



Accepted Manuscript

Accepted Manuscript (Uncorrected Proof)

Title: The effect of neurofeedback training on the alerting and orienting attentional networks and the performance of novices in conditions of state-competitive anxiety

Authors: Hadis Kavianiipoor¹, Alireza Farsi^{*2}, Alireza Bahramy³

1. PhD student of motor learning, Department of Cognitive and Behavioral Sciences and Technology in Sport, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

2. Professor, Department of Cognitive and Behavioral Sciences and Technology in Sport, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran (Corresponding Author)

3. Associate Professor, Department of Motor Behavior and Sport Psychology, Arak University, Arak, Iran

***Corresponding:** Alireza Farsi · Professor, Department of Cognitive and Behavioral Sciences and Technology in Sport, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

ar.farsi@gmail.com

To appear in: Sport Psychology Studies

Receive Date: 29 September 2022

Revise Date: 30 January 2023

Accept Date: 01 February 2023

First Publish Date: 01 February 2023

This is a “Just Accepted” manuscript, which has been examined by the peer-review process and has been accepted for publication. A “Just Accepted” manuscript is published online shortly after its acceptance, which is prior to technical editing and formatting and author proofing. Journal of Sport Psychology Studies provides “Just Accepted” as an optional service which allows authors to make their results available to the research community as soon as possible after acceptance. After a manuscript has been technically edited and formatted, it will be removed from the “Just Accepted” Website and published as a published article. Please note that technical editing may introduce minor changes to the manuscript text and/or graphics which may affect the content, and all legal disclaimers that apply to the journal pertain.

Please cite this article as:

Kavianipour, H., farsi, A., Bahramy, A. The effect of neurofeedback training on the alerting and orienting attentional networks and the dart-throwing skill performance of novices in conditions of state-competitive anxiety. Sport Psychology Studies, 2023; (): -. doi: 10.22089/spsyj.2023.13628.2341

نسخه پذیرفته شده پیش از انتشار

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

نویسندگان: سیما محمدآملی^۱، حیدر صادقی^{۲*}، منیژه مختاری دیزجی^۳، حمید رجبی^۴

۱. کارشناسی ارشد/ بیومکانیک ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

۲. دکتری/بیومکانیک ورزشی و توانبخشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

۳. دکتری/ فیزیک پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، ایران

۴. دکتری/فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

*نویسنده مسئول: حیدر صادقی، دکتری/بیومکانیک ورزشی و توانبخشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
ایمیل: ar.farsi@gmail.com

نشریه: مطالعات روان‌شناسی ورزشی

تاریخ دریافت: ۰۶ اردیبهشت ۱۴۰۱

تاریخ بازنگری: ۰۸ مرداد ۱۴۰۲

تاریخ پذیرش: ۰۵ شهریور ۱۴۰۲

تاریخ اولین انتشار: ۰۵ شهریور ۱۴۰۲

این نسخه «پذیرفته شده پیش از انتشار» مقاله است که پس از طی فرآیند داوری، برای چاپ، قابل پذیرش تشخیص داده شده است. این نسخه در مدت کوتاهی پس از اعلام پذیرش به صورت آنلاین و قبل از فرآیند ویراستاری منتشر می‌شود. نشریه مطالعات روان‌شناسی ورزشی گزینه «پذیرفته شده پیش از انتشار» را به عنوان خدمتی به نویسندگان ارائه می‌دهد تا نتایج آنها در سریع‌ترین زمان ممکن پس از پذیرش برای جامعه علمی در دسترس باشد. پس از آنکه مقاله‌ای فرآیند آماده‌سازی و انتشار نهایی را طی می‌کند، از نسخه «پذیرفته شده پیش از انتشار» خارج و در یک شماره مشخص در وبسایت نشریه منتشر می‌شود. شایان ذکر است صفحه آرای و ویراستاری فنی باعث ایجاد تغییرات صوری در متن مقاله می‌شود که ممکن است بر محتوای آن تاثیر بگذارد و این امر از حیطة مسئولیت دفتر نشریه خارج است.

لطفا این گونه استناد شود:

Kavianipoor, H., farsi, A., Bahramy, A. The effect of neurofeedback training on the alerting and orienting attentional networks and the dart-throwing skill performance of novices in conditions of state-competitive anxiety. *Sport Psychology Studies*, 2023; (): -. doi: 10.22089/spsyj.2023.13628.2341

Abstract

The aim of the present study was to investigate the effect of neurofeedback training on the alerting and orienting attentional networks and dart-throwing skill performance in novices in competitive state anxiety conditions. The present research was of a semi-experimental type, with a pre-test-post-test design with an experimental and control group. Twenty girls (age: 23.10 ± 2.48 years) participated in this study and were divided into two neurofeedback training and control groups. The pre-test included the test of attentional networks and dart-throwing in conditions of state-competitive anxiety. Then all the participants practiced three sessions every week for a total of fourteen sessions. The neurofeedback group did neurofeedback training (increasing SMR wave and decreasing theta and increasing alpha) and dart-throwing exercise, and the control group only did dart-throwing exercise. 48 hours after the last training session, the post-test (the same as the pre-test) was held. The results showed a significant difference in the efficiency of the alerting and orienting the network and the dart-throwing skill performance between the neurofeedback training group and the control group. Based on the results, it can be said: Neurofeedback training improves the efficiency of alerting and orienting attentional network by reducing anxiety and creating an optimal level of arousal. In general, these findings support the effect of neurofeedback training on the neural mechanisms of the alerting and orienting attentional networks, and showed that following the improvement of attention processes, the performance in dart-throwing skill improves.

Keywords: neurofeedback training, anxiety, attentional networks, dart-throwing

چکیده

هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر تمرین نوروفیدبک بر شبکه هشدار، جهت‌یابی توجه و عملکرد مهارت پرتاب دارت افراد مبتدی در شرایط اضطراب حالتی رقابتی بود. پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی، با طرح پیش‌آزمون- پس‌آزمون با یک گروه آزمایش و یک گروه کنترل بود. بیست دانشجوی دختر (سن: $22/48 \pm 23/10$ 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 دارت 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 دارت انجام دادند و گروه کنترل فقط تمرین پرتاب دارت انجام دادند. ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین، پس‌آزمون (همانند پیش‌آزمون) برگزار شد. نتایج تفاوت معناداری در کارایی شبکه هشدار و جهت‌یابی و عملکرد مهارت پرتاب دارت بین گروه تمرین نوروفیدبک و گروه کنترل نشان داد. بر اساس نتایج می‌توان گفت: تمرین نوروفیدبک با کاهش اضطراب و ایجاد سطح مطلوب انگیزتگی موجب بهبود کارایی شبکه‌های هشدار و جهت‌یابی می‌شود. 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 دارت بهتر می‌شود.

کلید واژه‌ها: تمرین نوروفیدبک، اضطراب، شبکه‌های توجه، پرتاب دارت

مقدمه

هشدار شامل هوشیاری و آمادگی پاسخ تونیک (در دوره های طولانی پایدار) یا فازیک (افزایش موقت آمادگی در پاسخ به یک سیگنال هشدار) است. شبکه هشدار شامل لوکوس سرولئوس^{۱۲} و برجستگی های 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 می باشد. 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 شانکمن^{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 می تواند اختلاف نظر در مورد اثر انواع اضطراب بر فرایندهای توجه را حل و فصل کند. از یک طرف، اضطراب حالتی به

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 نامرتب و انتقال توجه بین تکالیف مختلف را مختل می‌کند. علاوه‌براین، کنترل ضعیف توجه ممکن است از طریق مشکل در مهار پردازش اطلاعات نامرتب، 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 سوگیریهای 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 (پاچکوانگوتی، آکاستا، کالجاس و لوپیاریز^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 نوتبرت^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.

¹⁰. Orienting

¹¹. Executive control

¹². Locus Coeruleus

¹³. Noradrenergic

¹⁴. Intraparietal sulcus

¹⁵. Collicular

¹⁶. Reticular nucleus

¹⁷. Anterior cingulate cortex

¹⁸. Sarapas, Weinberg, Langenecker & Shankman

¹⁹. Cao

¹. Attention Control Theory

². Eysenck

³. Mogg

⁴. Vigilance

⁵. Pacheco-Unguetti, Acosta, Callejas & Lupiáñez

⁶. Mathews & Macintosh

⁷. Booth, Mackintosh, & Sharma

⁸. MacLeod, Grafton & Notebaert

⁹. Alerting

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، کوسر و ویکرز^۳، ۲۰۱۵). با توجه به تأثیر اضطراب بر شبکه‌های توجه و مهارت پرتاب دارت و نقش شبکه‌های توجه در مهارت پرتاب 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 نورفیدبک است.

هدف نوروفیدبک این است که افراد با استفاده از آگاهیهای بلادرنگ^۴ که از عملکرد امواج مغز خود کسب می‌کنند، قادر به تنظیم فعالیت‌های مغز خود باشند (اسکولانو^۵ 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 و اثمر^۶، ۲۰۰۴). نظریه‌های یادگیری، از جمله شرطی‌سازی عامل^۷ و شرطی‌سازی کلاسیک^۸، مکانیسم‌های تغییر بعد از یک دوره

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.

تأثیر منفی اضطراب بر عملکرد در تکالیف هدفگیری متعددی بررسی شده است. نیبلینگ، اودجانس و دانن^۱ (۲۰۱۲) و یانگ، پارک و شین^۲ (۲۰۱۹) نشان دادند که اضطراب حالتی عملکرد مهارت پرتاب دارت را کاهش می‌دهد. یانگ و همکاران (۲۰۱۹) بیان کردند که تکالیف ادراکی-حرکتی مانند پرتاب 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 پرتاب دارت دارند. شبکه جهت‌یابی می‌تواند مسئول هدایت چشم و ثابت شدن روی

3. Wilson, Causer, Vickers

4. Real-time awareness

5. Escolano

6. Steinberg & Othmer

7. Including operant conditioning

8. Classical conditioning

1. Nibbeling, Oudejans & Daanen

2. Yang, Park & Shin

شبکه کنترل اجرایی در سالمندان و جوانان و بهبود شبکه جهت‌یابی در سالمندان می‌شود. مطالعه بارنئا، رسیس، راز، ائمر و زیدل^۸ (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^۹ (۲۰۱۸) نشان دادند تمرین افزایش اس‌ام‌آر/کاهش تتا تأثیری بر شبکه‌های توجه ندارد. همچنین در مطالعه پای^{۱۰} و همکاران (۲۰۱۸) نشان داده شد که ۵ جلسه تمرین افزایش آلفا بر شبکه‌های توجه تأثیر نداشته ولی موجب بهبود حافظه کاری شده است. باتوجه 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 سوالات مدنظر این پژوهش این است که آیا کارایی شبکه‌های هشدار و جهت‌یابی توجه در شرایط اضطراب حالتی- رقابتی تحت تأثیر تمرین

تمرین نوروفیدبک را توضیح می‌دهد. هب^۱ 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^۲ و همکاران، ۲۰۱۷؛ لیائو، گو، سو، چن و تسای^۳، 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^۴ (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 آلینو کاستا، گادا، هیدالگو، پرز و سانجوان^۵ (۲۰۱۶) و گادا، آلینو، هیدالگو، اسپرت و سالوادور^۶ (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 هیسه^۷ (۲۰۱۳) نشان دادند ۱۲ جلسه تمرین افزایش تتا در منطقه Fz موجب بهبود کارایی

¹. Hebb

². Sitaram

³. Liao, Guo, Su, Chen & Tsai

⁴. Singer

⁵. Aliño Costa

⁶. Gadea, Aliño, Hidalgo, Espert & Salvador

⁷. Wang & Hsieh

⁸. Barnea, Rassis, Raz, Othmer & Zaidel

⁹. Gonçalves, Carvalho, Mendes, Leite, & Boggio

¹⁰. Pei

پرسش‌نامه اضطراب حالتی- رقابتی ایلنویز^۱: 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 سئوالات 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 اندازه‌گیری 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 فلانکرهایی 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).

نوروفیدبک تغییر می‌کند؟ و اینکه این شبکه‌های توجهی و مهارت پرتاب دارت چگونه تحت تأثیر تمرین نوروفیدبک قرار خواهند گرفت؟

روش پژوهش

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 پایین‌تر از ۳۸ بود.

ابزار و شیوه گردآوری داده‌ها

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

1. Illinois Competitive State Anxiety Inventory

2. Cognitive

3. Somatic

4. Self-Confidence

بندی و جایزه به نفرات 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 صفحه 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 به صورت ابتدا تمرین نوروفیدبک سپس تمرین پرتاب دارت و ۷ جلسه دوم به صورت 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 (بارنئا 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

دستگاه بازخورد زیستی: برای ارائه تمرین نوروفیدبک از دستگاه و نرم افزار نوروفیدبک بایوفیدبک BioGraph Infiniti ساخت شرکت Thought Technology Ltd مونترال کانادا استفاده شد.

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 گردآوری 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 به صورت 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

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

خرده مقیاس اضطراب شناختی

نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری نشان داد تعامل دو گروه در فاصله دو زمان معنادار بود ($\eta^2 = 0/64$ ، $P = 0/000$ ، $F_{(1,18)} = 23/19$). 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 پس‌آزمون تفاوت معناداری وجود داشت ($P = 0/000$ ، $df = 18$ ، $t = -9/10$) به طوری که 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

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 فعالیت‌های 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 شاخصهای آماری میانگین و انحراف معیار و از آمار استنباطی شامل آزمون شاپیروویلیک برای بررسی توزیع طبیعی داده‌ها و از آزمون لوین برای برابری واریانسها استفاده شد. از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری (۲ (گروه تمرین نوروفیدبک، گروه کنترل) * ۲ (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 داده‌ها 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

معنی که خرده مقیاس اعتماد به نفس در پس‌آزمون، در گروه تمرین نوروفیدبک بیشتر از گروه کنترل بود. تعامل دو گروه در فاصله دو زمان معنادار نبود ($\eta^2=0/16$ ، $P=0/073$ ، $F_{(1,18)}=3/61$).

آزمون تی وابسته نشان داد در گروه کنترل بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون تفاوت وجود نداشت ($t=-1/10$ ، $df=9$ ، $P=0/29$). خرده مقیاس اعتماد به نفس

نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری نشان داد اثر اصلی زمان معنادار بود ($\eta^2=0/51$ ، $P=0/000$ ، $F_{(1,18)}=19/26$). 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

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

Table 1- State-competition anxiety scores of neurofeedback and control groups in pre-test and post-test

پس‌آزمون		پیش‌آزمون		گروه	متغیر
Post test		Pre test			
انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	groups	variable
standard deviation	mean	standard deviation	mean		
نوروفیدبک					
1/42	12/45	2/05	16/70	Neurofeedback Training	مؤلفه بدنی Somatic component
2/10	16/30	2/50	17/60	کنترل Control	
نوروفیدبک					
2/09	11/80	2/50	18/40	Neurofeedback Training	مؤلفه شناختی Cognitive component
2/22	20/60	2/76	19/90	کنترل Control	
2/90	27/70	1/76	23/40	نوروفیدبک	مؤلفه اعتماد به

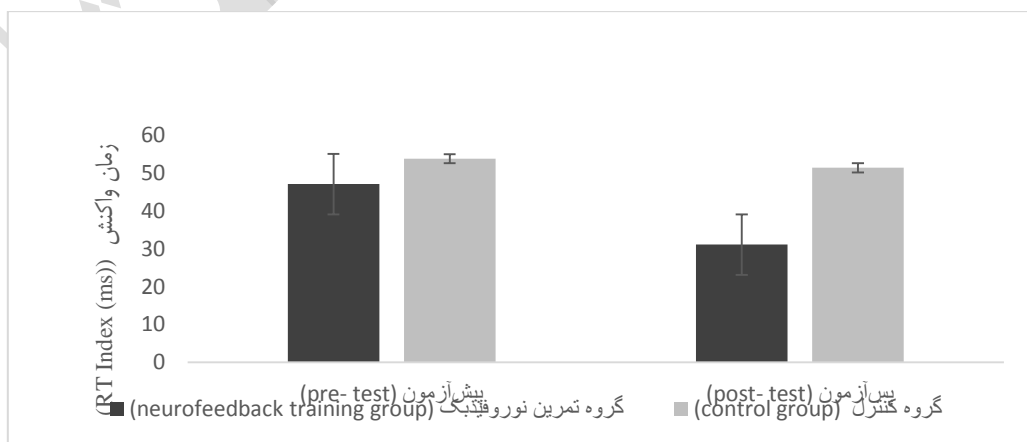
				Neurofeedback Training	نفس
				کنترل	Self-confidence component
				Control	
2/50	22/90	3/85	21/20		

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 شرکت‌کنندگان را در گروه‌های تمرین نوروفیدبک و کنترل در مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون نشان می‌دهد. همان‌طور که شکل ۱ نشان می‌دهد، زمان واکنش شبکه هشدار در گروه تمرین نوروفیدبک در مرحله پس‌آزمون کاهش یافته است.

شبکه هشدار نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری نشان داد تعامل دو گروه در فاصله دو زمان معنادار بود ($\eta^2=0/25$ ، $P=0/025$ ، $F_{(1,18)}=5/99$). 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 طوری که 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



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

Fig 1- reaction time (RT) indexes of alerting network as a function of neurofeedback and control groups in pre-test and post-test

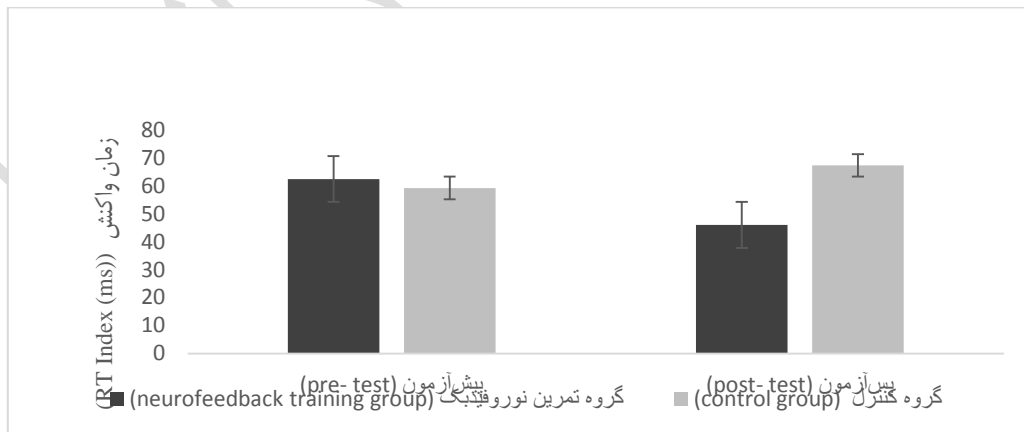
شبکه جهت‌یابی که کارایی شبکه جهت‌یابی در پس‌آزمون بالاتر از پیش‌آزمون بود. همچنین نتایج آزمون تی وابسته نشان داد در گروه کنترل بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون تفاوت وجود نداشت ($t = -1/84, df = 9, P = 0/09$).

شکل ۲ زمان واکنش شبکه جهت‌یابی شرکت‌کنندگان را در گروه‌های تمرین نوروفیدبک و کنترل در مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون نشان می‌دهد. همان‌طور که شکل ۲ نشان می‌دهد، زمان واکنش شبکه جهت‌یابی 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 ($F_{(1,18)} = 13/77, P = 0/002, \eta^2 = 0/43$). 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 ($P = 0/52$)، اما بین گروه تمرین و کنترل در پس‌آزمون تفاوت معناداری وجود داشت ($t = 0/64, df = 18 - 4/47, P = 0/000, df = 18$). به طوریکه در پس‌آزمون، کارایی شبکه 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



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

Fig 2- reaction time (RT) indexes of orienting network as a function of neurofeedback and control groups in pre-test and post-test

در مرحله پیش‌آزمون بین کارایی شبکه جهت‌یابی در دو گروه تمرین و کنترل تفاوت معناداری وجود نداشت ($P=0/70$ ، $t=0/38$ ، $df=18$) اما بین گروه تمرین و کنترل در پس‌آزمون تفاوت معناداری وجود داشت ($P=0/001$ ، $df=18$ ، $t=3/85$) به طوریکه در پس‌آزمون، کارایی شبکه جهت‌یابی گروه تمرین نوروفیدبک بیشتر از گروه کنترل بود.

عملکرد مهارت پرتاب دارت

نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری نشان داد اثر اصلی زمان معنادار نبود ($F_{(1,18)}=77/80$ ، $P=0/000$ ، $\eta^2=0/81$) اثر اصلی گروه معنادار بود ($F_{(1,18)}=5/69$ ، $P=0/028$ ، $\eta^2=0/24$) تعامل دو گروه در فاصله دو زمان معنادار بود ($\eta^2=0/267$ ، $F_{(1,18)}=6/565$ ، $P=0/020$) حال که تعامل معنادار شده به کنترل زمان و گروه پرداخته می‌شود.

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

Table 2- Dart-throwing skill scores of neurofeedback training and control groups in pre-test and post-test

پس‌آزمون		پیش‌آزمون		گروه	متغیر
Post test		Pre test			
انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	groups	variable
standard deviation	mean	standard deviation	mean		
0/70	7/96	0/98	5/45	نوروفیدبک Neurofeedback Training	پرتاب دارت Dart-throwing
0/79	6/67	0/85	5/29	کنترل Control	

بحث و نتیجه‌گیری

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

همچنین نتایج آزمون تی وابسته نشان داد در گروه تمرین بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون تفاوت وجود داشت ($P=0/000$ ، $t=9$ ، $df=8$) به طوری که نمرات پرتاب دارت در پس‌آزمون بیشتر از پیش‌آزمون بود. نتایج آزمون تی وابسته نشان داد در گروه کنترل بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون تفاوت وجود داشت ($t=-4/217$ ، $df=9$ ، $P=0/002$).

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 تتا 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 بارنئا 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 انگیختگی به نقش سیستم مشبک ساقه مغز در حفظ هوشیاری برمی‌گردد و در روان‌شناسی شناختی مفهوم انگیختگی را اینگونه توصیف کرده اند 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

همچنین تمرینات نوروفیدبک در افراد مبتدی در شرایط اضطراب‌حالی-رقابتی، باعث بهبود عملکرد مهارت پرتاب دارت 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 آلینوگاستا، 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 انگیختگی 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 آشفته‌گی‌های 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 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

². Moruzzi & Magoun

¹. Hammond

لازم است، بنابراین باعث آمادگی سیستم برای عکس العمل سریعتر از طریق تغییر در سیستم ایپی نفرین می‌شود (کسپر، لیوت و گیسیرچ^۵، ۲۰۱۲).

پژوهش‌ها نشان دادند که با کاهش یا سرکوبی دامنه امواج کند مغزی مانند تتا می‌توان شاهد تغییر رفتار به ویژه انگیزتگی و توجه در افراد بود (دیناروند و همکاران، ۲۰۲۰). با در نظر گرفتن اینکه شبکه هشدار بر پایه انگیزتگی 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 انگیزتگی، فرد نسبت به نشانه هشدار آگاه می‌شود و میزان نوراپی 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 انگیزتگی 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 انگیزتگی را تنظیم می‌کند و این به واسطه‌ی این است که در مطالعه شبکه هشدار از سیگنال‌های خطرناک برای ایجاد تغییرات فزاینده هوشیاری، قبل از ظهور هدف استفاده می‌شود و این نشانه‌های خطرناک منجر به تغییر سریع از حالت استراحت به یک حالت جدید که آماده‌سازی برای تشخیص و پاسخ به یک 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

و همچنین دریافت محرک حسی به عهده این شبکه می‌باشد (پترسون و پوسنر، ۲۰۱۲). شبکه هشدار با سیستم نورآدرنژیک و توسط انتقال دهنده‌ی عصبی نوراپی نفرین^۱ تنظیم می‌شود (جیجر، نیوفانگ، استین و دامچک^۲، ۲۰۱۴). پژوهش‌ها نشان می‌دهد که لوکوس سرولتوس، تنها منبع نورونهای نورآدرنژیک در مغز که نوراپی نفرین تولید می‌کنند، نقش کلیدی در فرایندهای شناختی دارد. دخالت همه جانبه لوکوس سرولتوس به ویژه در زمینه‌های شناختی که نیاز به تنظیم انگیزتگی دارند، نشان می‌دهد که فعالیت آن در تنظیم شبکه‌های توجه نقش دارد. انگیزتگی نیز با مکانیسم‌های نورآدرنژیک مغز سوم از طریق تقویت شدن لوکوس سرولتوس، مرتبط است که علاوه بر تشکیلات مشبک، به عنوان یک بنیاد عصبی اولیه برای انگیزتگی و فعالیت‌های اضافی در تالاموس و قشر آهیانه‌ای و پیشانی برای پاسخ دادن به هشدار استفاده می‌شود (جیوا، زیوا، وارشا و اولچیک^۳، 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 انگیزتگی زودگذر را از طریق ارائه نشانه‌های خطرناک ایجاد می‌کند و این هوشیاری شخص را نسبت به محرک افزایش می‌دهد و باعث کاهش زمان واکنش می‌شود (پوسنر و پترسون، ۱۹۹۰). در واقع نشانه‌های خطرناک به این علت استفاده می‌شود که شرکت‌کنندگان نه تنها موقعیت بلکه زمان‌بندی ارائه هدف را پیش‌بینی کنند، بنابراین نشانه‌های خطرناک به عنوان نشانه فضایی و زمانی عمل می‌کند (وستلی^۴ و همکاران، ۲۰۱۱). شبکه هشدار فعالیت عمومی مناطق کورتیکال و تالاموس را باعث می‌شود که برای اجرای اعمال شناختی دیگر

¹. Norepinephrine

². Geiger, Neufang, Stein & Domschke

³. Geva, Zivan, Warsha & Olchik

⁴. Aliño Costa, Gadea, Hidalgo, Pérez, & Sanjuán

⁵. Kasper, Elliott & Giesbrecht

نتیجه گرفت با تمرین نورفیدبک افراد در سطح مطلوبی از انگیزختگی 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 ناهم‌سویی این بخش از نتایج پژوهش حاضر با پژوهش‌های گذشته می‌توان به تعداد جلسات متفاوت، پروتکل تمرین نورفیدبک و ناحیه تمرین داده شده در این پژوهشها اشاره کرد که در نتایج اثر گذاشته‌اند.

نتایج پژوهش حاضر گویای تأثیر تمرین نورفیدبک بر بهبود عملکرد در مهارت پرتاب دارت است. این بخش از نتایج با نتایج رستمی و همکاران (۲۰۱۲) و پاول، جانسان، ساندهو و سیمون^۶ (۲۰۱۲) همسو و با نتایج پژوهش گروزیلیر، تامپسون، ردینگ، براندت و استفرت^۷ (۲۰۱۴) ناهمسو بود. نورفیدبک، یک مهارت خودتنظیمی است که از طریق خودآگاهی موجب رشد می‌شود. در تمرین نورفیدبک 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 به‌گونه‌ای تعامل نزدیک دارند که منبع انرژی اعمال بیرونی (حرکت) و اعمال درونی

پاسخگویی به سیگنال را تغییر می‌دهد (پوسنر، روتبارت، شیسه و وولکر^۱، 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^۲ خلفی و هسته پولوینار^۳ 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 انگیزختگی زمینه‌ای در تشکیلات مشبک بحث می‌کنند که می‌تواند هر دو این سیستم‌های توجه را تحت تأثیر قرار دهد. از طرفی در هنگام نورفیدبک عمومی زمانی که بازخورد به صورت بصری ارائه می‌شود، قشر اینسولار^۴ 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 انگیزختگی قشر مغز را تنظیم می‌کنند. (سیتارام و همکاران ۲۰۱۶). هولز، استین و راشل^۵ (۲۰۱۰) بیان کردند برای انجام موفقیت آمیز یک تکلیف توجهی سطح بهینه‌ای از انگیزختگی 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 انگیزختگی فرد بستگی دارد. همانطور که اشاره شد تمرین نورفیدبک سطح انگیزختگی قشر مغز را تنظیم می‌کند و انگیزختگی بهینه قشر مغز را برقرار می‌کند و بر اساس مدل توجهی پوسنر و پترسون (۱۹۹۰) شبکه جهت‌یابی از میزان انگیزختگی تأثیر می‌پذیرد. بنابراین می‌توان

¹. Posner, Rothbart, Sheese & Voelker

². Colliculus

³. Pulvinar nucleus

⁴. Insular cortex

⁵. Howells, Stein & Russell

⁶. Paul, Ganesan, Sandhu & Simon

⁷. Gruzelier, Thompson, Redding, Brandt & Steffert

نمود. 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 محمدزاده 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 گروزبلیر و همکاران (۲۰۱۴) کاهش آلفا و افزایش تتا بود، حال آنکه در پژوهش حاضر از پروتکل اس‌ام‌آرتا و افزایش آلفا استفاده شد.

نظریه U وارونه و فرضیه انگیزتگی مطلوب به توصیف و ارتباط میان انگیزتگی و عملکرد اشاره می‌کند. هر دوی این رویکردها نشان می‌دهند که هوشیاری نقش کلیدی در عملکرد مهارت‌های ورزشی دارد و سطوح بالای انگیزتگی باعث تخریب عملکرد افراد می‌شود. با توجه به مفهوم انگیزتگی و اهمیت آن در حیطه‌ی ورزشی، پژوهشگران از روش‌های متفاوتی از جمله نوروفیدبک برای رساندن فرد به سطح مطلوب انگیزتگی استفاده می‌کنند پس می‌توان نتیجه گرفت هنگامی که فرد در سطح مطلوب انگیزتگی قرار گیرد، عملکرد مطلوبی را نشان می‌دهد. با توجه به اینکه شبکه هشدار و جهت‌یابی بر پایه انگیزتگی بنا شده‌اند، بنابراین با داشتن سطح مناسبی از انگیزتگی شبکه هشدار و جهت‌یابی بهبود می‌یابد. از طرفی شواهد نشان می‌دهد که سیستم‌های مغزی درگیر در هشدار تونیک با سیستم‌های درگیر در انگیزتگی 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 تحت تأثیر قرار دادن

(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^۱ و همکاران (۲۰۱۵) انجام شد، به بررسی این موضوع پرداختند که آیا نوروفیدبک بر پایه 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 یاد گرفتند. 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 یادداری مهارت دارت معنادار

¹. Ring

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.

مشارکت نویسندگان

این مقاله مستخرج از رساله دکتری دانشجوی دانشگاه شهید بهشتی است. نویسندگان دوم و سوم به عنوان راهنمایان پژوهش حاضر، در نگارش مقاله، تکمیل ایده پژوهش و روش‌شناسی پژوهش کمک شایانی داشتند. نویسنده اول، ایده‌پرداز اصلی پژوهش و اجراکننده آن بود.

حامی مالی

این پژوهش هیچ گونه کمک مالی از سازمان‌های تأمین مالی در بخش‌های عمومی، تجاری یا غیرانتفاعی دریافت نکرد.

تعارض منافع

این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر قدردانی

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

منابع

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/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-

شبکه هشدار و جهت‌یابی سطح انگیزتگی را تنظیم می‌کند و باعث بهبود عملکرد می‌شود، بنابراین با وجود این توصیفات، عملکرد ورزشکاری که با تمرین به سطح مطلوبی از انگیزتگی 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 تاثیر 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.

- 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? *Annual 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. Mohammad Zadeh, H., Salehi, M., & Amini, H. (2016). A Comparison of the Effects of Neurofeedback and Physical Practices on Performance and Retention of Dart Throw Skill. *Journal of Sports and Motor Development and Learning*, 8(3), 467-483. <https://doi.org/10.22059/jmlm.2016.59382> (In Persian)
 22. 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.
 23. 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>
 24. 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>
 25. 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>
 26. 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>
 27. 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>
28. 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>
 29. 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>
 30. 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.
 31. Singer, K. (2004). The effect of neurofeedback on performance anxiety in dancers. *Journal of Dance Medicine & Science*, 8(3), 78-81.
 32. 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>
 33. 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. <http://dx.doi.org/10.14507/er.v0.4.80>
 34. Tahmasebi, F., Hatami, F., & Hedayati, A. (2018). The Effects of Neurofeedback Training with a Focus on Handedness on Learning of Dart Throwing Skill. *Motor Behavior*, 10(31), 109-128. <https://doi.org/10.22089/mbj.2018.1189> (In Persian)
 35. 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. <https://doi.org/https://www.sid.ir/en/journal/ViewPaper.aspx?id=339125> (In Persian)
 36. Wang, J.-R., & Hsieh, S. (2013). Neurofeedback training improves attention and working memory performance. *Clinical Neurophysiology*, 124(12), 2406-2420. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2013.05.020>
 37. 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>
 38. Wilson, M. R., Causer, J., & Vickers, J. N. (2015). Aiming for excellence: The quiet eye as a characteristic of expertise. In *Routledge handbook of sport expertise (pp. 22-37): Routledge*.
 39. Yang, J., Park, K., & Shin, M. (2019). Effects of ego-depletion and state

anxiety on performance changes in dart-throwing tasks: A latent curve model approach reporting trial data for human participants. *Frontiers in psychology*, 10, 2027. doi:<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02027>

40. *Zehtab Najafi, A., Vaez Mousavi, S. M. K., & Taheri, H. R. (2018).*

EFFECTIVENESS OF SELECTED PSYCHOLOGICAL INTERVENTIONS ON REDUCING COMPETITIVE STATE ANXIETY OF. *JRSM*, 8(15), 19-27. <https://doi.org/10.29252/JRSM.8.15.19> (In Persian)

نسخه پیش از انتشار