



Article Type: Original

Effects of Neurofeedback Training on Alerting and Orienting Networks and Dart-Throwing Performance in Novices Under State-Competitive Anxiety

Hadis Kavianipoor¹, Alireza Farsi*², Alireza Bahramy³

1. PhD Student, Department of Sport Behavioral and Cognitive Sciences, School of Sport Science and Health, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.
2. Department of Sport Behavioral and Cognitive Sciences, School of Sport Science and Health, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.
3. Department of Motor Behavior and Sport Psychology, Arak University, Arak, Iran.

Received: 29/09/2022, **Revised:** 30/01/2023, **Accepted:** 01/02/2023

* Corresponding Author: Alireza Farsi, E-mail: a_farsi@sbu.ac.ir

How to Cite: Kavianipoor, H., farsi, A., Bahramy, A. (2026). Effects of Neurofeedback Training on Alerting and Orienting Networks and Dart-Throwing Performance in Novices Under State-Competitive Anxiety. Sport Psychology Studies, 15(56), 1-18. In Persian

Extended Abstract

Background and Purpose

Different researchers have stated that there are two types of anxiety leading to different biases in attention. Specifically, state anxiety increases the threat value allocated to a stimulus or a situation, whereas trait anxiety causes attention to be directed toward the source of threat. Attention comprises three functionally distinct networks: alerting, orienting, and executive control. Pacheco-Unguetti et al. (2010) showed that state anxiety influences the alerting and orienting networks, while trait anxiety affects the executive control network. The negative impact of anxiety on performance

has been studied in many far-aiming tasks. Yang, Park & Shin (2019) indicated that a state of anxiety decreases dart-throwing performance. Various methods are used to counteract anxiety, one of which is neurofeedback training. The purpose of the present research was to investigate the effects of neurofeedback training on the alerting and orienting networks of attention and on dart-throwing performance in beginners under competitive-state anxiety.

Materials and Methods

In this applied semi-experimental research, 20 participants (age: 23.10 ± 2.48 years; trait



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/>).

anxiety score lower than 38; all right-handed) were randomly divided into a neurofeedback group and a control group. Before performing the pretest, an anxious state was created in both groups using established methods including a competitive system, rankings, and monetary incentives. Specifically, prior to implementation, participants were told that they were subject to tests and evaluation and that their performance would be compared to that of others; they were therefore instructed to perform their best. In addition, they were informed of the rankings and prizes for top players. Subsequently, they completed the Competitive-State Anxiety Questionnaire. Participants then undertook the pretest, which included an attention networks test and a dart-throwing performance assessment. Following the pretest, participants in both the neurofeedback and control groups completed training over 14 sessions. The neurofeedback group performed dart-throwing alongside neurofeedback training, whereas the control group performed dart-throwing training only. Training sessions were conducted individually, and participants in both groups completed 15 minutes of training and 30 dart-throwing attempts per session. Neurofeedback training comprised two protocols: SMR-theta and alpha enhancement. The first 20 minutes of each session were devoted to the SMR-theta protocol at the Cz electrode site. Repeated practice of these activities was intended to organize brain waves and activity. Forty-eight hours after the last training session, the posttest was administered in the same manner as the pretest.

Findings

Repeated-measures ANOVA results showed that the Group $\times$ Time interaction was significant for the alerting network ($F(1,18) =$

5.99, $P = 0.025$, $\eta^2 = 0.25$). Given the significant interaction, follow-up analyses were conducted. At pretest, there was no significant difference between groups in alerting network efficiency ($t = -1.40$, $df = 18$, $P = 0.17$); however, a significant difference emerged at posttest ($t = -3.32$, $df = 18$, $P = 0.004$). Paired-samples t -tests revealed a significant difference between pretest and posttest in the neurofeedback group ($t = 9.00$, $df = 9$, $P = 0.000$) but no significant difference in the control group ($t = 0.45$, $df = 9$, $P = 0.65$).

Repeated-measures ANOVA results also showed that the Group $\times$ Time interaction was significant for the orienting network ($F(1,18) = 13.77$, $P = 0.002$, $\eta^2 = 0.43$). At pretest, there was no significant difference between groups in orienting network efficiency ($t = 0.64$, $df = 18$, $P = 0.52$); however, a significant difference emerged at posttest ($t = -4.47$, $df = 18$, $P = 0.00$). Paired-samples t -tests revealed a significant difference between pretest and posttest in the neurofeedback group ($t = 3.32$, $df = 9$, $P = 0.009$) but no significant difference in the control group ($t = 1.84$, $df = 9$, $P = 0.09$).

Repeated-measures ANOVA results showed that the Group $\times$ Time interaction was also significant for dart-throwing performance ($F(1,18) = 77.80$, $P = 0.000$, $\eta^2 = 0.81$). At pretest, there was no significant difference between groups ($t = 0.38$, $df = 18$, $P = 0.70$); however, a significant difference emerged at posttest ($t = 3.85$, $df = 18$, $P = 0.001$). Paired-samples t -tests revealed a significant difference between pretest and posttest in the neurofeedback group ($t = -8.489$, $df = 9$, $P = 0.000$) and also in the control group ($t = -4.217$, $df = 9$, $P = 0.002$).

Conclusion

The present research examined the effect of neurofeedback training on the alerting and orienting networks of attention and on dart-throwing performance in novices

under competitive-state anxiety. Neurofeedback helps individuals achieve an appropriate arousal level. According to the optimal arousal hypothesis, when individuals are at this level of arousal, they exhibit appropriate performance. Because the alerting and orienting networks are based on arousal, attaining an appropriate arousal level enhances their functioning. Furthermore, evidence indicates that brain systems involved in tonic alerting are related to systems involved in arousal (Kasper, Elliott & Giesbrecht, 2012). Considering this finding, along with the attention-demanding nature of dart-throwing — which relies on focus and maintaining a conscious state — neurofeedback training appears to regulate the arousal level through its effects on the alerting and orienting networks, thereby improving performance. Consequently, an athlete who has achieved an appropriate arousal level through such training is less likely to experience performance decrements when in a high-pressure environment.

Keywords: Neurofeedback Training, Anxiety, Attentional Networks, Dart-Throwing.

Ethical Considerations

This research was conducted in accordance with the principles of ethics in research and with the approval of the ethics committee in biomedical research of Shahid Beheshti University with the following code [IR.SBU.REC.1398.049](https://doi.org/10.21860/IR.SBU.REC.1398.049).

Funding

This study received no funding from public, commercial, or nonprofit organizations.

Authors' Contributions

All authors have participated in designing, implementing and writing all parts of the present study.

Conflicts of Interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgement

We sincerely thank all people who collaborated in this research.



تأثیر تمرین نوروفیدبک بر شبکه‌های هشدار و جهت‌یابی توجه و عملکرد مهارت پرتاب دات افراد مبتدی در شرایط اضطراب حالتی- رقابتی

حدیث کاویانی پور^۱، علیرضا فارسی^{۲*}، علیرضا بهرامی^۳

۱. دانشجوی دکتری، گروه علوم رفتاری و شناختی در ورزش، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

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

۳. گروه رفتار حرکتی و روان‌شناسی ورزشی، دانشگاه اراک، اراک، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۷/۰۷، تاریخ اصلاح: ۱۴۰۱/۱۱/۱۰، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۱۲

* Corresponding Author: Alireza Farsi, E-mail: a_farsi@sbu.ac.ir

How to Cite: Kavianipoor, H., farsi, A., Bahramy, A. (2026). Effects of Neurofeedback Training on Alerting and Orienting Networks and Dart-Throwing Performance in Novices Under State-Competitive Anxiety. Sport Psychology Studies, 15(56), 1-18. In Persian

چکیده

هدف: هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر تمرین نوروفیدبک بر شبکه هشدار، جهت‌یابی توجه و عملکرد مهارت پرتاب دات افراد مبتدی در شرایط اضطراب حالتی رقابتی بود.

مواد و روش‌ها: پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی، با طرح پیش‌آزمون- پس‌آزمون با یک گروه آزمایش و یک گروه کنترل بود. بیست دانشجوی دختر (سن: $23/48 \pm 2/10$ سال) که به صورت هدفمند انتخاب شدند، در این مطالعه حضور یافته و به دو گروه تمرین نوروفیدبک و کنترل تقسیم شدند. پیش‌آزمون شامل آزمون شبکه‌های توجه و پرتاب دات در شرایط اضطراب حالتی- رقابتی گرفته شد. سپس همه شرکت‌کنندگان هر هفته سه جلسه و در مجموع چهارده جلسه تمرین کردند. گروه تمرین نوروفیدبک، تمرین نوروفیدبک (افزایش موج اس‌ام‌آر و کاهش تتا و افزایش آلفا) و تمرین پرتاب دات انجام دادند و گروه کنترل فقط تمرین پرتاب دات انجام دادند. ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین، پس‌آزمون (همانند پیش‌آزمون) برگزار شد.

یافته‌ها: نتایج تفاوت معناداری در کارایی شبکه هشدار و جهت‌یابی و عملکرد مهارت پرتاب دات بین گروه تمرین نوروفیدبک و گروه کنترل نشان داد. بر اساس نتایج می‌توان گفت: تمرین نوروفیدبک با کاهش اضطراب و ایجاد سطح مطلوب انگیزش‌مندی موجب بهبود کارایی شبکه‌های هشدار و جهت‌یابی می‌شود.

نتیجه‌گیری: به طور کلی این یافته‌ها از تأثیر تمرین نوروفیدبک بر مکانیسم‌های عصبی شبکه هشدار و جهت‌یابی توجه حمایت می‌کنند و نشان دادند به دنبال بهبود فرایندهای توجهی، عملکرد در مهارت پرتاب دات بهتر می‌شود.

کلیدواژه‌ها: تمرین نوروفیدبک، اضطراب، شبکه‌های توجه، پرتاب دات.



مقدمه

نظریه‌های مبتنی بر پژوهشهای شناختی و علوم اعصاب در بزرگسالان، کنترل ضعیف توجه را با اضطراب مرتبط می‌داند با توجه به نظریه کنترل توجه^۱ (آیزنک^۲ و همکاران، ۲۰۰۷)، اضطراب زیاد توانایی فرد برای جلوگیری از پردازش اطلاعات نامرتبط و انتقال توجه بین تکالیف مختلف را مختل می‌کند. علاوه بر این، کنترل ضعیف توجه ممکن است از طریق مشکل در مهار پردازش اطلاعات نامرتبط، که به پاسخ‌های شناختی و عاطفی به استرس آسیب می‌رساند، به افزایش اضطراب کمک کند (موگ^۳ و همکاران، ۲۰۱۵). از دیدگاه شناختی، اضطراب با گوش به زنگی^۴ خیلی زیاد و سوگیرهای توجهی مرتبط است و به نوبه خود تشخیص محتوای عاطفی منفی را آسان می‌کند (آیزنک، ۲۰۱۴). پژوهشهای مختلف بیان کرده‌اند که دو نوع اضطراب موجب سوگیرهای متفاوتی در توجه می‌شوند، در حالی که اضطراب حالتی ارزش تهدید اختصاص یافته به یک محرک یا وضعیت را افزایش می‌دهد، اضطراب صفتی موجب تمایل به هدایت توجه به سمت منبع تهدید می‌شود (پاچکوآنگوتی، آکاستا، کالجاس و لویپاریز^۵؛ ۲۰۱۰). همچنین ماتئوس و مکینتاش^۶ (۱۹۹۸) پیش‌بینی‌های را ارائه دادند و پیشنهاد کردند اضطراب حالتی آستانه تهدید در فرد را کاهش می‌دهد (به نقل از بوث، مکینتاش و شارما^۷؛ ۲۰۱۷). مک لئود، گرافتون و نوبرت^۸ (۲۰۱۹) بیان کردند که سوگیری در توجه، هم به سطوح متفاوت اضطراب حالتی و هم اضطراب صفتی بستگی دارد.

توجه از سه شبکه متمایز از نظر کارکردی شامل شبکه هشدار^۹، جهت‌یابی^{۱۰} و کنترل اجرایی^{۱۱} تشکیل شده است. هشدار شامل هوشیاری و آمادگی پاسخ تونیک (در دوره‌های طولانی پایدار) یا فازیک (افزایش موقت آمادگی در پاسخ به یک سیگنال هشدار) است. شبکه هشدار شامل لوکوس سرولئوس^{۱۲} و برجستگی‌های نورآدرنژیک^{۱۳} آن به نواحی گسترده قشری و زیر قشری است. شبکه جهت‌یابی به منظور پردازش اطلاعات، به موقعیتهای فضایی ویژه توجه و یا بعضی دروندادهای حسی را نسبت به سایر دروندادها اولویت‌بندی می‌کند. مناطق درگیر در جهت‌یابی شامل بخش‌های فرونتال زمینه چشم، مناطق نزدیک شیار اینترپاریتال^{۱۴}، مسیر زیر

قشری کولیکولار^{۱۵} و هسته‌های مشبک^{۱۶} تالاموس می‌باشد. کنترل اجرایی توجه فرآیند تخصیص توجه در مواجهه با تقاضاهای رقابتی یا متناقض است، مانند زمانی که از یک پاسخ خودکار به یک محرک باید خودداری شود تا به یک محرک جایگزین توجه شود. مناطق بیشتر درگیر در این شبکه شامل قشر سینگولت قدامی^{۱۷} و قشر پیش پیشانی جانبی است (سارایاس، وینبرگ، لانگنکر و شانکنم^{۱۸}؛ ۲۰۱۷). همچنین پژوهشهای اخیر بین دو شبکه توجه تمایز قائل شدند: یکی با هدایت توسط انتظارات و دیگری توسط ارتباط محرک میانجیگری می‌شود. اولین سیستم مسئول هدایت توجه به هدف است و مربوط به فرآیندهای بالا به پایین است و دومین سیستم حساس به محرک‌های ناخواسته اما وابسته به تکلیف و بنابراین بیشتر مربوط به پردازش از پایین به بالا است (کائو^{۱۹} و همکاران ۲۰۲۱). این چارچوب مفهومی می‌تواند اختلاف نظر در مورد اثر انواع اضطراب بر فرایندهای توجه را حل و فصل کند. از یک طرف، اضطراب حالتی به عنوان نتیجه حوادثی که در یک وضعیت خاص رخ می‌دهد، بالا می‌رود و با محرک‌های ارائه شده در چنین وضعیتی مرتبط است. این به تفسیر فعلی از آنچه اتفاق افتاده است مرتبط است و بنابراین ممکن است به شدت با فرایندهای پایین به بالا (هشدار و جهت‌یابی) مرتبط باشد. از سوی دیگر، ماهیت اضطراب صفتی با نگرش‌ها و استراتژی‌ها مرتبط است و به محرک‌های محیطی ارتباط ندارد، بنابراین بیشتر به مکانیسم‌های بالا به پایین (کنترل اجرایی) ارتباط دارد (پاچکو-آنگوتی و همکاران، ۲۰۱۰). در تأیید این گفته‌ها، پاچکو-آنگوتی و همکاران (۲۰۱۰) تأثیر اضطراب صفتی و حالتی را بر شبکه‌های توجه بررسی کردند، نتایج نشان داد که در گروه اضطراب حالتی که با دستکاری عاطفی ایجاد شد زمان واکنش شبکه‌های هشدار و جهت‌یابی نسبت به گروه بدون اضطراب حالتی بیشتر بود و در گروه اضطراب صفتی بالا نسبت به گروه اضطراب صفتی پایین زمان واکنش شبکه کنترل اجرایی بیشتر بود. به طور کلی آنها نتیجه گرفتند که اضطراب حالتی توجه پایین به بالا و اضطراب صفتی توجه بالا به پایین را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

^{۱۲}Locus Coeruleus

^{۱۳}Noradrenergic

^{۱۴}Intraparietal sulcus

^{۱۵}Collicular

^{۱۶}Reticular nucleus

^{۱۷}Anterior cingulate cortex

^{۱۸}Sarapas, Weinberg, Langenecker & Shankman

^{۱۹}Cao

^۱ Attention Control Theory

^۲ Eysenck

^۳ Mogg

^۴ Vigilance

^۵Pacheco-Unguetti, Acosta, Callejas & Lupiáñez

^۶Mathews & Macintosh

^۷Booth, Mackintosh, & Sharma

^۸MacLeod, Grafton & Notebaert

^۹ Alerting

^{۱۰} Orienting

^{۱۱}Executive control

و اثر^۶ (۲۰۰۴). نظریه‌های یادگیری، از جمله شرطی‌سازی عامل^۷ و شرطی‌سازی کلاسیک^۸ مکانیسم‌های تغییر بعد از یک دوره تمرین نوروفیدبک را توضیح می‌دهد. هب^۹ این فرضیه یادگیری را مطرح کرد که اگر فعالیت در یک نورون پیش‌سیناپسی به طور مکرر منجر به شلیک یک نورون پس‌سیناپسی شود، یک تغییر پایدار در ساختار سیناپسی به دنبال خواهد داشت، به طوری که فعالیت بعدی نورون پیش‌سیناپسی احتمال زیادی برای تحریک نورون پس‌سیناپسی دارد (نورون‌هایی که با هم شلیک می‌کنند به هم متصل می‌شوند) (به نقل از سیتارام^{۱۰} و همکاران، ۲۰۱۷؛ لیائو، گو، سو، چن و تسای^{۱۱}، ۲۰۲۲). ادبیات موجود معتقد است که تقویت طولانی‌مدت یک مکانیسم مرکزی زیربنای یادگیری انجمنی است. پژوهشهای اخیر بر شکلی از تقویت طولانی‌مدت به نام انعطاف‌پذیری وابسته به زمان متمرکز شده است. (سیتارام و همکاران، ۲۰۱۷). یادگیری از وقوع همزمان یک فعال‌سازی قوی پیش‌سیناپسی و پس‌سیناپسی و انتشار دوپامین حاصل می‌شود (لیائو و همکاران، ۲۰۲۲).

در زمینه اضطراب رقابتی ورزشی اولین بار سینگر^{۱۲} (۲۰۰۴) به اثر بخشی آموزش نوروفیدبک بر روی اجراکنندگان حرکات موزون پرداخت که پس از ۲۰ جلسه ۳۰ دقیقه‌ای شاهد اثربخشی نوروفیدبک بر برخی علائم اضطرابی این ورزشکاران بود. همچنین نتایج پژوهش آلینوکاستا، گادا، هیدالگو، پرز و سانجوان^{۱۳} (۲۰۱۶) و گادا، آلینو، هیدالگو، اسپرت و سالوادور^{۱۴} (۲۰۲۰) نشان دادند که تمرین نوروفیدبک، سطح اضطراب حالتی را کاهش می‌دهد.

در زمینه تأثیر نوروفیدبک بر شبکه‌های توجه پژوهش‌های اندکی انجام شده است که در یافته‌های آنها نتایج متفاوتی به دست آمده است. وانگ و هیس^{۱۵} (۲۰۱۳) نشان دادند ۱۲ جلسه تمرین افزایش تتا در منطقه Fz موجب بهبود کارایی شبکه کنترل اجرایی در سالمندان و جوانان و بهبود شبکه جهت‌یابی در سالمندان می‌شود. مطالعه بارنت^{۱۶}، راسیس، راز، ائمر و زیدل^{۱۷} (۲۰۰۴) نشان داد که تمرین افزایش اس‌ام‌آر/ کاهش تتا کارایی هر سه شبکه توجه را در کودکان بهبود می‌بخشد. از طرفی گانکالوس، کاروالهو، مندس، لیت و بوگیو^{۱۸} (۲۰۱۸) نشان دادند تمرین افزایش اس‌ام‌آر/ کاهش تتا تأثیری بر شبکه‌های توجه ندارد. همچنین در مطالعه پای^{۱۹} و همکاران (۲۰۱۸)

تأثیر منفی اضطراب بر عملکرد در تکالیف هدفگیری متعددی بررسی شده است. نیبلینگ، اودجانس و دانن^{۲۰} (۲۰۱۲) و یانگ، پارک و شین^{۲۱} (۲۰۱۹) نشان دادند که اضطراب حالتی عملکرد مهارت یرتاب دارت را کاهش می‌دهد. یانگ و همکاران (۲۰۱۹) بیان کردند که تکالیف ادراکی-حرکتی مانند یرتاب دارت، تکالیف حرکتی نیازمند توجه هستند که شامل تمرکز انتخابی بر محرک‌های مربوط به تکلیف و نادیده گرفتن اطلاعات غیرمرتبط است. در تکالیف ادراکی-حرکتی، اضطراب، با تداخل در توانایی استفاده از اطلاعات مربوط به تکلیف، عملکرد را مختل می‌کند. از سویی دیگر شبکه‌های عصبی توجه نقش ویژه و متفاوتی در مهارت یرتاب دارت دارند. شبکه جهت‌یابی می‌تواند مسئول هدایت چشم و ثابت شدن روی هدف قبل از باز شدن بازو به جلو باشد. شبکه کنترل اجرایی مسئول حفظ تمرکز در بازیهای رقابتی دارت است و می‌تواند دامنه طولانی‌تر تثبیت چشم که نشان‌دهنده سطوح بالاتر از مهارت و دقت است، ایجاد کند. در نهایت شبکه هشدار که عملکرد شبکه کنترل اجرایی و جهت‌یابی را مرتبط می‌کند و مانع دسترسی اطلاعات ناخواسته به هر دو شبکه می‌شود (ویلسون، کاوسر و ویکرز^{۲۲}، ۲۰۱۵). با توجه به تأثیر اضطراب بر شبکه‌های توجه و مهارت یرتاب دارت و نقش شبکه‌های توجه در مهارت یرتاب دارت، مقابله با اضطراب و یا هدایت آن می‌تواند برای ورزشکاران و مربیان بسیار حائز اهمیت باشد. روش‌های مختلفی برای مقابله با اضطراب استفاده می‌شود که یکی از آنها تمرین نوروفیدبک است.

هدف نوروفیدبک این است که افراد با استفاده از آگاهیه‌های بالادرنگ^{۲۳} که از عملکرد امواج مغز خود کسب می‌کنند، قادر به تنظیم فعالیتهای مغز خود باشند (اسکولانو^{۲۴} و همکاران، ۲۰۱۴). عصب شناسان فعالیت مغز را با عنوان فعال‌سازی توصیف می‌کنند. مغز فعال مغزی است که آرام و هشیار بوده و توانایی قابل قبولی در پردازش اطلاعات محیطی دارد. هنگامی که مغز در حالت خود تنظیمی قرار دارد نشانه‌هایی که ظاهراً خاستگاه مجزایی از مغز دارند بهبود می‌یابند. در این وضعیت عملکردهای شناختی مختلفی از قبیل تمرکز، توجه و حافظه در فرد افزایش یافته و خلق فرد با ثبات می‌شود. همه این اتفاقات به علت انعطاف و توانایی مغز در تنظیم و بهبودی خودش است. این قابلیت مغز را می‌توان از طریق بیوفیدبک (نوروفیدبک) فعال نمود (استینبرگ

^۱ Sitaram^{۱۱} Liao, Guo, Su, Chen & Tsai^{۱۲} Singer^{۱۳} Aliño Costa^{۱۴} Gadea, Aliño, Hidalgo, Espert & Salvador^{۱۵} Wang & Hsieh^{۱۶} Barnea, Rassis, Raz, Othmer & Zaidel^{۱۷} Gonçalves, Carvalho, Mendes, Leite, & Boggio^{۱۸} Pei^{۲۰} Nibbeling, Oudejans & Daanen^{۲۱} Yang, Park & Shin^{۲۲} Wilson, Causer, Vickers^{۲۳} Real-time awareness^{۲۴} Escolano^{۲۵} Steinberg & Othmer^{۲۶} Including operant conditioning^{۲۷} Classical conditioning^{۲۸} Hebb

اشیپلبرگر، پرسش‌نامه حالتی- رقابتی ایلنویز، آزمون شبکه‌های توجه، دستگاه بازخورد زیستی و لپ‌تاپ لنوو ۱۴ اینچ جمع‌آوری شده است که دارای روایی و پایایی مناسبی هستند.

پرسش‌نامه اضطراب حالتی- صفتی اشیپلبرگر: ضریب آلفای این پرسش‌نامه در ایران در گروه‌های مختلف در مقیاس اضطراب صفتی ۰/۹ و در مقیاس اضطراب حالتی ۰/۹۱ گزارش شده است (تقوی، نجفی، کیان ارثی و آقاییان، ۲۰۱۳).

پرسش‌نامه اضطراب حالتی- رقابتی ایلنویز: به طور کلی این پرسش‌نامه سه عامل مستقل شناختی،^۲ بدنی^۳ و اعتماد به نفس^۴ را می‌سنجد. به هر یک از این عوامل ۹ سؤال اختصاص داده شده است. پاسخ هر یک از این سؤالات به صورت مقیاس چهار درجه‌ای (اصلاً، کمی، نسبتاً، خیلی) می‌باشد در ایران اعتبار این پرسش‌نامه با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ برای عامل شناختی ۰/۷۵، عامل بدنی ۰/۸۵ و عامل اعتماد به نفس ۰/۸۳ محاسبه شد (زهتاب نجفی، واعظ موسوی و طاهری، ۲۰۱۸).

آزمون شبکه‌های توجه: این آزمون نرم افزاری که توسط فن و همکاران (۲۰۰۲) طراحی شده است، به طور گسترده‌ای برای اندازه گیری کارایی شبکه‌های توجه با ارزیابی زمان واکنش در پاسخ به محرک‌های بینایی استفاده می‌شود. در این آزمون شرایط نشانهای متفاوت (بدون نشانه، نشانه دوتایی، نشانه مرکزی و نشانه فضایی معتبر) و در دو حالت (همگرا و ناهمگرا) وجود دارد. شبکه جهت‌یابی با کسر زمان واکنش شرایط نشانه مرکزی از زمان واکنش شرایط نشانه فضایی و شبکه هشدار با کسر زمان واکنش شرایط بدون نشانه از زمان واکنش شرایط نشانه دوتایی، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. روش اجرای آزمون به این صورت است که یک صلیب (+) در مرکز صفحه نمایش وجود داشته که فلانکریایی به صورت همگرا (>>>>) یا ناهمگرا (<<<<) در بالا یا زیر آن ظاهر می‌شوند. شرکت‌کنندگان موظف هستند که در طول دوره آزمون بر روی صلیب متمرکز شده و با ظاهر شدن فلانکرها، با سرعت و دقت بالایی به جهت پیکان مرکزی با استفاده از ماوس (کلید سمت چپ ماوس برای زمانیکه نوک پیکان مرکزی به سمت چپ و کلید سمت راست ماوس برای زمانیکه نوک پیکان مرکزی به سمت راست باشد) پاسخ دهند. پایایی این آزمون توسط فن و همکاران (۲۰۰۲) برابر با ۰/۸۷ گزارش شده است (فتحی رضایی، فارسی و واعظ موسوی، ۲۰۱۵).

دستگاه بازخورد زیستی: برای ارائه تمرین نوروفیدبک از دستگاه و نرم افزار نوروفیدبک بایوفیدبک بایوگراف اینفینیتی ساخت شرکت مونترال کانادا استفاده شد.

نشان داده شد که ۵ جلسه تمرین افزایش آلفا بر شبکه‌های توجه تأثیر نداشته ولی موجب بهبود حافظه کاری شده است. با توجه به اینکه اغلب پژوهش‌های انجام شده در این زمینه، بررسی‌هایی با تعداد جلسات کم و بدون گروه کنترل می‌باشد که باعث ایجاد محدودیت در تعمیم‌پذیری نتایج می‌شود، تحقیقات بسیاری نیاز است تا انواع پروتکلها و برنامه‌های مختلف را آزموده تا مؤثرترین آموزشها و گزینه‌ها ارائه شود.

حال با توجه به اهمیت متغیر توجه و تمرکز بر عملکرد و موفقیت، همچنین نقش تخصصی شبکه‌های توجه در این فرایند و از طرفی اهمیت تمرین‌های نوروفیدبک بر جنبه‌های شناختی و توجه، از طرف دیگر چالش‌های موجود و برخی نتایج متناقض این سوال پیش می‌آید که آیا تمرین نوروفیدبک می‌تواند باعث تغییرات در زیرمجموعه‌های توجه و همینطور عملکرد مهارت پرتاب دارت شود؟ تناقضهای موجود در تأثیرگذاری تمرینات نوروفیدبک بر شبکه‌های توجه می‌تواند در درک استفاده‌ی بهینه از این روش‌ها به پژوهشگران و مربیان کمک کند. بنابراین هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر تمرینات نوروفیدبک بر کارایی شبکه‌های هشدار و جهت‌یابی توجه و عملکرد مهارت پرتاب دارت در افراد مبتدی در شرایط اضطراب حالتی- رقابتی است. بدین ترتیب سؤالات مدنظر این پژوهش این است که آیا کارایی شبکه‌های هشدار و جهت‌یابی توجه در شرایط اضطراب حالتی- رقابتی تحت تأثیر تمرین نوروفیدبک تغییر می‌کند؟ و اینکه این شبکه‌های توجهی و مهارت پرتاب دارت چگونه تحت تأثیر تمرین نوروفیدبک قرار خواهند گرفت؟

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی، با طرح پیش‌آزمون- پس‌آزمون با یک گروه آزمایش و یک گروه کنترل، و براساس هدف، کاربردی بود.

شرکت‌کنندگان

شرکت‌کنندگان در پژوهش ۲۰ دانشجوی دختر مبتدی پرتاب دارت با میانگین سنی $23/10 \pm 2/48$ بودند که به صورت هدفمند از بین دانشجویان دانشگاه شهید بهشتی انتخاب شدند. شرکت‌کنندگان به صورت تصادفی به دو گروه تمرین نوروفیدبک و گروه کنترل تقسیم شدند. از معیارهای ورود به این مطالعه دامنه سنی ۲۰-۳۰ سال، راست دست، به لحاظ بینایی سالم، عدم آشنایی قبلی با تمرینات نوروفیدبک، عدم ابتلا به بیماری جسمی و روانی و مغزی از قبیل جراحی جمجمه سردردهای مزمن، سرگیجه و سرع و نیز سابقه مصرف داروهای اعصاب و روان، داشتن اضطراب صفتی با نمره پایین تر از ۳۸ بود.

ابزار

در این پژوهش اطلاعات از طریق پرسش‌نامه اطلاعات جمعیت شناختی، فرم رضایت آگاهانه، پرسش‌نامه اضطراب صفتی- حالتی

^۲ Somatic

^۳ Self-Confidence

^۱ Illinois Competitive State Anxiety Inventory

^۲ Cognitive

دوم به‌صورت ابتدا تمرین پرتاب دارت سپس تمرین نوروفیدبک بود. جلسات تمرین به صورت انفرادی انجام و شرکت‌کنندگان در هر دو گروه تمرین نوروفیدبک و کنترل هر جلسه ۱۵ دقیقه تمرین و در هر جلسه ۳۰ کوشش پرتاب دارت را انجام دادند. در جلسات تمرین گروه نوروفیدبک به منظور انجام تمرینات نوروفیدبک فرد بر روی صندلی راحت و در اتاقی ساکت نشسته و لاله هر دو گوش، نواحی PZ و CZ فرد با الکل سفید و ژل نیوپرپ توسط آزمونگر آماده‌سازی شده و الکتروود مرجع به گوش چپ و الکتروود گراند به گوش راست با استفاده از چسب ده- بیست متصل می‌شد. تمرین نوروفیدبک برای این گروه شامل دو پروتکل اس‌ام‌آر/تتا و تقویت آلفا بود (بارنثا و همکاران، ۲۰۰۴ و پای و همکاران، ۲۰۱۸). ۲۰ دقیقه ابتدایی جلسه به پروتکل اس‌ام‌آر/تتا در نقطه CZ اختصاص می‌یافت. اجرای پروتکل به این صورت بود که زمانی به فرد امتیاز داده می‌شد که فرد بتواند به مدت چند صدم ثانیه اس‌ام‌آر را بالاتر از آستانه تعیین شده و موج تتا را پایین تر از آستانه نگه دارد. بنابراین موج اس‌ام‌آر تقویت شده و تتا سرکوب شدند. در ۱۰ دقیقه بعدی جلسه پروتکل تقویت آلفا در نقطه PZ آموزش داده شد. نحوه کار به این صورت بود که در مرحله مداخله برای شرکت‌کنندگان، انیمیشنی ارائه می‌شد، با دور شدن امواج مغزی از هدف (یعنی افزایش موج اس‌ام‌آر و کاهش تتا در پروتکل اول و افزایش موج آلفا در پروتکل دوم)، انیمیشن از حرکت می‌ایستاد، برای حرکت مجدد انیمیشن، فرد باید امواج مغزی خود را در جهت هدف تغییر می‌داد. تمرین و تکرار این فعالیت‌ها باعث تنظیم امواج و فعالیت های مغزی می‌شود. ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین برای اجرای پس‌آزمون، همانند پیش‌آزمون اضطراب شرکت‌کنندگان دستکاری شد و به منظور سنجش میزان اضطراب رقابتی- حالتی، پرسش‌نامه اضطراب رقابتی- حالتی را تکمیل کردند و سپس در آزمون شبکه‌های توجه و مهارت پرتاب دارت شرکت کردند.

روش پردازش داده‌ها

برای توصیف داده‌ها از شاخص های آماری میانگین و انحراف معیار و از آمار استنباطی شامل آزمون شاپیروویلک برای بررسی توزیع طبیعی داده‌ها و از آزمون لوین برای برابری واریانس ها استفاده شد. از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری (۲) (گروه تمرین نوروفیدبک، گروه کنترل) $2 \times$ (پیش‌آزمون، پس‌آزمون)) استفاده شد. هنگامیکه تعامل معنادار شد از آزمون تی مستقل با کنترل زمان و از آزمون تی وابسته با کنترل اثر گروه استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام شد.

نتایج

میانگین و انحراف استاندارد نمرات اضطراب حالتی- رقابتی گروه‌های تمرین نوروفیدبک و کنترل در مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است.

اضطراب حالتی- رقابتی: خرده مقیاس اضطراب بدنی

تخته دارت: در پژوهش حاضر از تخته دارت معمولی به شکل دایره و از جنس کاغذ فشرده و قطر تخته ۱۵۹ میلی‌متر و ضخامت آن ۱۲ میلی‌متر بود و در پرتاب از صفحه پشتی تخته دارت که از صفر تا ۱۰ شماره‌گذاری شده است، استفاده شد. تخته دارت موردنظر در آزمایشگاه بر روی دیوار آویخته شد و طبق دستورالعمل فدراسیون جهانی، مرکز صفحه دارت در ارتفاع ۱/۷۳ متری از زمین قرار گرفت و خطی بر روی زمین به فاصله ۲/۳۷ متری از صفحه دارت ترسیم شد که در زمان پرتاب پای شرکت‌کنندگان در پشت خط قرار گرفت.

شیوه اجرا و گردآوری داده ها

برای گرد آوری داده‌ها، شرکت‌کنندگان به صورت تصادفی به دو گروه تمرین نوروفیدبک و گروه کنترل تقسیم شدند، در ابتدا اصول پایه‌ای جزئی درباره‌ی مهارت پرتاب دارت مانند روش تعیین نقطه‌ی گرفتن تیر و نحوه‌ی امتیازدهی توسط مربی یا تجربه به شرکت‌کنندگان ارائه شد و در پی آن الگوی ماهر پرتاب دارت برای سه مرتبه به تمام شرکت‌کنندگان هر گروه به‌صورت مجزا نشان داده شد و سپس هر فرد در مجموع ۴۰ پرتاب دارت (۴ بلوک ۱۰ کوششی) را با فاصله بین کوششی حداکثر ۵ ثانیه تمرین کرد. بین هر بلوک نیز فرد یک دقیقه استراحت کرد. هدف از این جلسه این بود که علاوه بر آموزش و آشنایی با شرایط اجرا، شرکت‌کنندگان به یک ثبات نسبی در اجرا دست یابند. قبل از اجرای پیش‌آزمون به وسیله‌ی روشهای موجود نظیر استفاده از سیستم رقابتی و رتبه بندی و جایزه نقدی، در هر دو گروه تمرین نوروفیدبک و کنترل، موقعیت اضطراب ایجاد شد. به این صورت که قبل از اجرا، به افراد گفته شد که در معرض آزمایش و ارزیابی قرار دارند و عملکرد آنها با دیگران مقایسه می‌شود؛ پس باید سعی کنند تا بهترین عملکرد را داشته باشند. بعلاوه، آنها از وجود رتبه بندی و جایزه به نفع برتر نیز آگاه شدند. سپس به منظور سنجش میزان اضطراب رقابتی- حالتی پرسش‌نامه اضطراب رقابتی- حالتی در اختیار هر دو گروه قرار گرفت و شرکت‌کنندگان آن را تکمیل نمودند. سپس شرکت‌کنندگان در پیش‌آزمون که شامل آزمون شبکه‌های توجه و عملکرد مهارت پرتاب دارت بود شرکت کردند. به منظور انجام آزمون شبکه‌های توجه شرکت‌کنندگان در اتاقی با نور کم و آرام روی صندلی راحت با فاصله ۵۰ سانتیمتر از صفحه‌ی لپ‌تاپ ۱۴ اینچی نشستند و آزمون شبکه‌های توجه را انجام دادند. آزمون عملکرد مهارت پرتاب دارت شامل ۱ بلوک ۱۰ کوششی پرتاب دارت بود. پس از انجام پیش‌آزمون، شرکت‌کنندگان در هر دو گروه تمرین نوروفیدبک و کنترل به منظور انجام تمرینات سه روز در هفته، به مدت ۱۴ جلسه در آزمایشگاه دانشکده علوم ورزشی و تندرستی دانشگاه شهید بهشتی حضور یافتند. گروه تمرین نوروفیدبک، تمرین مهارت پرتاب دارت و تمرین نوروفیدبک را انجام دادند و گروه کنترل فقط تمرین مهارت پرتاب دارت را انجام دادند. در گروه تمرین نوروفیدبک برای از بین بردن اثر تقدم و تأخر تمرین نوروفیدبک، اولین ۷ جلسه تمرینی به‌صورت ابتدا تمرین نوروفیدبک سپس تمرین پرتاب دارت و ۷ جلسه

پس‌آزمون تفاوت معناداری وجود داشت ($P=0/000$ ، $df=18$ ، $t=-9/10$) به طوریکه در پس‌آزمون، خرده مقیاس اضطراب شناختی کمتر از گروه کنترل بود.

همچنین نتایج آزمون تی وابسته نشان داد در گروه تمرین بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون تفاوت وجود داشت ($P=0/000$ ، $df=9$ ، $t=6/01$) به طوری که در پس‌آزمون، خرده مقیاس اضطراب شناختی کمتر از پیش‌آزمون بود. همچنین نتایج آزمون تی وابسته نشان داد در گروه کنترل بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون تفاوت وجود نداشت ($P=0/29$ ، $df=9$ ، $t=-1/10$).

اضطراب حالتی - رقابتی: خرده مقیاس اعتماد به نفس

نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری نشان داد اثر اصلی زمان معنادار بود ($F_{(1,18)}=19/26$ ، $P=0/000$ ، $\eta^2=0/51$) بدین معنی که خرده مقیاس اعتماد به نفس در گروه تمرین، در پس‌آزمون بیشتر از پیش‌آزمون بود. اثر اصلی گروه نیز معنادار بود ($F_{(1,18)}=10/35$ ، $P=0/005$ ، $\eta^2=0/36$) بدین معنی که خرده مقیاس اعتماد به نفس در پس‌آزمون، در گروه تمرین نورویدیک بیشتر از گروه کنترل بود. تعامل دو گروه در فاصله دو زمان معنادار نبود ($P=0/073$ ، $\eta^2=0/16$ ، $F_{(1,18)}=3/61$).

نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری نشان داد تعامل دو گروه در فاصله دو زمان معنادار بود ($F_{(1,18)}=5/33$ ، $P=0/03$ ، $\eta^2=0/22$). حال که تعامل معنادار شده به کنترل زمان و گروه پرداخته می‌شود. در مرحله پیش‌آزمون بین خرده مقیاس اضطراب بدنی در دو گروه تمرین نورویدیک و کنترل تفاوت معناداری وجود نداشت ($P=0/39$ ، $t=-0/87$ ، $df=18$) اما بین گروه تمرین و کنترل در پس‌آزمون تفاوت معناداری وجود داشت ($P=0/000$ ، $df=18$ ، $t=-4/77$) به طوریکه در پس‌آزمون، خرده مقیاس اضطراب بدنی کمتر از گروه کنترل بود. همچنین نتایج آزمون تی وابسته نشان داد در گروه تمرین بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون تفاوت وجود داشت ($P=0/000$ ، $df=9$ ، $t=7/61$) به طوری که در پس‌آزمون، خرده مقیاس اضطراب بدنی کمتر از پیش‌آزمون بود. همچنین نتایج آزمون تی وابسته نشان داد در گروه کنترل بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون تفاوت وجود نداشت ($P=0/28$ ، $df=9$ ، $t=1/13$).

اضطراب حالتی - رقابتی: خرده مقیاس اضطراب شناختی

نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری نشان داد تعامل دو گروه در فاصله دو زمان معنادار بود ($F_{(1,18)}=23/19$ ، $P=0/000$ ، $\eta^2=0/64$). حال که تعامل معنادار شده به کنترل زمان و گروه پرداخته می‌شود. در مرحله پیش‌آزمون بین خرده مقیاس اضطراب شناختی در دو گروه تمرین و کنترل تفاوت معناداری وجود نداشت ($P=0/220$ ، $df=18$ ، $t=-1/27$) اما بین گروه تمرین و کنترل در

جدول ۱- نمرات اضطراب حالتی - رقابتی گروه‌های تمرین نورویدیک و کنترل در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

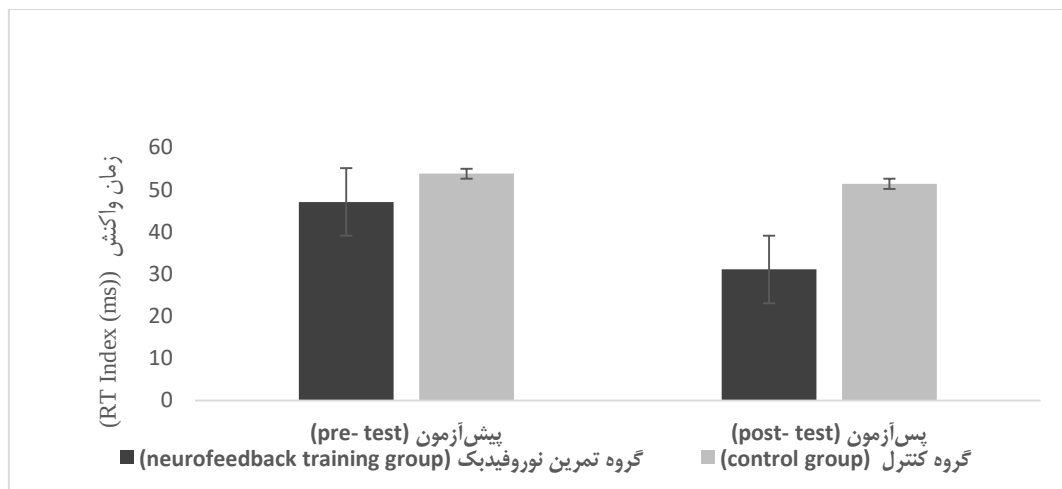
متغیر	گروه	پیش‌آزمون		پس‌آزمون	
		میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
مؤلفه بدنی	نورویدیک	16/70	2/05	12/45	1/42
	کنترل	17/60	2/50	16/30	2/10
مؤلفه شناختی	نورویدیک	18/40	2/50	11/80	2/09
	کنترل	19/90	2/76	20/60	2/22
مؤلفه اعتماد به نفس	نورویدیک	23/40	1/76	27/70	2/90
	کنترل	21/20	3/85	22/90	2/50

شبکه هشدار

در پس‌آزمون، کارایی شبکه هشدار گروه تمرین بیشتر از گروه کنترل بود (جدول ۲). همچنین نتایج آزمون تی وابسته نشان داد در گروه تمرین بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون تفاوت وجود داشت ($P=0/000$ ، $df=9$ ، $t=9/00$) به طوری که کارایی شبکه هشدار در پس‌آزمون بالاتر از پیش‌آزمون بود. همچنین نتایج آزمون تی وابسته نشان داد در گروه کنترل بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون تفاوت وجود نداشت ($P=0/65$ ، $df=9$ ، $t=0/45$). شکل ۱ زمان واکنش شبکه هشدار

نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری نشان داد تعامل دو گروه در فاصله دو زمان معنادار بود ($F_{(1,18)}=5/99$ ، $P=0/025$ ، $\eta^2=0/25$). حال که تعامل معنادار شده به کنترل زمان و گروه پرداخته می‌شود. در مرحله پیش‌آزمون بین کارایی شبکه هشدار در دو گروه تمرین و کنترل تفاوت معناداری وجود نداشت ($P=0/17$ ، $df=18$ ، $t=-1/40$) اما بین گروه تمرین و کنترل در پس‌آزمون تفاوت معناداری وجود داشت ($P=0/004$ ، $df=18$ ، $t=-3/32$) به طوریکه

شرکت‌کنندگان را در گروه‌های تمرین نوروفیدبک و کنترل در مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون نشان می‌دهد.



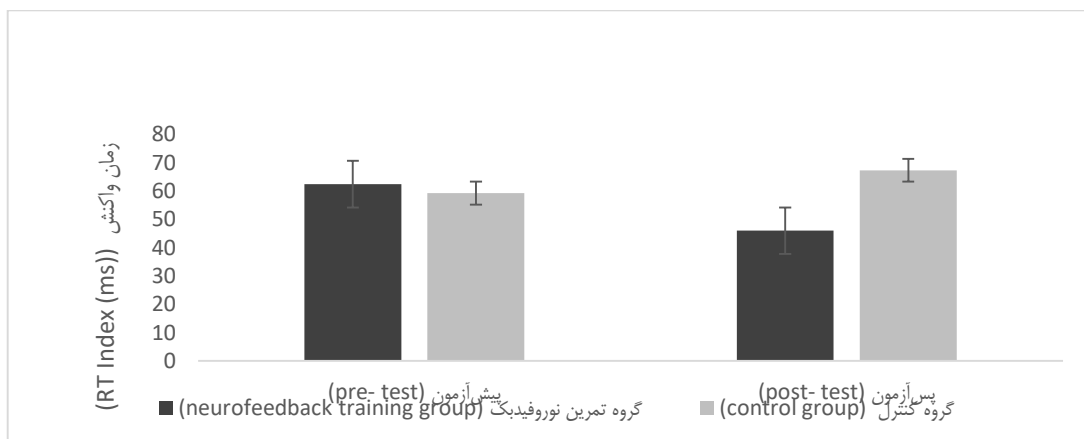
شکل ۱- زمان واکنش شبکه هشدار گروه‌های تمرین نوروفیدبک و کنترل در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

جهت‌یابی گروه تمرین بیشتر از گروه کنترل بود. همچنین نتایج آزمون تی وابسته نشان داد در گروه تمرین بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون تفاوت وجود داشت ($t=3/32$, $df=9$, $P=0/009$) به طوری که کارایی شبکه جهت‌یابی در پس‌آزمون بالاتر از پیش‌آزمون بود. همچنین نتایج آزمون تی وابسته نشان داد در گروه کنترل بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون تفاوت وجود نداشت ($t=-1/84$, $df=9$, $P=0/09$). شکل ۲ زمان واکنش شبکه جهت‌یابی شرکت‌کنندگان را در گروه‌های تمرین نوروفیدبک و کنترل در مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون نشان می‌دهد. همان طور که شکل ۲ نشان می‌دهد، زمان واکنش شبکه جهت‌یابی در گروه تمرین نوروفیدبک در مرحله پس‌آزمون کاهش یافته است.

همان طور که شکل ۱ نشان می‌دهد، زمان واکنش شبکه هشدار در گروه تمرین نوروفیدبک در مرحله پس‌آزمون کاهش یافته است.

شبکه جهت‌یابی

نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری نشان داد تعامل دو گروه در فاصله دو زمان معنادار بود ($\eta^2=0/43$, $P=0/002$). $F(1,18)=13/77$. حال که تعامل معنادار شده به کنترل زمان و گروه پرداخته می‌شود. در مرحله پیش‌آزمون بین کارایی شبکه جهت‌یابی در دو گروه تمرین و کنترل تفاوت معناداری وجود نداشت ($t=0/64$, $df=18$, $P=0/52$) اما بین گروه تمرین و کنترل در پس‌آزمون تفاوت معناداری وجود داشت ($P=0/000$), $t=-4/47$, $df=18$ به طوری که در پس‌آزمون، کارایی شبکه



شکل ۲- زمان واکنش شبکه جهت‌یابی گروه‌های تمرین نوروفیدبک و کنترل در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

جدول ۲- نمرات پرتاب دات گروه‌های تمرین نوروفیدبک و کنترل در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

متغیر	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
پرتاب دات	نوروفیدبک	میانگین انحراف معیار	میانگین انحراف معیار
		5/45 0/98	7/96 0/70
کنترل	کنترل	میانگین انحراف معیار	میانگین انحراف معیار
		5/29 0/85	6/67 0/79

عملکرد مهارت پرتاب دات

نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری نشان داد اثر اصلی زمان معنادار نبود ($F_{(1,18)} = 0/81$ ، $\eta^2 = 0/000$ ، $P = 0/000$)، اثر اصلی گروه معنادار بود ($F_{(1,18)} = 77/80$ ، $\eta^2 = 0/24$ ، $P = 0/000$)، تعامل دو گروه در فاصله دو زمان معنادار بود ($F_{(1,18)} = 5/69$ ، $\eta^2 = 0/247$ ، $P = 0/028$)، حال که تعامل معنادار شده به کنترل زمان و گروه پرداخته می‌شود. در مرحله پیش‌آزمون بین کارایی شبکه جهت‌یابی در دو گروه تمرین و کنترل تفاوت معناداری وجود نداشت ($t = 0/38$ ، $df = 18$ ، $P = 0/70$) اما بین گروه تمرین و کنترل در پس‌آزمون تفاوت معناداری وجود داشت ($t = 3/85$ ، $df = 18$ ، $P = 0/001$) به طوریکه در پس‌آزمون، کارایی شبکه جهت‌یابی گروه تمرین نوروفیدبک بیشتر از گروه کنترل بود. همچنین نتایج آزمون تی وابسته نشان داد در گروه تمرین بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون تفاوت وجود داشت ($t = -8/489$ ، $df = 9$ ، $P = 0/000$) به طوری که نمرات پرتاب دات در پس‌آزمون بیشتر از پیش‌آزمون بود. نتایج آزمون تی وابسته نشان داد در گروه کنترل بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون تفاوت وجود داشت ($t = -4/217$ ، $df = 9$ ، $P = 0/002$) و $t =$

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر تمرین نوروفیدبک بر کارایی شبکه هشدار و جهت‌یابی توجه و عملکرد مهارت پرتاب دات در افراد مبتدی در شرایط اضطراب‌حالی- رقابتی بود. نتایج نشان داد که پس از ۱۴ جلسه تمرین نوروفیدبک اضطراب

حالی- رقابتی شرکت‌کنندگان کاهش یافت. همچنین تمرینات نوروفیدبک در افراد مبتدی در شرایط اضطراب‌حالی- رقابتی، باعث بهبود عملکرد مهارت پرتاب دات و کارایی شبکه هشدار و جهت‌یابی توجه شد.

نتایج پژوهش حاضر با نتایج مطالعه گادا و همکاران (۲۰۲۰) که نشان دادند یک جلسه تمرین افزایش اس‌ام‌آر و کاهش تتا، سطح اضطراب‌حالی را کاهش می‌دهد، همسو بود. گادا و همکاران (۲۰۲۰) بیان کردند که فعالیت اس‌ام‌آر به دلیل تضعیف اطلاعات حسی - پیکری به قشر مغز در طول فعالیت اس‌ام‌آر، با "بازداری داخلی" مرتبط است، که می‌تواند منجر به احساس آرامش شود. نتایج مطالعه آلینو کاستا، و همکاران (۲۰۱۶) نشان داد که ده جلسه تمرین نوروفیدبک اضطراب را کاهش داده و باعث بهبود توجه پایدار شده است. آنها اظهار داشتند که دلیل این امر برقراری مجدد انگیزتگی بهینه قشر مغز است که قادر به مهار فعالیت افزایش یافته آمیگدال می‌باشد. نوروفیدبک با شرطی‌سازی امواج مغزی کمک می‌کند که افراد واکنش‌های روانی سازش یافته و مهارت‌های کنترل حالت‌های خلقی را بهتر به دست آورند و آشفتگی‌های خلقی چون اضطراب را کاهش دهند. از این طریق افراد می‌توانند با تمرکز بر انیمیشن ارائه شده در شرایطی خاص اضطراب خود را کاهش داده و با تکرار جلسات مدت زمان آرامش خود را افزایش دهند. در پروتکل‌های مؤثر بر کاهش اضطراب، می‌توان مشاهده نمود که افراد بعد از حدود ۵ دقیقه تمرین، آرامش را تجربه کنند. افراد می‌توانند پس از

انگیختگی به نقش سیستم مشبک ساقه مغز در حفظ هوشیاری برمی‌گردد و در روان‌شناسی شناختی مفهوم انگیختگی را اینگونه توصیف کرده‌اند که در تولید و حفظ هوشیاری و عملکرد مطلوب در طول انجام تکالیف اشاره دارد (به نقل از پترسون و پوسنر، ۲۰۱۲). شبکه‌ی هشدار بر روی سیستم انگیختگی ساقه مغز در نیمکره راست که مرتبط با هوشیاری پایدار است قرار گرفته است و حفظ حالت انگیختگی و همچنین دریافت محرک حسی به عهده این شبکه می‌باشد (پترسون و پوسنر، ۲۰۱۲). شبکه هشدار با سیستم نورآدرنرژیک و توسط انتقال دهنده‌ی عصبی نوراپی نفرین^۳ تنظیم می‌شود (جیجر، نفوفانگ، استین و دامپک^۴، ۲۰۱۴). پژوهشها نشان می‌دهد که لوکوس سرولئوس، تنها منبع نورونهای نورآدرنرژیک در مغز که نوراپی نفرین تولید می‌کنند، نقش کلیدی در فرایندهای شناختی دارد. دخالت همه جانبه لوکوس سرولئوس به ویژه در زمینه‌های شناختی که نیاز به تنظیم انگیختگی دارند، نشان می‌دهد که فعالیت آن در تنظیم شبکه‌های توجه نقش دارد. انگیختگی نیز با مکانیسم های نورآدرنرژیک مغز سوم از طریق تقویت شدن لوکوس سرولئوس، مرتبط است که علاوه بر تشکیلات مشبک، به عنوان یک بنیاد عصبی اولیه برای انگیختگی و فعالیت‌های اضافی در تالاموس و قشر آهیانه ای و پیشانی برای پاسخ دادن به هشدار استفاده می‌شود (جیوا، زیوا، وارشا و اولچیک^۵، ۲۰۱۳). شبکه هشدار شبکه‌ای محرک محور است و فرایندی پایین-بالا دارد و نسب به محرک بیرونی حساس است. تکلیفی که با آن می‌توان عملکرد در شبکه هشدار را اندازه‌گیری کرد، تکلیف تشخیص نشانه است. این تکلیف باعث تحریک شبکه هشدار شده و انگیختگی زودگذر را از طریق آرایه نشانه اخطار ایجاد می‌کند و این هوشیاری شخص را نسبت به محرک افزایش می‌دهد و باعث کاهش زمان واکنش می‌شود (پوسنر و پترسون، ۱۹۹۰). در واقع نشانه اخطار به این علت استفاده می‌شود که

آشنا شدن با تغییرات فیزیولوژیک و عصبی خود با تمرین و تکرار آرامش خود را بیشتر کنند (هاموند^۱، ۲۰۰۰). نوروفیدبک روشی برای یادگیری کنترل فعالانه و آگاهانه حالت‌های مختلف امواج مغزی است مبتکران این شیوه مدعی هستند با ارائه یک صوت یا تصویر خاص به ازای دریافت بازخورد فعالیت‌های نورونی مغز، می‌توان امواج مغز را به سمت فرکانس مطلوب هدایت نمود و الگوی فعالیت مغزی را تغییر داد. نوروفیدبک تکنیکی است که از بازخورد فعالیت الکتریکی مغز در حین شرطی‌سازی عاملی و در جهت اصلاح الگوهای امواج مغزی آشفته عمل می‌کند. در واقع نوروفیدبک از طریق شرطی‌سازی عاملی موجب افزایش همزمان ریتم حسی-حرکتی فرد می‌شود. این شرطی شدن موجب می‌شود تا در هنگامی که فرکانس ریتم حسی-حرکتی در حال افزایش است امواج مغزی تنا کاهش یابد. این تغییرات در ابتدا برای مدت کوتاهی پایدار هستند ولی با انجام تمرینات و آموزش می‌توان این تغییرات را دائمی کرد، بنابراین تنظیم امواج مغزی از طریق نوروفیدبک منجر به کاهش اضطراب می‌گردد (هاموند، ۲۰۱۱). نتایج پژوهش حاضر با نتایج بارنتا و همکاران (۲۰۰۴) که همانند پژوهش حاضر از آزمون شبکه‌های توجه به منظور ارزیابی شبکه هشدار و جهت‌یابی توجه بعد از یک دوره تمرین نوروفیدبک استفاده کردند، هم سو بود. این بخش از نتایج پژوهش حاضر با نتایج وانگ و هیسه (۲۰۱۳)، پای و همکاران (۲۰۱۸) و گانکالوس و همکاران (۲۰۱۸) ناهمسو بود.

ارتباط ساده سیناپسی فرضیه هب بیان می‌کند که فعالیت تمرینی و تکراری باعث بهبود شبکه‌های عصبی از جمله توجه می‌شود (فتحی رضایی و همکاران، ۲۰۱۵). بنابراین می‌توان گفت نتایج پژوهش حاضر که نشان دهنده تأثیر تمرین نوروفیدبک بر شبکه هشدار و جهت‌یابی است، همسو با فرضیه هب می‌باشد. مروزی و ماگون^۲ (۱۹۴۹) اشاره کرده‌اند، مفهوم

^۱ Geiger, Neufang, Stein & Domschke

^۵ Geva, Zivan, Warsha & Olchik

^۱. Hammond

^۲ Moruzzi & Magoun

^۳ Norepinephrine

سیگنال مورد انتظار است، را فراهم می‌کند. اگر پاسخ سریع به هدف، مورد نیاز باشد، زمان واکنش پس از سیگنال هشدار بهبود می‌یابد و این بهبود به خاطر ایجاد اطلاعات دقیق‌تر در مورد هدف نیست بلکه سیگنال هشدار، سرعت جهت‌یابی و سپس پاسخگویی به سیگنال را تغییر می‌دهد (پوسنر، روتبارت، شیشه و وولکر،^۲ ۲۰۱۴).

پوسنر و پترسون (۱۹۹۰) پیشنهاد کردند که شبکه‌های توجه می‌تواند به دو زیر سیستم تقسیم شود. سیستم توجه خلفی در جهت‌یابی به مکان‌های بینایی، توسط لوب آهیانه خلفی، کولیکولیس^۴ خلفی و هسته پولوینار^۵ جانبی تالاموس، دخیل است. در مقابل سیستم توجه قدامی با عملکرد مؤثر سینگولیت قدامی، در تشخیص اهداف دخیل است. پوسنر و پترسون (۱۹۹۰) همچنین درباره یک سیستم انگیزتی زمینه‌ای در تشکیلات مشبک بحث می‌کنند که می‌تواند هر دو این سیستم‌های توجه را تحت تأثیر قرار دهد. از طرفی در هنگام نوروفیدبک عمومی زمانی که بازخورد به صورت بصری ارائه می‌شود، قشر اینسولا^۶ قدامی، قشر پیش پیشانی پشتی جانبی، قشر سینگولیت قدامی و قشر آهیانه خلفی فعال هستند. به همین ترتیب، نواحی عمقی مغز مانند تالاموس و عقده‌های قاعده‌ای در خود تنظیمی مغز در مناطق مختلف نقش دارند. قشر پیش پیشانی پشتی جانبی و قشر آهیانه خلفی به همراه تالاموس انگیزتی قشر مغز را تنظیم می‌کنند. (سیتارام و همکاران ۲۰۱۶). هولز، استین و راشل^۷ (۲۰۱۰) بیان کردند برای انجام موفقیت آمیز یک تکلیف توجهی سطح بهینه‌ای از انگیزتی مورد نیاز است که به نوبه خود مستلزم فعال‌سازی یک شبکه خاص توجهی است. نتایج پژوهش هولز و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد که عملکرد شبکه جهت‌یابی به وضعیت انگیزتی فرد بستگی دارد. همانطور که اشاره شد تمرین نوروفیدبک سطح

شرکت‌کنندگان نه تنها موقعیت بلکه زمان‌بندی ارایه هدف را پیش‌بینی کنند، بنابراین نشانه اخطار به عنوان نشانه فضایی و زمانی عمل می‌کند (وستلی و همکاران، ۲۰۱۱). شبکه هشدار فعالیت عمومی مناطق کورتیکال و تالاموس را باعث می‌شود که برای اجرای اعمال شناختی دیگر لازم است، بنابراین باعث آمادگی سیستم برای عکس العمل سریعتر از طریق تغییر در سیستم اپی نفرین می‌شود (کسپر، الیوت و گیسبرج^۸، ۲۰۱۲). پژوهش‌ها نشان دادند که با کاهش یا سرکوبی دامنه امواج کند مغزی مانند تتا می‌توان شاهد تغییر رفتار به ویژه انگیزتی و توجه در افراد بود (دیناروند و همکاران، ۲۰۲۰). با در نظر گرفتن اینکه شبکه هشدار بر پایه انگیزتی بنا شده و حساس به محرک ورودی است ما فرض کردیم که تمرین نوروفیدبک می‌تواند شبکه هشدار را تحت تأثیر قرار دهد. نتایج نشان داد که تمرین نوروفیدبک باعث کاهش معنادار در زمان واکنش شبکه هشدار شده است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که با داشتن سطح مناسبی از انگیزتی، فرد نسبت به نشانه هشدار آگاه می‌شود و میزان نورایی نفرین افزایش می‌یابد و به محض رویت آن سریع‌تر پاسخ می‌دهد. همچنین از آنجایی که شبکه هشدار حساس به محرک ورودی است به محض رویت محرک براساس حساسیتی که به آن دارد، سطح انگیزتی فرد تغییر می‌کند. پس با در نظر گرفتن این موضوع، تمرین نوروفیدبک با تحت تأثیر قرار دادن و تمرین دادن نواحی شبکه هشدار و حفظ حالت هوشیاری آن با توجه به نتایجی که در بالا به آن اشاره شد سطح انگیزتی را تنظیم می‌کند و این به واسطه‌ی این است که در مطالعه شبکه هشدار از سیگنال اخطار برای ایجاد تغییرات فزاینده در هوشیاری، قبل از ظهور هدف استفاده می‌شود و این نشانه اخطار منجر به تغییر سریع از حالت استراحت به یک حالت جدید که آماده‌سازی برای تشخیص و پاسخ به یک

^۱ Colliculus

^۲ Pulvinar nucleus

^۳ Insular cortex

^۴ Howells, Stein & Russell

^۵ Aliño Costa, Gadea, Hidalgo, Pérez, & Sanjuán

^۶ Kasper, Elliott & Giesbrecht

^۷ Posner, Rothbart, Sheese & Voelker

انگیختگی قشر مغز را تنظیم می‌کند و انگیختگی بهینه قشر مغز را برقرار می‌کند و بر اساس مدل توجهی پوسنر و پترسون (۱۹۹۰) شبکه جهت‌یابی از میزان انگیختگی تأثیر می‌پذیرد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت با تمرین نوروفیدبک افراد در سطح مطلوبی از انگیختگی قرار می‌گیرند و عملکرد بهتری در جهت‌یابی توجه دارند. همانطور که قبلاً نیز به آن اشاره شد با بهبود در عملکرد شبکه هشدار، شبکه جهت‌یابی نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد و سرعت تشخیص جهت و انتقال توجه از نشانه به هدف در آن افزایش می‌یابد. درباره دلایل ناهمبوسی این بخش از نتایج پژوهش حاضر با پژوهش‌های گذشته می‌توان به تعداد جلسات متفاوت، پروتکل تمرین نوروفیدبک و ناحیه تمرین داده شده در این پژوهشها اشاره کرد که در نتایج اثر گذاشته‌اند. نتایج پژوهش حاضر گویای تأثیر تمرین نوروفیدبک بر بهبود عملکرد در مهارت پرتاب دارت است. این بخش از نتایج با نتایج رستمی و همکاران (۲۰۱۲) و پاول، جانسان، ساندهو و سیمون^۱ (۲۰۱۲) همسو و با نتایج پژوهش گروزیلیر، تامپسون، ردینگ، براندت و استفرت^۲ (۲۰۱۴) ناهمسو بود. نوروفیدبک، یک مهارت خودتنظیمی است که از طریق خودآگاهی موجب رشد می‌شود. در تمرین نوروفیدبک هر بار که مغز به خوبی عمل می‌کند، فرد از طریق علائم صوتی یا نموداری مطلع می‌شود و مهم‌تر اینکه، فرد یاد می‌گیرد که در آینده و در محیط خارج از فضای تمرین و آموزش، چگونه به این حالت ذهنی دست یابد. بدین ترتیب، بدون عوارض جانبی، یادگیری واقعی روی می‌دهد (محمدزاده، صالحی و امینی، ۲۰۱۶).

به نظر می‌رسد پروتکل اس‌ام‌آر/تتا از طریق تمرکز حسی، پردازش توجه، کاهش بی‌توجهی و حواس‌پرتی باعث بهبود عملکرد می‌شود. افزایش اس‌ام‌آر در ناحیه CZ بر سه قشر حسی- حرکتی، حرکتی و سینگولیت اثر می‌گذارد. قشر حسی- حرکتی مرز بین لوب‌های آهیانه و پیشانی است. در سینگولیت، سیستم‌هایی که با هیجان، احساس، توجه و حافظه کاری سرو

کار دارند، با یکدیگر به گونه‌ای تعامل نزدیک دارند که منبع انرژی اعمال بیرونی (حرکت) و اعمال درونی (استدلال و تفکر) را تشکیل می‌دهند (طهماسبی حاتمی و هدایتی، ۲۰۱۸). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که هر دو گروه کنترل و نوروفیدبک عملکرد خود را در مهارت پرتاب دارت از پیش‌آزمون به پس‌آزمون بهبود بخشیدند، اما گروه تمرین نوروفیدبک عملکرد بهتری در پس‌آزمون مهارت پرتاب دارت نسبت به گروه کنترل داشتند. مطالعه نیلینگ و همکاران (۲۰۱۲) و یانگ و همکاران (۲۰۱۹) ارتباط منفی بین اضطراب و عملکرد مهارت پرتاب دارت را نشان داد. همانطور که اشاره شد، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که به دنبال تمرین نوروفیدبک اضطراب حالتی- رقابتی کاهش می‌یابد بنابراین کاهش اضطراب در گروه تمرین نوروفیدبک یکی از دلایل عملکرد بهتر این گروه نسبت به گروه کنترل در پس‌آزمون است. در پژوهشی که توسط رینگ و همکاران (۲۰۱۵) انجام شد، به بررسی این موضوع پرداختند که، آیا نوروفیدبک برپایه EEG می‌تواند بر تعدیل فعالیت مغزگلف‌بازان تفریحی تأثیر داشته باشد و کسب مهارت و ارتقا عملکرد تحت فشار آنها را تسریع کند؟ آنها از ۲۴ شرکت‌کننده استفاده کردند. یافته‌ها حاکی از آن بود که در گروه نوروفیدبک، افراد چگونگی کاهش توان آلفای بالای قدامی را قبل از ضربه گلف به طور قابل توجه یادگرفتند. علی‌رغم ایجاد این الگوی فعالیت قشری، تمرین نوروفیدبک نتوانست به طور انتخابی عملکرد را افزایش دهد، زیرا هر دو گروه نوروفیدبک و کنترل عملکرد خود را در ضربه گلف از پیش‌آزمون به پس‌آزمون بهبود بخشیدند. همچنین محمدزاده و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعه‌ای تحت عنوان مقایسه تمرینات نوروفیدبک و تمرین بدنی بر عملکرد و یادداری مهارت پرتاب دارت نشان دادند تمرینات نوروفیدبک و تمرین بدنی بر یادگیری و عملکرد پرتاب دارت مؤثر است و در مقایسه با گروه کنترل اثر سودمندی دارد اما تفاوت تأثیرات تمرین بدنی و تمرین نوروفیدبک بر عملکرد و

^۲ Gruzelier, Thompson, Redding, Brandt & Steffert

^۱ Paul, Ganesan, Sandhu & Simon

تحت تأثیر قرار دادن شبکه هشدار و جهت‌یابی سطح انگیزتی را تنظیم می‌کند و باعث بهبود عملکرد می‌شود، بنابراین با وجود این توصیفات، عملکرد ورزشکاری که با تمرین به سطح مطلوبی از انگیزتی رسیده است با قرار گرفتن در محیط پرفشار، تخریب نمی‌شود.

یکی از نگرانی‌ها در روان‌شناسی ورزش یافتن روشی برای بهبود در عملکرد ورزشکاران است. با توجه به یافته‌های این پژوهش، نقش تمرین بدنی و نوروفیدبک بیش از پیش مورد توجه قرار گرفت، بنابراین پیشنهاد می‌شود مربیان ورزشی از تمرینات نوروفیدبک به عنوان تمرین شناختی در کنار تمرینات بدنی برای رسیدن ورزشکاران به اوج عملکرد استفاده کنند. ولی در جاییکه به خاطر مسائل اقتصادی شاید نتوان از نوروفیدبک استفاده کرد نباید از تأثیر تمرینات بدنی بر بهبود عملکرد غافل شد. یکی از محدودیت‌های پژوهش حاضر، عدم تشکیل گروه نوروفیدبک ساختگی در کنار گروه کنترل بود. همچنین عدم بررسی پایداری نتایج یکی دیگر از محدودیت‌های مطالعه حاضر است. با توجه به اینکه نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تمرین نوروفیدبک باعث بهبود کارایی شبکه هشدار و جهت‌یابی می‌شود پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی از الکتروانسالوگرافی به منظور بررسی بیشتر تغییرات به وجود آمده استفاده کرد.

ملاحظات اخلاقی

تمامی شرکت‌کنندگان قبل از شرکت در مطالعه، رضایت‌نامه کتبی و فرم اطلاعات فردی را پر کردند. قبل از شروع اجرای پروتکل آزمایشی تأییدیه کمیته اخلاقی دانشگاه شهید بهشتی با شماره (IR.SBU.REC.1398.049) گرفته شد.

تعارض منافع

این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر قدردانی

پژوهشگران از تمامی شرکت‌کنندگانی که در این پژوهش شرکت کردند، تقدیر و تشکر می‌نمایند.

یادداری مهارت دارت معنادار نبود. نتایج این پژوهشها از این جهت که تمرین بدنی باعث بهبود در عملکرد از پیش‌آزمون به پس‌آزمون شده با نتایج پژوهش حاضر در یک سو قرار می‌گیرند. اما از این جهت که بین تمرین نوروفیدبک و تمرین بدنی به تنهایی تفاوت وجود ندارد، با نتایج پژوهش حاضر همسو نیست. دلایل احتمالی ناهمسو بودن نتایج را می‌توان در ماهیت تکلیف و پروتکل تمرینی و تعداد جلسات تمرین دانست. در مطالعه محمدرزاده و همکاران (۲۰۱۶) گروه تمرین نوروفیدبک، صرفاً تمرین نوروفیدبک انجام می‌دادند و تمرین بدنی نداشتند. در مطالعه رینگ و همکاران (۲۰۱۵) پروتکل تمرین نوروفیدبک کاهش آلفای بالا و تتا به مدت سه جلسه و پروتکل تمرینی در مطالعه گروزیلیر و همکاران (۲۰۱۴) کاهش آلفا و افزایش تتا بود، حال آنکه در پژوهش حاضر از پروتکل اس ام آر/تتا و افزایش آلفا استفاده شد.

نظریه U وارونه و فرضیه انگیزتی مطلوب به توصیف و ارتباط میان انگیزتی و عملکرد اشاره می‌کند. هر دوی این رویکردها نشان می‌دهند که هوشیاری نقش کلیدی در عملکرد مهارت‌های ورزشی دارد و سطوح بالای انگیزتی باعث تخریب عملکرد افراد می‌شود. با توجه به مفهوم انگیزتی و اهمیت آن در حیطه ورزشی، پژوهشگران از روش‌های متفاوتی از جمله نوروفیدبک برای رساندن فرد به سطح مطلوب انگیزتی استفاده می‌کنند پس می‌توان نتیجه گرفت هنگامی که فرد در سطح مطلوب انگیزتی قرار گیرد، عملکرد مطلوبی را نشان می‌دهد. با توجه به اینکه شبکه هشدار و جهت‌یابی بر پایه انگیزتی بنا شده‌اند، بنابراین با داشتن سطح مناسبی از انگیزتی شبکه هشدار و جهت‌یابی بهبود می‌یابد. از طرفی شواهد نشان می‌دهد که سیستم‌های مغزی درگیر در هشدار تونیک با سیستم‌های درگیر در انگیزتی مرتبط هستند (کسپر و همکاران، ۲۰۱۲)، پس با در نظر گرفتن این موضوع و همچنین ماهیت مهارت پرتاب دارت که بر مبنای توجه و تمرکز و همچنین حفظ حالت هوشیاری بنا شده، تمرین نوروفیدبک با

References

1. Aliño Costa, M., Gadea, M., Hidalgo, V., Pérez, V., & Sanjuán, J. (2016). An effective Neurofeedback training, with cortisol correlates, in a clinical case of anxiety. *Universitas Psychologica*, 15(SPE5), 1-10. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.upsy15-5.entc>
2. Barnea, A., Rassis, A., Raz, A., Othmer, S., & Zaidel, E. (2004). Effects of neurofeedback on hemispheric attention networks. *Brain and cognition*, 59(3), 314-321. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.bandc.2004.05.008>
3. Booth, R. W., Mackintosh, B., & Sharma, D. (2017). Working memory regulates trait anxiety-related threat processing biases. *Emotion*, 17(4), 616-627. <https://doi.org/10.1037/emo0000264>
4. Cao, H., Zhang, S., Yang, X., Ding, X., & Ren, Y. (2021). Effects of reward associations on components of attentional network. *Acta Psychologica*, 212, 103212. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2020.103212>
5. Dinarvand, F., Bakhtiarpour, Saeed, & Heydarei, A. (2020). Comparison of the effectiveness of cognitive-behavioral therapy and neurofeedback on reduction of anxiety symptoms in patients with Generalized anxiety disorder in Dezful. *medical journal of mashhad university of medical sciences*, 63(5). <https://doi.org/10.22038/mjms.2020.17951> In Persian
6. Escolano, C., Navarro-Gil, M., Garcia-Campayo, J., Congedo, M., De Ridder, D., & Minguez, J. (2014). A controlled study on the cognitive effect of alpha neurofeedback training in patients with major depressive disorder [Original Research]. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 8. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2014.00296>
7. Eysenck, M. (2014). *Anxiety and cognition: A unified theory*. Psychology Press. <https://doi.org/10.4324/9781315804606>
8. Fathi, Z., Farsi, A., & Vaez mosavi, S. m. k. (2015). Effect of Cognitive Training on Efficiency of Executive Control Network of Attention and Processing Speed (with Approach of Hebb's Theory). *Journal of Modern Psychological Researches*, 9(36), 75-99. In Persian
9. Gadea, M., Aliño, M., Hidalgo, V., Espert, R., & Salvador, A. (2020). Effects of a single session of smr neurofeedback training on anxiety and cortisol levels. *Neurophysiologie Clinique*, 50(3), 167-173. <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2020.03.001>
10. Geiger, M. J., Neufang, S., Stein, D. J., & Domschke, K. (2014). Arousal and the attentional network in panic disorder. *Hum Psychopharmacol*, 29(6), 599-603. <https://doi.org/10.1002/hup.2436>
11. Geva, R., Zivan, M., Warsha, A., & Olchik, D. (2013). Alerting, orienting or executive attention networks: differential patters of pupil dilations. *Front Behav Neurosci*, 7, 145. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2013.00145>
12. Gonçalves, Ó. F., Carvalho, S., Mendes, A. J., Leite, J., & Boggio, P. S. (2018). Neuromodulating attention and mind-wandering processes with a single session real time EEG. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 43(2), 143-151. <https://doi.org/10.1007/s10484-018-9394-4>
13. Gruzelier, J. H., Thompson, T., Redding, E., Brandt, R., & Steffert, T. (2014). Application of alpha/theta neurofeedback and heart rate variability training to young contemporary dancers: State anxiety and creativity. *International Journal of Psychophysiology*, 93(1), 105-111. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2013.05.004>
14. Hammond, D. C. (2000). Neurofeedback Treatment of Depression with the Roshi. *Journal of Neurotherapy*, 4(2), 45-56. https://doi.org/10.1300/J184v04n02_06
15. Hammond, D. C. (2011). What is Neurofeedback: An Update. *Journal of Neurotherapy*, 15(4), 305-336. <https://doi.org/10.1080/10874208.2011.623090>
16. Howells, F. M., Stein, D. J., & Russell, V. A. (2010). Perceived mental effort correlates with changes in tonic arousal during attentional tasks. *Behavioral and Brain Functions*, 6(1), 39. <https://doi.org/10.1186/1744-9081-6-39>

17. Kasper, R. W., Elliott, J. C., & Giesbrecht, B. (2012). Multiple measures of visual attention predict novice motor skill performance when attention is focused externally. *Human Movement Science*, 31(5), 1161-1174. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2011.11.005>
18. Liao, Y.-C., Guo, N.-W., Su, B.-Y., Chen, S.-J., & Tsai, H.-F. (2022). Effects of Twenty Hours of Neurofeedback-Based Neuropsychotherapy on the Executive Functions and Achievements among ADHD Children. *Clinical EEG and Neuroscience*, 53(5), 387-398. <https://doi.org/10.1177/15500594221101693>
19. MacLeod, C., Grafton, B., & Notebaert, L. (2019). Anxiety-Linked Attentional Bias: Is It Reliable? *Annu Rev Clin Psychol*, 15, 529-554. <https://doi.org/10.1146/annurev-clinpsy-050718-095505>
20. Mogg, K., Salum, G. A., Bradley, B. P., Gadelha, A., Pan, P., Alvarenga, P., Rohde, L. A., Pine, D. S., & Manfro, G. G. (2015). Attention network functioning in children with anxiety disorders, attention-deficit/hyperactivity disorder and non-clinical anxiety. *Psychological Medicine*, 45(12), 2633-2646. <https://doi.org/10.1017/S0033291715000586>
21. Nibbeling, N., Oudejans, R. R. D., & Daanen, H. A. M. (2012). Effects of anxiety, a cognitive secondary task, and expertise on gaze behavior and performance in a far aiming task. *Psychology of Sport and Exercise*, 13(4), 427-435.
22. Pacheco-Unguetti, A. P., Acosta, A., Callejas, A., & Lupiáñez, J. (2010). Attention and Anxiety: Different Attentional Functioning Under State and Trait Anxiety. *Psychological Science*, 21(2), 298-304. <https://doi.org/10.1177/0956797609359624>
23. Paul, M., Ganesan, S., Sandhu, J., & Simon, J. (2012). Effect of sensory motor rhythm neurofeedback on psycho-physiological, electroencephalographic measures and performance of archery players. *Ibnosina Journal of Medicine and Biomedical Sciences*, 4(02), 32-39. <https://doi.org/10.4103/1947-489X.210753>
24. Pei, G., Wu, J., Chen, D., Guo, G., Liu, S., Hong, M., & Yan, T. (2018). Effects of an integrated neurofeedback system with dry electrodes: EEG acquisition and cognition assessment. *Sensors*, 18(10), 3396. <https://doi.org/10.3390/s18103396>
25. Posner, M. I., & Petersen, S. E. (1990). The Attention System of the Human Brain. *Annual review of neuroscience*, 13(1), 25-42. <https://doi.org/10.1146/annurev.ne.13.030190.000325>
26. Posner, M. I., Rothbart, M. K., Sheese, B. E., & Voelker, P. (2014). Developing attention: behavioral and brain mechanisms. *Advances in Neuroscience*, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/405094>
27. 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.psychsport.2014.08.005>
28. Rostami, R., Sadeghi, H., Karami, K. A., Abadi, M. N., & Salamati, P. (2012). The effects of neurofeedback on the improvement of rifle shooters' performance. *Journal of Neurotherapy*, 16(4), 264-269. <https://doi.org/10.1080/10874208.2012.730388>
29. Sarapas, C., Weinberg, A., Langenecker, S. A., & Shankman, S. A. (2017). Relationships among attention networks and physiological responding to threat. *Brain and cognition*, 111, 63-72.
30. Singer, K. (2004). The effect of neurofeedback on performance anxiety in dancers. *Journal of Dance Medicine & Science*, 8(3), 78-81.
31. Sitaram, R., Ros, T., Stoeckel, L., Haller, S., Scharnowski, F., Lewis-Peacock, J., Weiskopf, N., Blefari, M. L., Rana, M., Oblak, E., Birbaumer, N., & Sulzer, J. (2017). Closed-loop brain training: the science of neurofeedback. *Nature Reviews Neuroscience*, 18(2), 86-100. <https://doi.org/10.1038/nrn.2016.164>
32. Steinberg, M., & Othmer, S. (2004). The 20 hour solution: Training minds to concentrate and self-

- regulate naturally without medication. USA: Robert and Reed, 48-92.
33. Taqavi, M., Najafi, M., Kianersi, F., & Aqayan, S. (2013). Comparing of alexithymia, defensive styles and state-trait anxiety among patients with generalized anxiety disorder major depression disorder and normal individuals. *Journal Of Clinical Psychology*, 5(2), 67-76. In Persian
 34. Wang, J.-R., & Hsieh, S. (2013). Neurofeedback training improves attention and working memory performance. *Clinical Neurophysiology*, 124(12), 2406-20.
<https://doi.org/10.1016/j.clinph.2013.05.020>
 35. Westlye, L. T., Grydeland, H., Walhovd, K. B., & Fjell, A. M. (2011). Associations between regional cortical thickness and attentional networks as measured by the attention network test. *Cereb Cortex*, 21(2), 345-356.
<https://doi.org/10.1093/cercor/bhq101>