Journal of
Clinical Sport NeuroPsychology Vol. 1, No. 1, Fall 2021

Review Paper

Clinical Sport Neuropsychology: Past, Present, and the Future

Seyed Mohammadreza Alavizadeh[1], **Nasser Sobhi Gharamaleki**[2]*

1. Assistant Professor, Department of Psychology, Electronic Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2. Associated Professor, Department of Motor Behavior and Sport Psychology, University of Allameh Tabataba'i, Tehran, Iran

Citation: Alavizadeh SM, Sobhi Gharamaleki N. Clinical Sport Neuropsychology: Past, Present, and Future. J Clinic Sport NeuroPsychol. 2021; 1(1): 1-12.

URL: http://jcsnp.ir/article-1-7-en.html

10.21859/JCSNP.1.1.1
20.1001.1.27834271.1400.1.1.1.4

ARTICLEINFO

Keywords:
Clinical Sport Neuropsychology, Psychology Sports; Psychology Clinical, Neuropsychology.

Received: 21 Oct 2021
Accepted: 01 Nov 2021
Available: 21 Nov 2021

ABSTRACT

Background and Purpose: Sport and exercise psychology is one of the major subfields of psychology. It concentrates on the application and development of psychological theories and practices. It helps to understand and enhance human behavior in sport and exercise settings. Clinical sport psychology is a subset of clinical psychology that focuses on people in sports. Neuropsychology is a branch of science that studies the physiological processes of the nervous system and its associations with behaviors, cognitions, and emotions in individuals with normal and abnormal functioning and related disorders to brain injury. This study aimed to introduce and review clinical sports neuropsychology (CSNP) and related scopes in past, present, and future studies.

Method: This study is a review study without meta-analysis.

Results: Accordingly, we mentioned the past and present CSNP studies. We have also provided guidelines for future studies.

Conclusion: The CSNP is a combination of clinical sports psychology, and sport neuropsychology is a growing field in the broad field of psychology that has recently provided many studies.

* **Corresponding author:** Nasser Sobhi Gharamaleki, Associated Professor, Motor Behavior and Sport Psychology, University of Allameh Tabataba'i, Tehran, Iran.
E-mail: aidasobhi@yahoo.com
Tel: (+98) 2166924892

2476-5740/ © 2021 The Authors. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

[Downloaded from jcsnp.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.27834271.1400.1.1.1.4]
[DOI: 10.21859/JCSNP.1.1.1]

Introduction

Psychology is the study of the behavior and mental processes (1). Sport psychology, or more appropriately, sport and exercise psychology is a specialty within the wider science of psychology. It stresses the association of psychological and behavioral rules that influences performance and how these can be applied (2). Clinical sports psychology is a rapidly growing discipline that combines clinical research and interventions from clinical psychology with sports psychology and practice. The origins of contemporary neuropsychology are based on the examination of brain-behavior associations. Clinical neuropsychology is the experimental implementation of the biological approach of neuroscience. It accentuates the comprehension of the pathology of the central and peripheral neuron systems. It also emphasizes the interconnected quantification of neuro-cognitive functions and their impact on day-to-day actions.

Clinical sport neuropsychology is a multidisciplinary field of research. To examine the learning conditions and peak performance of athletes CSNP uses experimental and laboratory methods of neuropsychology, clinical sports psychology, and cognitive sports neuroscience. The present study aimed to review the methods and researches of clinical sport neuropsychology in different periods. We have been reviewed various studies in this field.

Method

This study is a review study without meta-analysis.

Findings

Past research areas

Before engaging in recent research in sports neuropsychology, it is necessary to review some of the basic concepts of neurophysiology that inspire research in a functional organization, the combination of perception and action, and the various types of information that are organized in the brain (4).

In this review study, we present past, present, and future methods and research in the field of clinical sports neuropsychology. This review introduce the methods related to neural pathways and body representations as a group of previous studies (4). We also introduced contemporary methods such as electroencephalography (9), neurofeedback (10), biofeedback (11), heart rate variability (12, 13), skin conductance (14-16), and cognitive rehabilitation. Finally, we introduce researchers and methods of deep EEG or LORETA neurofeedback (17, 18), transcranial direct current stimulation (19), eye-tracking (20, 21), and virtual reality (24).

Discussion and Conclusion

We concluded a method such as neurofeedback, which is based on electroencephalography, has been considered as an ideal psychophysiological criterion in sports science due to its response to changes in psychological and contextual stimuli and measurement sensitivity (25).

Finally, future research in the laboratory will focus on the use of the information discussed in this review to improve the learning process. Using laboratory methods such as functional magnetic resonance imaging and deep cerebral electrography or LORETA neurofeedback, the classification of neural markers to track the learning process will continue, with the preferential participation of multiple memory systems for efficient consolidation and recall of this information. Researchers in the future will move on to understanding how information is consolidated during sleep and whether there is a way to increase an athlete's sleep time that is more useful for transmitting information related to long-term memory. In addition, the development of devices such as electrical brain stimulation devices to facilitate the operation of the optimal memory

[Downloaded from jcsnp.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.27834271.1400.1.1.1.4]
[DOI: 10.21859/JCSNP.1.1.1]

system for classifying specific structures is important; These methods can help researchers prevent memory / stimulus system mismatches that lead to poor performance. The long-term goal of researchers could be to provide teams with a way to strengthen their training by measuring how their players are progressing with neural-level rehabilitation programs, and to use this information to create appropriate interventions to bring all players to the desired skill level. These methods can give teams a competitive advantage in situations where they are physically, technically and tactically same level.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines: This article is a review study with no human or animal sample.

Funding: This research did not receive any grant from funding agencies in the government, governal, public, commercial, or non-profit sectors.

The authors contribution: All authors equally contributed to preparing this article.

Conflict of interest: The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments: We would like to thank Dr. Somaye Entezari for her help in designing this study.

[Downloaded from jcsnp.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.27834271.1400.1.1.1.4]

[DOI: 10.21859/JCSNP.1.1.1]

مقاله مروری

عصب‌روانشناسی بالینی ورزشی: گذشته، حال، آینده

سیدمحمدرضا علوی‌زاده[۱]، ناصر صبحی قراملکی[۲*]

۱. استادیار، گروه روان‌شناسی، واحد الکترونیک، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲. دانشیار روان‌شناسی، گروه رفتارحرکتی و روان‌شناسی ورزشی، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران

مشخصات مقاله

کلیدواژه‌ها:
عصب‌روانشناسی بالینی ورزشی،
روان‌شناسی ورزشی،
روان‌شناسی بالینی،
عصب‌روانشناسی،

دریافت‌شده: ۱۴۰۰/۰۷/۲۹
پذیرفته‌شده: ۱۴۰۰/۰۸/۱۰
منتشرشده: ۱۴۰۰/۰۸/۳۰

چکیده

زمینه و هدف: روانشناسی ورزش و تمرین یکی از گرایش‌های اصلی رشته روانشناسی است که به کاربرد و گسترش نظریه‌های روان‌شناختی برای درک و بهبود رفتار انسان در ورزش و تمرین می‌پردازد. روانشناسی بالینی ورزشی زیرمجموعه‌ای از روانشناسی بالینی است که بر افراد شاغل در ورزش تمرکز دارد. عصب‌روانشناسی شاخه‌ای از علم است که به مطالعه فرآیندهای فیزیولوژیکی سیستم عصبی و ارتباط آن با رفتار، شناخت و هیجان در افراد با کارکرد بهنجار و نابهنجار و بدکاری‌های مرتبط با آسیب مغزی می‌پردازد. هدف این مقاله مروری معرفی و بررسی عصب‌روانشناسی بالینی ورزشی و زمینه‌های مرتبط با آن در پژوهش‌های گذشته، حال و آینده است.

روش: این پژوهش یک مطالعه مروری است.

یافته‌ها: براین اساس به مطالعات عصب‌روانشناسی بالینی ورزشی در گذشته و حال اشاره شده و رهنمودهایی برای آینده ارائه شده است.

نتیجه‌گیری: عصب‌روانشناسی بالینی ورزشی به‌عنوان ترکیبی از رشته‌های روانشناسی ورزشی بالینی و عصب‌روانشناسی ورزشی زمینه‌ای رو به گسترش در رشته گسترده روانشناسی است که اخیراً پژوهش‌های زیادی را ایجاد کرده است.

نویسنده مسئول: ناصر صبحی قراملکی، گروه رفتارحرکتی و روانشناسی ورزشی، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران.
رایانامه: aidasobhi@yahoo.com
تلفن: ۶۶۹۲۴۸۹۲-۰۲۱

[Downloaded from jcsnp.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.27834271.1400.1.1.1.4]
[DOI: 10.21859/JCSNP.1.1.1]

مقدمه

روانشناسی[1] علم مطالعه رفتار و فرآیندهای ذهنی است (۱). روان‌شناسی ورزش[2] یا به‌طور دقیق‌تر روان‌شناسی ورزش و تمرین[3] یک تخصص از علم گسترده روان‌شناسی است که بر اصول روان‌شناختی و رفتاری در عملکرد تمرینی ورزشی و شیوه کاربرد آن‌ها تاکید می‌کند (۲). روان‌شناسی بالینی ورزشی[4] رشته‌ای است که به‌سرعت در حال رشد است و پژوهش‌ها و مداخله‌های بالینی از روانشناسی بالینی را با روانشناسی ورزش و تمرین ترکیب می‌کند. روانشناسی ورزشی بالینی مکمل پزشکی ورزشی و روانپزشکی بالینی ورزشی است و به نیازهای سلامت روان و بهزیستی روان‌شناختی ورزشکاران، مربیان و سایر اعضای جامعه ورزشی می‌پردازد. این مفهوم‌سازی‌های علمی، پریشانی‌های روان‌شناختی را در محیط‌های ورزشی آشکار می‌کند و همچنین مداخله‌های بالینی و درمان‌های با پشتیبانی تجربی[5] متناسب با نیازهای جمعیت‌های ورزشی را ارائه می‌دهد (۳).

از گذشته دانشمندان بیومکانیک، کنترل حرکتی و رباتیک، به درک بدن و حرکات آن علاقه‌مند بوده‌اند. اخیراً توجه بیشتری از سوی روانشناسی شناختی[6] و علوم اعصاب به بدن صورت گرفته است. به‌ویژه بعضی متخصصان علوم اعصاب به درک کارکرد بدنی در افرادی مانند ورزشکاران نخبه علاقه‌مند شده‌اند که عملکردی عالی دارند. مطالعه این ورزشکاران به‌منظور جستجوی حداکثر توانایی قابل دست‌یابی بالقوه مغز انجام می‌شود. درنتیجه، یک زمینه پژوهشی جدید به نام «علوم اعصاب ورزشی[7]» ایجاد شده است (۴).

ریشه‌های عصب‌روانشناسی[8] مدرن در مطالعه روابط مغز و رفتار است. عصب‌روانشناسی بالینی کاربرد عملی نظریه علوم اعصاب[9] است و بر درک آسیب‌شناسی عصبی و کمی‌سازی مرتبط با مهارت‌های عصبی-شناختی[10] و تأثیر آن‌ها بر عملکرد روزانه تأکید دارد. عصب‌روانشناسی بالینی سنتی در ایالات‌متحده با ایجاد و تأیید آزمایش‌هایی آغاز شد که در تشخیص و مکان‌یابی[11] انواع وضعیت‌های عصبی و ضایعات عصبی آسیب‌شناختی و همچنین توضیح نقاط قوت و ضعف شناختی و رفتاری مرتبط حساس بودند. ارزیابی عصب‌روان‌شناختی[12] به سنگ بنای تشخیص قطعی بسیاری از بیماری‌های عصبی و روش مستندسازی درجه زوال عقلی تبدیل‌شده است. چنین ارزیابی‌هایی همچنین در تعیین نقص‌ها و ارزیابی بهبودی در آسیب‌های عروق مغزی و ردیابی پیشرفت و بهبودی مرتبط با درمان بیماری‌هایی مانند صرع و عفونت‌های عصبی حیاتی هستند (۵).

احتمالاً عصب‌روانشناسی بالینی عمیق‌ترین تأثیر خود را در ارزیابی عملکرد عصب‌شناختی و پیامدهای مرتبط با آسیب مغزی[13] داشته باشد. ارزیابی عصب‌روان‌شناختی آسیب مغزی بخشی جدایی‌ناپذیر از درک و مستندسازی نقاط قوت و ضعف شناختی بیماران است که سپس برنامه‌ریزی درمان و توان‌بخشی را هدایت می‌کند. ارزیابی‌های عصب‌روان‌شناختی همچنین به‌عنوان معیاری برای تعیین آسیب‌ها در عرصه پزشکی قانونی عمل می‌کنند، به‌ویژه زمانی که موضوع چالش‌برانگیز ضربه مغزی خفیف یا کانکاشن[14] در نظر گرفته شود (۵, ۶). عصب‌روانشناسی بالینی ورزشی یک حیطه پژوهشی چندرشته‌ای است که با روش‌های علمی آزمایشی و آزمایشگاهی، عصب‌روانشناسی، روان‌شناسی بالینی ورزشی و علوم اعصاب شناختی ورزشی را برای بررسی شرایط یادگیری و اوج عملکرد ورزشکاران به کار می‌برد.

هدف این مطالعه مرور روش‌ها و پژوهش‌های عصب‌روانشناسی بالینی ورزشی در دوره‌های زمانی گوناگون است. بر این اساس به زمینه‌های پژوهشی گوناگون در این شاخه از علم روانشناسی اشاره می‌شود.

روش

این مطالعه یک مطالعه مروری غیرنظام‌دار و بدون فراتحلیل است.

یافته‌ها

در این پژوهش روش‌های گوناگون عصب‌روانشناسی بالینی ورزشی در گذشته و حال، و همچنین رهنمودهایی برای آینده ارائه شده است.

زمینه‌های پژوهشی گذشته

پیش از پرداختن به پژوهش‌های اخیر در زمینه عصب‌روانشناسی ورزشی لازم است بعضی مفاهیم اساسی نوروفیزیولوژی را مرور کنیم که الهام‌بخش

[1] psychology
[2] sport psychology
[3] Sport and exercise psychology
[4] clinical sport psychology
[5] empirically supported treatments and clinical interventions
[6] cognitive psychology
[7] sport neuroscience
[8] neuropsychology
[9] neuroscience
[10] neuro cognitive
[11] localization
[12] neuropsychological assessment
[13] traumatic brain injury (TBI)
[14] concussion

[Downloaded from jcsnp.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.27834271.1400.1.1.1.4]
[DOI: 10.21859/JCSNP.1.1.1]

پژوهش‌هایی در سازمان‌دهی کارکردی، ترکیب ادراک و عمل بوده و انواع گوناگون اطلاعاتی را ارائه می‌دهند که در بدن سازمان‌دهی شده می‌شود.

اکتشاف *مسیرهای عصبی*[1] یکی از اولین پژوهش‌ها برای آگاهی از فرآیندهای پایه کارکرد مغز است که در ابتدا با مشاهده ساختار آناتومی مغز و ترسیم مسیرهای عصبی و پیوندهای کارکردی مرتبط با آن صورت گرفت. درنتیجه می‌توانیم در سطحی مشخص، جزئیاتی از چگونگی انتقال محرک‌های حسی بینایی، شنوایی و دیگر حس‌ها را بر اساس سیستم اعصاب مرکزی شناخته و سپس آن‌ها را در الگویی عصبی برای برنامه‌ریزی فعالیت‌های داوطلبانه سازمان‌دهی کنیم. سیستم حسی ادراک‌هایی تولید می‌کند که توسط بازنمایی‌های حسی گوناگون ایجاد شده است تا درنهایت شناخت نهایی یک محرک را پژوهشگر سازند، سپس به‌عنوان یک تجربه یکپارچه درک می‌شوند. بااین‌حال هر بازنمایی ادراکی به این منظور تعریف می‌شود که وجوه گوناگون فیزیکی محیط اطرافمان را روشن سازد؛ حس لامسه برای تمایز بین سطوحی که از جنس‌های گوناگون ساخته‌شده‌اند، بینایی برای شناسایی و مکان‌یابی[2] اشیاء، شنوایی برای شناخت پویایی اشیاء ازجمله زمانی که شیء نزدیک می‌شود یا دور می‌شود. سپس ادراک‌ها با استفاده از مکانیزم‌های قیاسی، اطلاعات گوناگون را با استفاده از سیستم‌های حسی گوناگون کدگشایی[3] می‌کنند. اولین تمایز بین انواع گوناگون اطلاعات از طریق گیرنده‌هایی است که در نقاط دور بدن واقع‌شده‌اند و هر یک به نوع ویژه‌ای از انرژی فیزیکی یا شیمیایی مانند صدا، نور، فشار مزه و بو حساس هستند. این اطلاعات حواس در سطح گیرنده‌ها دریافت شده و سپس به قشر مخ منتقل می‌شود تا به مناطق ویژه آن حس برسد.

بازنمایی پیکری[4] یکی دیگر از پژوهش‌های عصب‌روانشناختی است که در علوم ورزشی نیز کاربرد داشته است. با ادراک محیط می‌توانیم حرکت کنیم؛ منطقی است فکر کنیم که برای انجام این کار، به بازنمایی درونی بدن خود و فضای اطراف نیاز داریم. بازنمایی فضای شخصی ما با بازنمایی عصبی سطح بدن ما مطابقت دارد. این بازنمایی عصبی می‌تواند وجود یک نقشه توپوگرافی از گیرنده‌ها را نشان دهد که به‌عنوان آدمک‌واره[5] نیز شناخته می‌شود. این آدمک‌واره توسط سازماندهی پیکری[6] مسیرهای حسی آورانی[7] تعریف شده است که اطلاعات را از اعضای پیرامونی بدن به مغز انتقال می‌دهد. برای نشان دادن بهتر این مفهوم، می‌توانیم به لمس یک شیء فکر کنیم. ادراک لامسه اطلاعاتی در مورد سطح بدن و ویژگی‌های جسم مانند شکل، وزن و چگالی آن ارائه می‌دهد. در همین راستا، حس عمقی اطلاعاتی در مورد وضعیت بدن و حرکات مانند وضعیت دست و حرکت انگشتان ارائه می‌دهد. مسیر عصبی که از این گیرنده‌ها (واقع در دست) به مغز (مناطق حسی‌پیکری[8]) می‌رود. این سیستم در طول مسیر از ابتدا تا انتها با حفظ سازمان توپوگرافی یکسان، هر قطعه اطلاعات مربوط به ناحیه خاصی از بدن را باهمان روابط فضایی حفظ می‌کند.

زمینه‌های پژوهشی اخیر

ارتباط درون مغز با پیوندهای الکتروشیمیایی[9] رخ می‌دهد. عصب‌هایی که ساختارهای عصبی را تشکیل می‌دهند، با ترکیبی از الگوی پیچیده سیگنال‌های تحریکی و بازداری[10] اطلاعات را مبادله و پردازش می‌کنند. به زبانی ساده‌تر، معمولاً هنگامی‌که چیزی را در محیط خود درک می‌کنیم، ورودی‌های حسی به نواحی حسی قشری اولیه می‌رسند تا رمزگذاری آن‌ها آغاز شود و سپس به نواحی مرتبط و حسی بالاتر منتقل می‌شوند تا پردازش و ادغام شوند، تا بفهمیم چه چیزی را درک می‌کنیم و به‌درستی پاسخ می‌دهیم. به‌طور مشابه، پاسخ‌های رفتاری ما، از ساده‌ترین پاسخ‌ها تا پیچیده‌ترین و تخصصی‌ترین وضعیت‌های ورزشی، به فرآیندهای برنامه‌ریزی قبلی بستگی دارد که برنامه‌ها و اطلاعات مربوط به زمینه فیزیکی و بافتی مانند حضور و تعداد عوامل بالقوه دیگر را یکپارچه می‌کند و منجر می‌شود. به یک خروجی حرکتی بر اساس مجموعه‌ای پیچیده از محاسبات عصبی پیشین. ارتباطات عصبی در سطح سیناپس‌ها انجام می‌شود، جایی که نورون‌های پیش‌سیناپسی تحریکی و بازداری با میانجی‌گری انتقال‌دهنده‌های عصبی بر فعالیت نورون پس‌سیناپسی تأثیر می‌گذارند. اتصال انتقال‌دهنده‌های عصبی به گیرنده‌های خاص باعث ایجاد مدولاسیون درجه‌بندی‌شده از پتانسیل غشای پس‌سیناپسی می‌شود که به‌عنوان پتانسیل پس‌سیناپسی نیز شناخته می‌شود. تصور می‌شود که جمع پتانسیل پس‌سیناپسی تحریکی و بازداری (به ترتیب تسهیل‌کننده و بازدارنده تخلیه عصبی) شکلی از فعالیت الکتروفیزیولوژیکی ایجاد می‌کند که می‌تواند به‌صورت غیرتهاجمی با

[1] neural pathways
[2] localization
[3] decoding
[4] body representation
[5] homunculus
[6] anatomical organization
[7] sensitive afferent paths
[8] somatosensory areas
[9] electrochemical connections
[10] excitatory and inhibitory

[Downloaded from jcsnp.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.27834271.1400.1.1.1.4]
[DOI: 10.21859/JCSNP.1.1.1]

روش‌های الکترومغناطیسی مانند تصویربرداری تشدید مغناطیسی کارکردی[1] و برق‌نگاره‌مغزی[2] ثبت شود.

برق‌نگاره‌مغزی که الکتروفیزیولوژی شناختی[3] نیز نامیده می‌شود، روشی برای مطالعه امواج مغزی است که با استفاده از ابزار برق‌نگارمغزی، فعالیت الکتریکی مغز را از طریق الکترودهایی که در نقاط مختلف پوست سر قرار می‌گیرند، تقویت و ثبت می‌کند. ثبت حاصل از الگوهای امواج مغزی اغلب در مطالعه خواب، نظارت بر عمق بیهوشی، تشخیص صرع و سایر اختلال‌ها یا بدکاری‌های مغزی و مطالعه عملکرد طبیعی مغز استفاده می‌شود (۱).

در یکی از اولین گزارش‌های مرور نظام‌مند در مورد تغییرات برق‌نگاره‌مغزی مرتبط با ورزش توسط هتفیلد (۷)، اندازه‌گیری‌های برق‌نگاره‌مغزی به‌عنوان ثبت خودبه‌خودی میانگین پتانسیل‌های فراخوانده‌شده[4] و پتانسیل آمادگی[5] طبقه‌بندی کرد. جالب‌توجه است، چنین تمایزی هنوز می‌تواند معتبر در نظر گرفته شود زیرا پژوهش‌های برق‌نگاره‌مغزی به تلاش برای درک مغز ورزشکاران و همبستگی عملکردهای مرتبط با ورزش با مشاهده تعدیل‌های خاص تکلیف پروفایل باندهای فرکانسی حرکت ادامه دارد. پتانسیل‌های مرتبط به پتانسیل‌های برانگیخته حسی و پتانسیل‌های شناختی مرتبط با رخداد تقسیم[6] می‌شوند.

پس‌خوراند عصبی[7] که پس‌خوراند زیستی برق‌نگاره‌مغزی[8] نیز نامیده می‌شود، نوعی آموزش پس‌خوراند زیستی است که به افراد امکان می‌دهد امواج مغزی خود را با آگاهی از اطلاعات دریافتی از نمایشگر ویدیوئی یا پیام‌های شنیداری که نشان‌دهنده ویژگی‌های برق‌نگاره‌مغزی ثبت‌شده هستند، ویژگی‌های امواج مغزی خود را تغییر دهند. پس‌خوراند عصبی به‌طور ویژه برای درمان اختلال بیش‌فعالی کاستی توجه (۸) مورداستفاده بوده است و به‌عنوان یک مداخله احتمالاً اثربخش در اختلال‌های دیگری مانند انواع سردرد، اختلال‌های خواب، اضطراب و افسردگی نیز موردبررسی قرارگرفته است. در ورزش نیز این روش (۹) مورد استفاده قرارگرفته است. اخیراً در یک مطالعه مروری (۱۰) نتیجه‌گیری شد، آموزش پس‌خوراند عصبی می‌تواند باعث تغییر توان برق‌نگاره‌مغزی در ورزشکاران شود و عملکرد ورزشی را به‌طور مؤثر بهبود بخشد. با این حال اثر آموزش پس‌خوراند عصبی بر عملکرد ورزشی با طراحی گروه گواه تعدیل می‌شود، یعنی زمانی که تحلیل‌ها به کنترل‌های فعال یا دارونما محدود می‌شد، کارایی آموزش پس‌خوراند عصبی بر عملکرد ورزشی احتمالاً نسبتاً ضعیف است.

پس‌خوراند زیستی[9] روشی است که به افراد این امکان را می‌دهد تا باهدف خودگردانی فعالیت فیزیولوژیکی خود را با استفاده از سیگنال‌های بازخورد جسمی مانند فعالیت ماهیچه‌ای، ضربان قلب و فعالیت الکتریکی پوستی و ... بدن خود را تغییر دهند (۱۱).

تغییرپذیری ضربان قلب[10] به تنفس آهسته در هنگام تجسم ضربان قلب، تغییر ضربان قلب و/یا نشانه‌های تنفسی اشاره می‌کند. تغییرپذیری ضربان قلب منعکس‌کننده تغییر در فاصله زمانی بین ضربان متوالی قلب است. این روش امروز به یک درمان کمکی برای طیف وسیعی از اختلال‌های روانی و پزشکی تبدیل شده است (۱۲)؛ علاوه بر این در بهبود عملکرد ورزشکاران نیز مؤثر است (۱۳).

رسانایی پوست[11] که به پاسخ گالوانیکی پوست[12] یا پاسخ الکترودرمال[13] نیز شناخته می‌شود به توانایی پوست برای رسانایی برقی اشاره دارد. تغییر در ویژگی‌های الکتریکی (رسانایی یا مقاومت) پوست در واکنش به محرک‌ها، به دلیل فعالیت غدد عرق واقع در انگشتان دست و کف دست. اگرچه به‌شدت نشانه‌ای از برانگیختگی فیزیولوژیکی است، اما رسانایی پوست به‌طور گسترده بازتابی از برانگیختگی هیجانی و استرس نیز در نظر گرفته می‌شود. مطالعه‌ای (۱۴) نشان داد که ارزیابی پوست شرکت‌کنندگان، فرآیندهای هیجانی در برخی تحت استرس و در دیگران ناشی از تهییج[14] بوده است. نتایج پژوهش‌هایی دیگر نشان داده است که مداخله‌های روان‌شناختی می‌توانند رسانایی پوست را در ورزشکارن جوان بهبود دهند (۱۵, ۱۶).

توانبخشی شناختی[15] یا بازتوانی شناختی شامل مجموعه برنامه‌هایی برای تمرین مغز است. این برنامه‌ها منجر به ارتقاء کارکردهای ذهنی و شناختی فرد

[1] Functional magnetic resonance imaging (fMRI)
[2] electroencephalography (EEG)
[3] cognitive electrophysiology
[4] averaged evoked potentials
[5] readiness potentials
[6] event related potentials
[7] neurofeedback
[8] EEG biofeedback
[9] biofeedback
[10] heart rate variability (HRV)
[11] skin conductance (SC)
[12] galvanic skin response (GSR)
[13] electrodermal response (EDR)
[14] excitement
[15] cognitive rehabilitation

[Downloaded from jcsnp.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.27834271.1400.1.1.1.4]
[DOI: 10.21859/JCSNP.1.1.1]

و درنتیجه موفقیت‌های فردی در حوزه‌های نظیر تحصیل، شغل و روابط اجتماعی می‌شود.

زمینه‌های پژوهشی آینده

پس‌خوراند عصبی لورتا[1] یا لورتا نوروفیدبک یک روش جدید است که بر اساس راه‌حل معکوس منشأ عمقی برق‌نگاره‌مغزی سه‌بعدی سیگنال‌های الکتریکی را بر اساس شبکه‌ای از الکترودهای قرار داده‌شده در سرتاسر پوست سر تخمین می‌زند (۱۷). به‌عبارت‌دیگر آموزش پس‌خوراند عصبی بر اساس الگوریتم ردیابی لورتا یک روش آموزشی است که می‌تواند سیگنال‌های الکتریکی سطحی مغز را تا ناحیه درونی فعال‌کننده امواج مغز ردیابی کند و سپس از آموزش پس‌خوراند عصبی برای آموزش مستقیم یک ناحیه خاص مغز استفاده می‌کند و می‌تواند به هدفی آموزشی دست یابد که آموزش پس‌خوراند عصبی سنتی نمی‌تواند به آن دست یابد؛ به نظر می‌رسد این روش در علوم ورزشی استفاده نشده است (۱۸).

تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای[2] شکلی از تعدیل عصبی[3] است که از ارسال جریان مستقیم ثابت و کم‌توان با الکترودهایی که روی جمجمه وصل می‌شود، استفاده می‌کند. این روش در ابتدا برای کمک به بیماران مبتلابه آسیب‌های مغزی یا اختلال‌های مانند اختلال افسردگی اساسی ساخته شد. نتایج یک پژوهش (۱۹) در مالزی نشان داد که بازیکنان فوتبال نخبه زیر ۱۵سال که تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای دریافت کردند، در متغیرهای آمادگی جسمانی روندی پیشرفتی داشتند، اگرچه هیچ اثر قابل‌توجهی از تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای بر متغیرهای قدرت پشت پا، پرش طول ایستاده و یک دقیقه درازنشست نشان ندادند. در نهایت نتیجه‌گیری شد که تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای می‌تواند آمادگی جسمانی مرتبط بامهارت بازیکنان فوتبال را افزایش دهد.

ردیابی چشمی[4] در پژوهش‌های مرتبط با ورزش بر روی عملکرد حرکتی[5]، به‌طور منظم مشخص شده است که جمع‌آوری اطلاعات بینایی مرتبط برای انجام مؤثر تکلیف‌های گوناگون لازم است (۲۰) به‌خصوص در ورزش‌های عملکرد بالا[6] در ورزشکاران برتر تنها مهارت‌های حرکتی سطح بالا نیست که نسبت به ورزشکارن با عملکرد پایین متفاوت است بلکه اغلب توانایی‌های ادراکی بهتر این ورزشکاران نسبت به ورزشکاران بامهارت کم‌تر دیده می‌شود. برای شروع موفق واکنش‌های حرکتی نسبت به محرک‌ها و یا تصمیم‌گیری در زمان کوتاه، لازم است که اطلاعات مربوطه هرچه زودتر دریافت شوند. به نظر می‌رسد که نقطه در زمان دریافت اطلاعات و مکان‌یابی اطلاعات مرتبط هستند. همان‌طور که ۹۵٪ محرک‌های محیطی توسط سیستم بینایی انسان ثبت می‌شوند، بی‌شک رفتار کارآمد خیره شدن در ترکیب با مهارت‌های حرکتی برای دستیابی به عملکرد بالا در ورزش از اهمیت بالایی برخوردار است (۲۱). ردیابی چشم فرآیند اندازه‌گیری نقطه خیره شدن[7] (مکانی که به آن خیره می‌شویم) یا حرکت درون‌کاسه‌ای چشم است که به ریزحرکت سکادس[8] نیز شهرت دارد. ردیاب چشم وسیله‌ای برای اندازه‌گیری وضعیت و حرکت چشم است.

در طول دهه‌های گذشته (۲۲)، پژوهشگران به‌طور فزاینده‌ای از اندازه‌گیری‌های ردیابی چشم برای مطالعه فرآیندهای شناختی و حرکتی در ورزشکاران گام عملکرد ورزشی استفاده کرده‌اند. تعداد کمی از این مطالعه‌ها تحلیل خیره‌شدن را در مقیاس حرکت ثابت چشم[9] انجام داده‌اند که احتمالاً به دلیل دشواری‌های ذاتی اندازه‌گیری ریزحرکات سکادس چشم در طول تکلیف‌های حرکتی است. محرک‌های مرتبط با ورزش لزوماً شامل بازی زنده یا ویدئوهایی پویا می‌شود؛ خود بازیکنان بسیار بیشتر از شرکت‌کنندگان در محیط روان‌فیزیکی استاندارد حرکت می‌کنند. در بسیاری از ورزش‌ها نمی‌توان از اندازه‌گیری هم‌زمان ردیابی چشم استفاده کرد، و حتی در موقعیت‌هایی که بازیکنان می‌توانند از عینک‌های ردیاب چشم استفاده کنند، چنین ردیاب‌های شیشه‌ای برای اندازه‌گیری حرکت ثابت چشم مناسب نیست. در مطالعه‌های اولیه که با حرکت‌های بزرگ‌تر چشم انجام می‌شد، مشاهده‌کنندگان فیلم‌های از پیش ضبط‌شده را تماشا می‌کردند و در مورد موقعیت‌های بازی تصمیم می‌گرفتند (۲۲). سناریوهای مشابه و تکلیف‌های تصمیم‌گیری اخیراً برای مطالعه حرکت ثابت چشم در ورزش اعمال شده است (۲۳).

واقعیت مجازی[10] یک محیط سه‌بعدی شبیه‌سازی‌شده که از طریق حافظه، گرافیک و فرآیندهای رایانه‌ای ایجاد می‌شود. اغلب برای ایجاد محیط‌های شبیه‌سازی‌شده برای فعالیت‌هایی مانند پرواز با هواپیما یا کاوش در فضا استفاده

[1] LORETA neurofeedback
[2] transcranial direct current stimulation (tDCS)
[3] neuromodulation
[4] eye-tracking
[5] motor performance
[6] high-performance sports
[7] point of gaze
[8] micro-saccades movement
[9] fixed eye movement
[10] virtual reality

[Downloaded from jcsnp.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.27834271.1400.1.1.1.4]
[DOI: 10.21859/JCSNP.1.1.1]

می‌شود که تجربه مستقیم آن‌ها پرهزینه یا خطرناک است. ابزارهای سخت‌افزاری و نرم‌افزاری پشتیبانی، ازجمله دستکش و مانیتور سر با بازخورد آنی، اغلب برای غوطه‌ور کردن و آموزش انسان‌ها در این واقعیت مجازی استفاده می‌شود.

فن‌آوری واقعیت مجازی به‌طور فزاینده‌ای توسط ورزشکاران، مربیان و سایر متخصصان مرتبط با ورزش استفاده می‌شود. نیومن و همکاران (۲۴) باهدف مستندسازی پژوهش‌های کاربرد واقعیت مجازی در ورزش برای درک بهتر نتایجی که در این زمینه وجود دارد مطالعه مروری سیستماتیک را انجام دادند. پایگاه‌های اطلاعاتی پژوهشی جستجو شد، و نتایج برای شناسایی مقاله‌هایی را غربالگری کردند که کاربردهای واقعیت مجازی تعاملی را در ورزش با شرکت‌کنندگان انسان سالم گزارش کرده بودند. بیست مقاله برای مستندسازی اهداف مطالعه، طرح‌های پژوهش، ویژگی‌های شرکت‌کننده، انواع ورزش، فناوری واقعیت مجازی، معیارها و یافته‌های کلیدی شناسایی و کدگذاری شد. از بررسی، نشان داده شد که برنامه‌های کاربردی واقعیت مجازی تعاملی طیفی از عملکرد، نتایج فیزیولوژیکی و روانی را افزایش داده‌اند. اثرات خاص تحت تأثیر عوامل مربوط به ورزشکار و سیستم واقعیت مجازی قرارگرفته است که شامل عوامل ورزشکار، عوامل محیطی واقعیت مجازی، عوامل تکلیفی و عوامل محیطی غیر واقعیت مجازی بود. متغیرهای مهم عبارت بودند از حضور دیگران در محیط مجازی، رقابت، استقلال کاری، غوطه‌ور شدن، تمرکز ،توجه و بازخورد. اکثر پژوهش‌ها در مورد ورزش‌های استقامتی مانند دویدن، دوچرخه‌سواری و قایقرانی انجام‌شده است. آن‌ها نتیجه‌گیری کردند پژوهش‌های بیشتری برای بررسی استفاده از واقعیت مجازی تعاملی در ورزش‌های مبتنی بر مهارت موردنیاز است (۲۴).

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش مروری به روش‌ها و پژوهش‌های گذشته، حال و آینده در حیطه عصب‌روانشناسی بالینی ورزشی ارائه شد. در پژوهش‌های گذشته در این مقاله به روش‌های مرتبط با مسیرهای عصبی و بازنمایی‌های پیکری معرفی شدند. در روش‌های امروزی به روش‌هایی مانند برق‌نگاره مغزی، پس‌خوراند عصبی، پس‌خوراند زیستی، تغییرپذیری ضربان قلب، رسانایی پوست و توانبخشی شناختی معرفی شدند؛ و در نهایت، پژوهش‌ها و روش‌های تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای، ردیابی چشمی و واقعیت مجازی معرفی شدند.

روشی مانند پس‌خوراند عصبی، که مبتنی بر برق‌نگاره‌مغزی است به دلیل پاسخگویی به تغییر محرک‌های روان‌شناختی و زمینه‌ای و حساسیت اندازه‌گیری، به‌عنوان یک معیار روان‌فیزیولوژیکی ایده‌آل در علوم ورزشی در نظر گرفته شده است. در مقایسه با تکنیک‌های جایگزین اولیه مانند ثبت‌های قلبی عروقی و فعالیت‌های رسانایی پوستی، و قابلیت اندازه‌گیری میلی‌ثانیه‌ای فرصت‌هایی جدید و تکمیلی را برای بررسی ورزشکاران ایجاد کرده است. علاوه بر این، با توجه به روش‌های تصویربرداری جایگزین مانند برش‌نگاری با گسیل پوزیترون[1] و تصویربرداری تشدید مغناطیسی کارکردی، ثبت‌های برق‌نگاره‌مغزی را می‌توان در شرایط واقعی انجام داد که در آن حرکات و عملکرد ورزشی به درستی تولید و بازتولید شوند؛ حتی وجود نسل جدید سیستم‌های بی‌سیم، امکان بررسی همبستگی‌های الکتروفیزیولوژیکی با فعالیت ورزشی را حتی در زمین بازی فراهم کرده است (۲۵).

در نهایت پژوهش‌های آینده در آزمایشگاه بر استفاده از اطلاعات موردبحث در این مرور بر بهبود فرآیند یادگیری متمرکز خواهد بود. با استفاده از روش‌های آزمایشگاهی مانند تصویربرداری تشدید مغناطیسی کارکردی و برق‌نگاره‌مغزی عمقی یا پس‌خورلند عصبی لورتا، طبقه‌بندی نشانگرهای عصبی برای ردیابی فرآیند یادگیری، همراه با مشارکت ترجیحی سیستم‌های حافظه متعدد برای تثبیت و یادآوری کارآمد این اطلاعات ادامه خواهد یافت. پژوهشگران در آینده به سمت درک چگونگی تثبیت اطلاعات هنگام خواب پیش خواهد رفت و این‌که آیا راهی برای افزایش زمان صرف‌شده در مرحله‌های خواب یک ورزشکار وجود دارد که برای انتقال اطلاعات مرتبط به حافظه بلندمدت مفیدتر باشد. علاوه بر این، ایجاد ابزارهایی مانند دستگاه‌های تحریک الکتریکی مغز برای تسهیل فعالیت در سیستم حافظه بهینه برای طبقه‌بندی سازه‌ای ویژه با اهمیت به نظر می‌رسد؛ این روش‌ها می‌تواند به پژوهشگران کمک کند تا از عدم تطابق سیستم حافظه/محرک که منجر به عملکرد ضعیف می‌شود، پیشگیری کنند. هدف بلندمدت پژوهشگران می‌تواند این باشد که برای تیم‌ها راهی برای تقویت تمرینات خود با اندازه‌گیری شیوه پیشرفت بازیکنانشان با برنامه‌های توانبخشی در سطح عصبی فراهم کنند و از این اطلاعات برای ایجاد مداخله‌های مناسب برای رساندن همه بازیکنان به سطح مهارت موردنظر استفاده کنند. این روش‌ها می‌تولند به تیم‌ها در

[1] positron emission tomography scan (PET-scan)

[Downloaded from jcsnp.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.27834271.1400.1.1.1.4]
[DOI: 10.21859/JCSNP.1.1.1]

شرایطی که از نظر بدنی، تکنیکی و تاکتیکی نزدیک هم هستند، مزیت رقابتی ایجاد کند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصـــول اخلاق پژوهش: این مقاله یک مطالعه مروری / متاآنالیز بدون مشارکت‌کننده انسانی یا حیوانی است.

حامی مالی: این پژوهش هیچ کمک مالی از ســـازمان‌های مالی بخش دولتی، عمومی، تجاری یا غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

نقش هر یک از نویســـندگان: نویســـندگان به طور برابر در نگارش این مقاله همکاری داشته‌اند.

تضاد منافع: نویسندگان اعلام می‌کنند هیچ‌گونه تضاد منافعی وجود نداشته است.

تشـکر و قدردانی: بدین وسـیله از سـرکار خانم دکتر سـمیه انتظاری که در طراحی این پژوهش نویسندگان را یاری کردند تشکر و قدردانی می‌شود.

References

1. VandenBos GR. APA dictionary of psychology. 2nd ed. Washington, DC: American Psychological Association; 2015. https://doi.org/10.1037/14646-000

2. LeUnes A. Introducing to Sport Psychology: A Practical Guide. London: Icon Books; 2011. https://www.goodreads.com/book/show/11188920-introducing-sport-psychology

3. Marks DR, Wolanin AT, M. S. The Routledge Handbook of Clinical Sport Psychology. 1st Edition ed. New York: Routledge; 2021. https://www.routledge.com/The-Routledge-Handbook-of-Clinical-Sport-Psychology/Marks-Wolanin-Shortway/p/book/9780367347277 https://doi.org/10.4324/9780429330971

4. Cesari P, Urgesi C. The Neural Pathway of Sport Actions from Seeing and Hearing to Doing: Perception-Action Relationships. In: Carlstedt RA, Balconi M, editors. Handbook of Sport Neuroscience and Psychophysiology. New York: Routledge; 2019. p. 7-39. https://doi.org/10.4324/9781315723693-2

5. Echemendía RJ. Sports neuropsychology: assessment and management of traumatic brain injury. New York: Guilford; 2006. https://www.routledge.com/Sports-Neuropsychology-Assessment-and-Management-of-Traumatic-Brain-Injury/Echemendia-Barth-Zillmer-Webbe-Macciocchi/p/book/9781572300781

6. Temple RO. The Neuropsychology of Concussion. In: Carlstedt RA, Balconi M, editors. Handbook of Sport Neuroscience and Psychophysiology. New York: Routledge; 2019. p. 360-72. https://www.routledge.com/Handbook-of-Sport-Neuroscience-and-Psychophysiology/Carlstedt/p/book/9781138852181

7. Hatfield BD, Landers DM. Psychophysiology in exercise and sport research: an overview. Exercise and sport sciences reviews. 1987;15:351-87. https://doi.org/10.1249/00003677-198700150-00014

8. Sheikh M, Aghasoleimani NM, Shahrbanian S, Alavizadeh SM. The effectiveness of neurofeedback with selected training program on motor function, anxiety and sleep in children with. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2021. http://medrehab.sbmu.ac.ir/article_1101290.html

9. Raza Q, Ong MLY, Kuan G. Effects of Using EEG Neurofeedback Device to Enhance Elite Bowlers' Performance. Enhancing Health and Sports Performance by Design. Singapore: Springer; 2020. p. 503-10. https://doi.org/10.1007/978-981-15-3270-2_51 https://doi.org/10.1007/978-981-15-3270-2_51

10. Xiang M-Q, Hou X-H, Liao B-G, Liao J-W, Hu M. The effect of neurofeedback training for sport performance in athletes: A meta-analysis. Psychology of Sport and Exercise. 2018;36:114-22. https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2018.02.004

11. Khazan I. The Clinical Handbook of Biofeedback: A Step-by-Step Guide for Training and Practice with Mindfulness. 1st Edition ed. Hoboken, New Jersey:

[Downloaded from jcsnp.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.27834271.1400.1.1.1.4]

[DOI: 10.21859/JCSNP.1.1.1]

Wiley-Blackwell; 2013. https://doi.org/10.1002/9781118485309

12. Laborde S, Allen MS, Borges U, Iskra M, Zammit N, You M, et al. Psychophysiological effects of slow-paced breathing at six cycles per minute with or without heart rate variability biofeedback. Psychophysiology. 2022;59(1):e13952. https://doi.org/10.1111/psyp.13952

13. Pagaduan JC, Chen YS, Fell JW, Wu SSX. Can Heart Rate Variability Biofeedback Improve Athletic Performance? A Systematic Review. Journal of human kinetics. 2020;73:103-14. https://doi.org/10.2478/hukin-2020-0004

14. Gündoğdu S, Çolak ÖH, Doğan EA, Gülbetekin E, Polat Ö. Assessment of mental fatigue and stress on electronic sport players with data fusion. Medical & Biological Engineering & Computing. 2021;59(9):1691-707. https://doi.org/10.1007/s11517-021-02389-9

15. Alavizadeh SM, Sobhi Gharamaleki N, Mami S, Mohammadzadeh J, Ahmadi V. The comparison impact of Metacognitive Therapy-Based Group Intervention and Group Acceptance-Based Behavioral Therapy on Psychophysiological Signs of Professional Soccer Players in the U-19 League in Tehran. Zahedan Journal of Research in Medical Sciences 2020;22(2):e92514. https://doi.org/10.5812/zjrms.92514

16. Syed Mud Puad SM, Hashim HA. Changes in Galvanic Skin Responses Following a Single Session Training of Progressive Muscle Relaxation Technique Among Adolescent Football Players. Enhancing Health and Sports Performance by Design. Singapore: Springer; 2020. p. 538-48. https://doi.org/10.1007/978-981-15-3270-2_55

17. Coben R, Hammond DC, Arns M. 19 Channel Z-Score and LORETA Neurofeedback: Does the Evidence Support the Hype? Applied psychophysiology and biofeedback. 2019;44(1):1-8. https://doi.org/10.1007/s10484-018-9420-6

18. Gong A, Gu F, Nan W, Qu Y, Jiang C, Fu Y. A Review of Neurofeedback Training for Improving Sport Performance from the Perspective of User Experience. Front Neurosci. 2021;15:638369-. https://doi.org/10.3389/fnins.2021.638369

19. Mustafa MS, Ong MLY, Ab Hamid S-A, Kuan G. Transcranial Direct Current Stimulation Enhances Skill-Related Fitness Among the Under-15 Football Players. Singapore: Springer; 2020. 511-8 p. https://doi.org/10.1007/978-981-15-3270-2_52. [In https://doi.org/10.1007/978-981-15-3270-2_52

20. Kredel R, Vater C, Klostermann A, Hossner E-J. Eye-Tracking Technology and the Dynamics of Natural Gaze Behavior in Sports: A Systematic Review of 40 Years of Research. Frontiers in psycgology. 2017;8:1845. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01845

21. Hüttermann S, Noël B, Memmert D. Eye tracking in high-performance sports: Evaluation of its application in expert athletes. International Journal of Computer Science in Sport. 2018;17(2):182-203. https://doi.org/10.2478/ijcss-2018-0011

22. Sharp R, Whiting HTA. Information-processing and eye-movement behaviour in ball catching skill. Journal of Human Movement Studies. 1975;1:124-31. https://www.researchgate.net/publication/232538133_Information-processing_and_eye-movement_behaviour_in_ball_catching_skill

23. Alexander RG, Macknik SL, Martinez-Conde S. Microsaccades in applied environments: Real-world applications of fixational eye movement measurements. Journal of Eye Movement Research. 2020;12(6). https://doi.org/10.16910/jemr.12.6.15

24. Neumann DL, Moffitt RL, Thomas PR, Loveday K, Watling DP, Lombard CL, et al. A systematic review of the application of interactive virtual reality to sport. Virtual Reality. 2018;22(3):183-98. https://doi.org/10.1007/s10055-017-0320-5

[Downloaded from jcsnp.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.27834271.1400.1.1.1.4]
[DOI: 10.21859/JCSNP.1.1.1]

25. Balconi M, Crivelli D. Fundamentals of Electroencephalography and Optical Imaging for Sport and Exercise Science: From the Laboratory to On-the-Playing-Field Acquired Evidence. In: Carlstedt RA, Balconi M, editors. Handbook of Sport Neuroscience and Psychophysiology. New York: Routledge; 2019. p. 40-69. https://www.routledge.com/Handbook-of-Sport-Neuroscience-and-Psychophysiology/Carlstedt/p/book/9781138852181#.

[Downloaded from jcsnp.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.27834271.1400.1.1.1.4]

[DOI: 10.21859/JCSNP.1.1.1]