. به طوری که کاهش قدرت آلفای بالا منعکس کننده فعال شدن شدید است و افزایش قدرت آلفا بالا در مراحل اولیه آماده سازی حرکتی در شرایط فشار بالا می‌تواند

[1]. Mikicin
[2]. Liu
[3]. Blumenstein
[4]. Cheong

منعکس‌کننده افکار نگران کننده باشد که منابع توجه را از برنامه‌ریزی حرکتی، منحرف می‌کند (فرچلر و ارنیبر[1]، ۱۹۷۹).

در ورزش‌های تیمی مانند فوتبال که ورزشکاران اغلب در معرض محیط‌های پرفشار هستند، نوروفیدیک با افزایش فعالیت امواج آلفا و کاهش فعالیت بتا از طریق حفظ ثبات هیجانی در دوره‌های طولانی فعالیت فیزیکی و ذهنی به افزایش توانایی ورزشکاران کمک می‌کند (توستی و همکاران، ۲۰۲۴). از این رو، نوروفیدبک می‌تواند ابزار قدرتمندی به منظور بررسی فرایندهای پویای ذهن در طول عملکرد حرکتی در ورزشکاران باشد. به عبارت دیگر، با بهبود توجه در ورزشکاران (لیو و همکاران، ۲۰۱۸)، به عنوان یکی از مولفه‌های اصلی موفقیت ورزشی، از طریق آموزش نوروفیدبک می‌توان با ارتقای عملکرد، به موفقیت ورزشی دست یافت و با ترکیب با تکنیک‌های دیگر شناختی در به حداکثر رساندن اثربخشی در تمرینات ورزشی و بهبود عملکرد ورزشکاران موثر باشند (کورادو و همکاران، ۲۰۲۴). به طورکلی، مدارهای عصبی شامل اینسولای قدامی[2]، شنکج میانی فرونتال[3]، شکنج سینگولیت قدامی[4] به عنوان مسئول جنبه‌های کلی‌ترِ کنترل شناختی، شناسایی شده‌است که توسط نوروفیدبک می‌توانند فعال شوند (بلومنستاین و همکاران، ۲۰۰۲). بر اساس یافته‌های پیشین، افزایش امواج مغزی در ناحیه پیشانی با نظارت بر خطا و حفظ وضعیت تعادلی، فعالیت‌ها و غیرقابل پیش‌بینی بودن محیط‌های ورزشی همراه است (ریدزیک و همکاران، ۲۰۲۳). افزون بر آنچه تاکنون بیان شد، مغز انسان می‌تواند خود را ترمیم کند. یعنی مغز توانایی یادگیری یا یادگیری مجدد خودتنظیمی امواج مغزی را دارد که نقش اساسی در عملکرد طبیعی مغز دارد (دیموس[5] و همکاران، ۲۰۱۹). در واقع، آموزش نوروفیدبک با تقویت مکانیسم‌های خودتنظیمی برای عملکرد موثر است. این سیستم با دادن بازخورد به مغز در مورد آنچه که فرد در ثانیه‌های قبل انجام داده و وضعیت ریتم‌های بیوالکتریک مغز چه بوده‌است، مغز را تشویق می‌کند تا فعالیت مناسب را اصلاح و حفظ کند. در نتیجه از مغز خواسته می‌شود تا با تولید برخی امواج و کاهش امواج دیگر، امواج مغزی مختلف را دستکاری کند (دانا و همکاران، ۲۰۱۹)؛ و بدین ترتیب می‌تواند از طریق بهبود سرعت هدایت در شبکه‌های عصبی منجر به افزایش پردازش شناختی، توجه، تمرکز، کاهش زمان واکنش و بهبود عملکرد شود (توستی و همکاران، ۲۰۲۴).

به طورکلی، نتایج پژوهش‌های انجام شده در زمینه اثربخشی نوروفیدبک بر موفقیت و عملکرد ورزشی، تایید این موضوع است که تمرین نوروفیدبک می‌تواند برای تغییر فعالسازی قشر مغز در ورزشکاران فوتبالیست و ارتقا عملکرد و دستیابی به موفقیت ورزشی مورد استفاده قرار گیرد. به عبارت دیگر، یافته‌های حاصل از این پژوهش از این ایده پشتیبانی می‌کنند که این تکنیک می‌تواند به تسریع توسعه تخصص در ورزشکاران کمک کند و در بسیاری از ورزش‌ها وبرنامه‌های تمرینی استفاده شود و براساس راهبردهای مختلف می‌توان از آن برای بهبود مهارت استفاده کرد و با اصلاح پروتکل‌های نوروفیدبک و درک بیشتر ما از همبستگی‌های بین فعالیت‌های قشر مغز، مطالعات آینده می‌تواند بالندگی در این زمینه را تسریع کند. از این رو، با استفاده از تمرینات نوروفیدبک و تخصیص برنامه‌های تمرینی مناسب می‌توانیم شاهد ارتقا عملکرد ورزشی و در نتیجه دستیابی به موفقیت ورزشی در فوتبالیست‌های نوجوان باشیم.

باتوجه به محدود بودن نمونه به نوجوانان فوتبالیست و ارزیابی آنان با پرسشنامه در این مطالعه، تعمیم نتایج به ورزشکاران سایر رشته‌ها امکان‌پذیر نیست. از این رو، پیشنهاد می‌شود تحقیقات آینده ضمن هدف قرار دادن ارزیابی مهارت میدانی ورزشی این مطالعه را روی سایر جمعیت‌های ورزشی تکرار نمایند. افزون بر این، از آنجایی که مطالعه حاضر افزایش عملکرد توسط آموزش نوروفیدبک را بدون ارزیابی تغییرات در فعالیت قشر مغز (qEEG) را نشان می‌دهد، از این رو، یک شکاف مهم در این مطالعه، ناتوانی در شناسایی مداوم و تجربی آموزش نوروفیدبک به عنوان مکانیسم علیتی در پشت تغییرات عملکرد است؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود تحقیقات آینده مکانیسم‌هایی عصبی را که زیربنای اثرات مفید و مورد انتظار آموزش نوروفیدبک بر عملکرد هستند را با کابرد تکنیک نقشه برداری qEEG به دقت بررسی کنند. علاوه بر این، متغیرهای مخدوش‌کننده‌ای مانند استرس و فشار روانی ناشی از مسابقات و ورزش‌های رقابتی در این پژوهش کنترل نشده‌اند. بنابراین، این امکان وجود دارد که جلسات آموزشی بیشتری مورد نیاز باشد تا کنترل ارادی فعالیت قشر مغز – بر تغییرات غیرارادی که به نظر می‌رسد با افزایش استرس ناشی می‌شود– تقویت گردد (رینگ و همکاران، ۲۰۱۵). از سوی دیگر، با توجه به اینکه اثرات مداخله در دوره‌های پس از مداخله پیگیری نشده‌است، پیشنهاد می‌گردد در پژوهش‌های آینده، به جهت آگاهی از میزان پایداری نتایج، سایر پژوهشگران اثرات و نتایج درمان را در دوره‌های زمانی سه، شش و نه ماه پیگیری نمایند تا بتوان شناخت بهتری از پایداری اثرات نوروفیدبک به دست آورد.

1. Pfurtscheller & Aranibar
2. Anterior Insula
3. Medial Frontal Gyrus
4. Anterior Cingulate Gyrus
5. Demos

References

1. Agand, N. , Rezaei, S. and Jafroudi, M. (2023). The Effectiveness of Neurofeedback Training on Competitive Aggressiveness and Emotion Regulation Difficulties in Football Athletes. Neuropsychology, 9(34), 17-35. https://doi.org/10.30473/clpsy.2024.68539.1712
2. Arjmand, M. , Shams, A. Amirhosseini, S. E. (2025). Psychometric properties of the Sport Success Scale among Athletes. Sports Psychology, 17(1). In Persian https://doi.org/10.48308/mbsp.2023.104263.2245
3. Balogh, L. (2020). The relationship between arousal zone, anxiety, stress and sports performance. *Stadium-Hungarian Journal of Sport Sciences*, *3*(2)
4. Blumenstein, B., Bar-Eli, M., & Tenenbaum, G. (2002). *Brain and body in sport and exercise: Biofeedback applications in performance enhancement*. Wiley-Blackwell: UK.
5. Charbonneau, D., Barling, J., & Kelloway, E. K. (2001). Transformational leadership and sports performance: The mediating role of intrinsic motivation 1. *Journal of applied social psychology*, *31*(7), 1521-1534.
6. Cheong, J. P. G., Lay, B., & Razman, R. (2016). Investigating the contextual interference effect using combination sports skills in open and closed skill environments. *Journal of Sports Science & Medicine*, *15*(1), 167–175.
7. Corrado, S., Tosti, B., Mancone, S., Di Libero, T., Rodio, A., Andrade, A., & Diotaiuti, P. (2024). Improving mental skills in precision sports by using neurofeedback training: a narrative review. *Sports*, *12*(3), 70
8. Dana, A., Rafiee, S., & Gholami, A. (2019). The effect of Neurofeedback Training on Working Memory and Perceptual-motor development in Athlete Boys. *Journal of Rehabilitation Sciences & Research*, *6*(1), 34–40.
9. Dehghani, A., Soltanian-Zadeh, H., & Hossein-Zadeh, G.-A. (2022). Probing fMRI brain connectivity and activity changes during emotion regulation by EEG neurofeedback. *Frontiers in Human Neuroscience*, *16*, 988890. https://doi.org/10.3389/fnhum.2022.988890
10. Demos, J.N. (2019). *Getting Started with EEG Neurofeedback*, 2nd ed.; W.W. Norton & Company: New York, NY, USA, ISBN 978-0-393-71253-7.
11. Gruzelier, J. H. (2014a). EEG-neurofeedback for optimising performance. I: a review of cognitive and affective outcome in healthy participants. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *44*, 124–141. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.09.015
12. Gruzelier, J. H. (2014b). EEG-neurofeedback for optimising performance. II: creativity, the performing arts and ecological validity. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *44*, 142–158. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.11.004
13. Gruzelier, J. H. (2014c). EEG-neurofeedback for optimising performance. III: a review of methodological and theoretical considerations. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *44*, 159–182. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2014.03.015
14. Hammond, D. C. (2007). What is neurofeedback? *Journal of Neurotherapy*, *10*(4), 25–36. https://doi.org/10.1300/j184v10n04_04
15. Hatfield, B. D., & Hillman, C. H. (2001). The psychophysiology of sport: A mechanistic understanding of the psychology of superior performance. *Handbook of Sport Psychology*, *2*, 362–386.

16. Ladak, A. A., Enam, S. A., & Ibrahim, M. T. (2019). A review of the molecular mechanisms of traumatic brain injury. *World Neurosurgery*, *131*, 126–132. https://doi.org/10.1016/j.wneu.2019.07.039
17. Lee, C. S., Chen, T. T., Gao, Q., Hua, C., Song, R., & Huang, X. P. (2023). The effects of theta/beta-based neurofeedback training on attention in children with attention deficit hyperactivity disorder: a systematic review and meta-analysis. Child Psychia https://doi.org/10.1007/s10578-022-01361-4
18. Liu, Y., Harihara Subramaniam, S. C., Sourina, O., Shah, E., Chua, J., & Ivanov, K. (2018). NeuroFeedback training for enhancement of the focused attention related to athletic performance in elite rifle shooters. In Transactions on Computational Science X
19. Maszczyk, A., Gołaś, A., Pietraszewski, P., Kowalczyk, M., Cięszczyk, P., Kochanowicz, A., Smółka, W., & Zając, A. (2018). Neurofeedback for the enhancement of dynamic balance of judokas. *Biology of Sport*. https://doi.org/10.5114/biolsport.2018.71488
20. Mckee, A. C., Stein, T. D., Kiernan, P. T., & Alvarez, V. E. (2015). The neuropathology of chronic traumatic encephalopathy: CTE neuropathology. *Brain Pathol*, *25*(3), 350–364.
21. Mikicin, M., Orzechowski, G., Jurewicz, K., Paluch, K., Kowalczyk, M., & Wróbel, A. (2015). Brain-training for physical performance: a study of EEG-neurofeedback and alpha relaxation training in athletes. Acta Neurobiologiae Experimentalis, 75(4), 434–445
22. Mirifar, A., Beckmann, J., & Ehrlenspiel, F. (2017). Neurofeedback as supplementary training for optimizing athletes' performance: A systematic review with implications for future research. Neuroscience and Biobehavioral Reviews, 75, 419–432.
23. Mousavi, A., & VaezMousavi, M. (2015). Introducing the Sport Success Scale (SSS). *Motor Behavior*, *7*(19), 42-123. In Persian
24. Murat, Z. H., Taib, M. N., Hanafiah, Z. M., Lias, S., Kadir, R. S. S. A., & Rahman, H. A. (2009). Initial investigation of brainwave synchronization after five sessions of horizontal rotation intervention using EEG. In Proceedings of the 2009 5th Internat
25. Nagy, B. F., Pucsok, J. M., & Balogh, L. (2024). The Investigation of Biofeedback and Neurofeedback Training on Athletic Performance-systematic Review. *Revista de Psicología del Deporte*, *33*(1)
26. Norouzi, E. , Hosseini, F. and Vaez Mousavi, M. K. (2018). The Effect of Neurofeedback Training on Sport Performance Enhancement and Conscious Motor Processing in Skilled Dart Players. Journal of Sports and Motor Development and Learning, 10(1), 139-157. In Persian
27. Paktaş, Y. (2021). The effect of neurofeedback training on the perceptual-motor abilities of basketball athletes. *Pakistan Journal of Medical & Health Sciences*, 15(2), 791-793.
28. Pfurtscheller, G., & Aranibar, A. (1979). Evaluation of event-related desynchronization (ERD) preceding and following voluntary self-paced movement. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 46(2), 138–146. https://doi.org/10.1016/0013-4694(79)
29. Pronczuk, M., Chamera, T., Markiel, A.,Markowski, J., Pilch, J., Żmijewski, P., Maszczyk, A. (2023). Influence of Beta and Theta waves as predictors of simple and complex reaction times in examined groups of judo athletes during the Vienna test. Baltic Jo
30. Putman, P., van Peer, J., Maimari, I., & van der Werff, S. (2010). EEG theta/beta ratio in relation to fear-modulated response-inhibition, attentional control, and affective traits. *Biological psychology*, *83*(2), 73-78.

31. Ring, C., Cooke, A., Kavussanu, M., McIntyre, D., & Masters, R. (2015). Investigating the efficacy of neurofeedback training for expediting expertise and excellence in sport. Psychology of Sport and Exercise, 16, 118–127. https://doi.org/10.1016/j.psychsp
32. Rydzik, Ł., Wąsacz, W., Ambroży, T., Javdaneh, N., Brydak, K., & Kopańska, M. (2023). The use of neurofeedback in sports training: systematic review. *Brain Sciences*, *13*(4), 660
33. Salehi, M. , Amini, H. and Mohammadzade, H. (2015). Comparison of the Effects of Neurofeedback and Mental Imagery Practice on the Performance and Learning of Darts Skill. Neuropsychology, 1(1), 86-103.
34. Salehian, M. H. and Qadiri, S. (2019). Anticipation of Emotion Regulation and Psychological Well-being on Athletic Performance of Professional and Semi-professional Athletes. *Sport Psychology Studies*, *8*(29), 151-170. https://doi.org/10.22089/spsyj.2019.7244.1770
35. Serrano, R., Lacerda, D. P., Cassel, R. A., Rodrigues, L. H., & Soares, P. F. (2018). Systemic analysis of the soccer (football) value chain: Learning from the Brazilian context. Systemic Practice and Action Research, 31(3), 269–291.
36. Sitaram, R., Ros, T., Stoeckel, L., Haller, S., Scharnowski, F., Lewis-Peacock, J., ... & Sulzer, J. (2017). Closed-loop brain training: the science of neurofeedback. *Nature Reviews Neuroscience*, *18*(2), 86-100.
37. Soylu, Ç., Yıldırım, N. Ü., Akalan, C., Akınoğlu, B., & Kocahan, T. (2021). The relationship between athletic performance and physiological characteristics in wheelchair basketball athletes. Research Quarterly for Exercise and Sport, 92(4), 639–650.
38. Tosti, B., Corrado, S., Mancone, S., Di Libero, T., Carissimo, C., Cerro, G., ... & Diotaiuti, P. (2024). Neurofeedback Training Protocols in Sports: A Systematic Review of Recent Advances in Performance, Anxiety, and Emotional Regulation. Brain Sciences,
39. Xiang, M.-Q., Hou, X.-H., Liao, B.-G., Liao, J.-W., & Hu, M. (2018). The effect of neurofeedback training for sport performance in athletes: A meta-analysis. *Psychology of Sport and Exercise*, *36*, 114–122. https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2018.02.004
40. Zielinski, I. M., Steenbergen, B., Baas, C. M., Aarts, P., & Jongsma, M. L. (2016). Event-related potentials during target-response tasks to study cognitive processes of upper limb use in children with unilateral cerebral palsy. Journal of visualized expe
41. Zotev, V., Phillips, R., Yuan, H., Misaki, M., & Bodurka, J. (2013). Self-regulation of human brain activity using simultaneous real-time fMRI and EEG neurofeedback. In *arXiv [physics.med-ph]*. http://arxiv.org/abs/1301.4689

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی