



Article Type: Original

Effectiveness of Heart Rate Variability Biofeedback Trainings on Sports Performance and Galvanic Skin Response in Badminton Players

Mahta Eskandarnejad ^{*1}, Masumeh Zamanlu ², Neda Fekrvand Leilabadi ¹

1. Motor Behavior Department, Physical Education and sport science Faculty, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
2. Neuroscience Research Center, Qom University of Medical Sciences, Qom, Iran.

Received: 27/03/2024, **Revised:** 09/09/2024, **Accepted:** 10/09/2024

* Corresponding Author: Mahta Eskandarnejad, E-mail: m.eskandarnejad@tabrizu.ac.ir

How to Cite: Eskandarnejad, M., Zamanlu, M. Fekrvand Leilabadi, N. (2024). Effectiveness of Heart Rate Variability Biofeedback Trainings on Sports Performance and Galvanic Skin Response in Badminton Players. *Sport Psychology Studies*, 13(50), 94-106.

Extended Abstract

Background and Purpose

Biofeedback is a method of prevention, care, and treatment based on the mind-body connection. By using electronic equipment and modern technology, it helps people become aware of psychophysiological processes and control them. Your mind tells your body what movements will make you perform a skill well, and your body tells your mind what it experiences while performing that skill. Athletes and coaches understand that almost all physical activities and sports behaviors are influenced by the mind, making biofeedback an important way to improve sports performance. Biofeedback technology plays a special role in sports

psychology, especially in training mental skills. This technology involves recording and returning biological information to the practitioner. In simple terms, biofeedback includes measuring and providing biological information (feedback) about a person, such as heart rate. Through biofeedback, individuals can see information about their bodies that they may not usually pay attention to or are unaware of. Hand temperature, blood pressure, breathing rate and depth, muscle tension level, hand skin perspiration (measured through skin conductivity), and brain electrical activity can all be measured with biofeedback. This technology gives individuals the



opportunity to make small adjustments to their performance.

Materials and Methods

The research method used in this study is semi-experimental with a pre-test and post-test design. The participants in this research are the top badminton players from the provincial team and badminton leagues. The statistical sample was selected using purposive sampling, and the participants were randomly divided into two groups: experimental and control. The level of arousal was evaluated based on galvanic skin response using the Procomp 2 device, and performance changes were measured with the Badminton French test in the pre-test and post-test stages. The experimental group received 10 sessions of HRV biofeedback training, starting with breathing exercises and then adding heart rate training. The control group continued with their regular training routines. Data

analysis was conducted using a covariance test in SPSS software.

Results

The findings of this study showed that HRV biofeedback training improves badminton sports performance, with more favorable values seen in skin galvanic response stimulation. These changes were evident when comparing the pre-test results with the control group. The usefulness of biofeedback in improving badminton players' performance was proven. The results suggest that biofeedback training can enhance the success of badminton players and help them consciously regulate their arousal levels. Further confirmatory studies are needed to explore these findings. The study applied biofeedback training to a group of badminton players and compared their performance and motivation with the control group.

The results of covariance analysis (ANCOVA) of pre-test and post-test of two groups in variables

Variable		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	sig	Partial Eta Squared
long shot	group	2381/75	1	72/28	72/28	0/001	0/81
	error	560/11	17	32/94			
Short Service	group	1910/14	1	1910/14	43/39	0/001	0/71
	error	748/36	17	44/02			
Galvanic skin	group	9/81	1	9/81	18/41	0/001	0/52
	error	9/05	17	0/53			

Conclusion

Biofeedback training can enhance the performance of badminton players and help regulate their arousal levels. The relationship between arousal and performance is a controversial topic in sports psychology, with many studies exploring it and presenting various theories. One theory suggests that each individual has an optimal performance range where arousal levels are ideal for peak performance. These optimal performance ranges are specific to tasks and environmental factors.

We sincerely thank and appreciate all the athletes who participated in this research.

Keywords: Biofeedback Training, Heart Rate Variability, Skin Galvanic, Sports Performance and Badminton Players.

Funding

The present study received no financial support from any institution or organization.

Authors' contributions

All authors contributed equally to the data collection, conceptualization, data analysis; presentation of the idea, authorship of the introduction, discussion and methodology, writing and revision of the article.

Conflicts of Interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments



نوع مقاله: پژوهشی اصیل

تأثیر تحریک اثربخشی تمرینات بیوفیدبک تغییرپذیری ضربان قلب بر عملکرد ورزشی و پاسخ گالوانیک پوستی در ورزشکاران ماهر بدمیتون

مهتا اسکندرنژاد ^{۱*} ID، معصومه زمانلو ^۲ ID، ندا فکروند لیل آبادی ^۳ ID

۱. گروه آموزش رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

۲. مرکز تحقیقات علوم اعصاب، دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۰۸، تاریخ اصلاح: ۱۴۰۳/۰۶/۰۹، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۲۰

* Corresponding Author: Mahta Eskandarnejad, E-mail: m.eskandarnejad@tabrizu.ac.ir

How to Cite: Eskandarnejad, M., Zamanlu, M. Fekrvand Leilabad, N. (2024). Effectiveness of Heart Rate Variability Biofeedback Trainings on Sports Performance and Galvanic Skin Response in Badminton Players. *Sport Psychology Studies*, 13(50), 94-106.

چکیده

هدف: پژوهش حاضر با هدف تأثیر تمرینات بیوفیدبک تغییرپذیری ضربان قلب (HRV) بر عملکرد ورزشی و پاسخ گالوانیک ورزشکاران ماهر بدمیتون انجام گرفته است.

مواد و روش‌ها: شرکت‌کنندگان پژوهش به روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب و به صورت تصادفی در دو گروه آزمایش و کنترل قرار گرفتند. میزان انگیزتگی بر اساس پاسخ گالوانیک پوستی از طریق دستگاه پروکامپ ۲ و تغییرات عملکرد با آزمون بدمیتون فرنچ در مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون ارزیابی شد. گروه آزمایشی ۱۰ جلسه تمرینات بیوفیدبک HRV دریافت کردند که با تمرینات تنفس آغاز و سپس تمرینات ضربان قلب به آن اضافه شد و گروه کنترل به تمرینات روتین خود ادامه دادند. تحلیل داده‌ها با آزمون کوواریانس در نرم‌افزار SPSS انجام شد.

یافته‌ها: یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد تمرینات بیوفیدبک تغییرپذیری ضربان قلب بر عملکرد ورزشی و پاسخ گالوانیک پوستی در ورزشکاران ماهر بدمیتون اثربخش است و انجام تمرینات بیوفیدبک تغییرپذیری ضربان قلب باعث بهبود عملکرد ورزشی و به افزایش پاسخ گالوانیک پوستی منجر می‌شود.

نتیجه‌گیری: نتایج مطالعه حاضر حاکی از آن است که تمرینات بیوفیدبک می‌توانند موفقیت بازیکنان بدمیتون را افزایش داده منجر به تنظیم آگاهانه انگیزتگی آنان شود.

کلیدواژه‌ها: حسگرهای الکترونیکی، تغییرپذیری ضربان قلب، پاسخ گالوانیک پوست، عملکرد بازیکنان، بدمیتون.



مقدمه

رسیدن به اوج اجرا و عملکرد یکی از مهم‌ترین اهداف ورزش است و آمادگی ذهنی و روانی ورزشکاران نیز یکی از فاکتورهای بسیار مهم در پیش برد اهداف آنان است تحقیقات روانشناسی ورزشی و رشد مستمر آن در طول دهه گذشته منجر به این نتیجه‌گیری شده است که عوامل روانی نقش مهمی در عملکرد ورزشکاران بازی می‌کند. روانشناسان ورزشی نیز در پی آن هستند که با یادگیری متدهای جدید آرامش ذهنی و روانی را برای بهبود عملکرد در ورزشکاران بالا ببرند (شلیبی^۱ و همکاران، ۲۰۲۳). به عقیده محققین برخی از ورزشکاران توانایی توسعه مهارت‌های روانی گوناگونی مانند تمرکز، شدید مهارت‌های کنترل اضطراب، تعیین هدف و تصویرسازی ذهنی به منظور اجراهای بهتر را دارند عملکرد ورزشی مطلوب نتیجه یادگیری مهارت‌های جسمانی و روانی است. متغیرهای زیادی بر یادگیری و عملکرد مطلوب تأثیر می‌گذارند (ساواش و همکاران، ۲۰۲۴).

امروزه بهبود و پیشرفت در اجرای ورزشکاران در شرایط مختلف به خصوص شرایط رقابتی و مسابقه یکی از دغدغه‌های اصلی محققان و دانشمندان حوزه تربیت‌بدنی و به ویژه رفتار حرکتی است. درواقع می‌توان گفت اجرا از چندین مؤلفه تأثیر می‌پذیرد که انگیزتگی^۲ از مهم‌ترین آن‌هاست. انگیزتگی، تنوعی از فعالیت‌های کلی فیزیولوژیکی و روان‌شناختی است ریشه‌های تلفیقی ذهنی و بیولوژیک دارد (نمث و بالو^۴، ۲۰۲۰). انگیزتگی که در ادبیات روانشناسی اغلب با اصطلاحاتی مانند سائق، فعال‌سازی، آمادگی و گوش‌به‌زنگی مترادف است، شرط لازم عملکرد ورزشی در حد مطلوب می‌باشد، لذا آماده‌سازی ورزشکاران برای بهترین اجرا، به میزان زیادی با سطح انگیزتگی آن‌ها در ارتباط است (ساینی^۵ و همکاران، ۲۰۲۴). در

حقیقت انگیزتگی، سطح هیجان به وجود آمده در دستگاه عصبی مرکزی است که دامنه آن از حالت خواب عمیق تا هیجان زیاد گسترده می‌باشد (کاردیناله^۶ و همکاران، ۲۰۱۸). در سطح بالای بسیاری از ورزش‌ها تفاوت ناچیزی بین سطح مهارت شرکت‌کنندگان وجود دارد به این ترتیب در اغلب اوقات توانایی کنترل انگیزتگی است که برنده را از بازنده جدا می‌کند (ردی^۷ و همکاران، ۲۰۲۴). در این میان سنجش‌های پوستی، به ویژه سطح هدایت الکتریکی پوست (SCL) بیش از همه، مورد استفاده قرار گرفته است (فدروف^۸ و همکاران، ۲۰۲۱). توانایی در کنترل هیجانات، افکار و رفتارهای فرد برای ورزشکارانی که می‌خواهند برتر باشند، ضروری است. تمرینات بیوفیدبک و انتقال مهارت‌های آن به محیط رقابتی، باعث می‌شوند تا ورزشکار از تکیه بر بازخورد بیرونی به بازخورد درونی روی آورد و باعث افزایش عملکرد هرچه بیشتر و بهینه شود. تمرینات بیوفیدبک به صورت موفقیت‌آمیزی برای بهبود عملکرد ورزشکاران رشته‌های مختلف به کار گرفته شده است، از جمله تیروکمان‌کاران (اسکندر نژاد و فکروند، ۱۳۹۶) شناگران (اسکندر نژاد و همکاران، ۱۴۰۲) و ژیمناست‌ها (شاو^۹ و همکاران، ۲۰۱۲) و رشته‌های دیگر. برای رشته بدمینتون پتانسیل‌های بسیاری شناسایی شده (پاگادوانی^{۱۰} و همکاران، ۲۰۲۰) و یک مطالعه برای مشکل مفصلی بدمینتون بازان انجام شده است (یانگ^{۱۱} و همکاران، ۲۰۲۲).

یکی از مداخلاتی که می‌تواند بر عملکرد ورزشکاران و پاسخ گالوانیکی پوست بدمینتون‌بازان اثرگذار باشد انجام تمرینات بیوفیدبک می‌باشد. بیوفیدبک یک روش پیشگیری، مراقبت و درمان مبتنی بر ارتباط ذهن و بدن است که با به‌کارگیری تجهیزات الکترونیکی و فناوری نوین به افراد کمک می‌کند بر فرآیندهای روان-فیزیولوژیکی خودآگاهی یابند و بتوانند آن‌ها را کنترل کنند (لطفعلیان، ۱۴۰۰). بر اساس واکنش

⁷ Reedi

⁸ Fedorov

⁹ Shaw

¹⁰ Pagaduan

¹¹ Yang

¹ Shelby

² Savash

³ Arousal

⁴ Nemeth and Baloo

⁵ Saini

⁶ Cardinale

بگذارد، اما در مسابقه با تزلزل به اجرای ضربات پردازد و بیشتر ضربات او به تور برخورد کند یا به خارج برود. در چنین شرایطی دیگر راه حل ممکن تمرین جسمانی و فنی نیست، بلکه او به تمرین مهارت-های روان شناختی و بیوفیدبک نیاز دارد (مشرعی و همکاران، ۱۳۹۷). با اینکه تحقیقات فراوانی در مورد بیوفیدبک انجام گرفته است، اما تمرکز این مطالعات بیشتر بر روی جنبه های درمانی بوده و تحقیقات اندکی در رابطه با بهبود عملکرد ورزشی می باشد و بیشتر تحقیقاتی که تاکنون انجام شده عموماً اشاره به تأثیر تمرینات بیوفیدبک و سایر تمرینات در رشته های ورزشی مختلف دارند. و از آنجایی که رشته بدمیتون از ورزش هایی است که برای رسیدن به اوج اجرا و عملکرد و کسب موفقیت در این رشته، کنترل عوامل فیزیولوژیک بدن و در کنار آن داشتن تمرکز، آرامش و دقت یکی از ضروریات می باشد رویکرد این پژوهش بر اساس روانشناسی مثبت است و به دنبال آن است که تأثیر نوروفیدبک را بر بهبود توجه و عملکرد ورزشکاران که قشر فرهیخته این جامعه محسوب می شوند، بررسی کند و با توجه به اینکه در ورزش بدمیتون سرعت و دقت و تمرکز از اهمیت به سزایی برخوردار است و تمرینات بیوفیدبک تقویت عوامل ذکر شده را دارد برای این تحقیق تمرینات بیوفیدبک به عنوان مداخله انتخاب شده است و محققین در صدد پاسخگویی به این سوال هستند که آیا تمرینات بیوفیدبک تغییرپذیری ضربان قلب بر عملکرد ورزشی و پاسخ گالوانیک پوستی در ورزشکاران ماهر بدمیتون اثر گذار می باشد؟

روش شناسی پژوهش شرکت کنندگان

شرکت کنندگان پژوهش را بدمیتون بازان ماهر رسمی هیئت بدمیتون شهر تبریز تشکیل دادند که تعداد ۲۰ نفر از آن ها به روش نمونه گیری در دسترس انتخاب شده و به صورت تصادفی در دو گروه آزمایش (۱۰ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) جایگزین شدند. قبل از شروع پژوهش، اطلاع رسانی های لازم درباره روند پژوهش با شرکت کنندگان انجام شد و پس از هماهنگی های لازم از بین افراد منتخب، ۲۰ نفر انتخاب شدند.

ذهن به بدن و اینکه چه حرکاتی باعث می شود تا یک مهارت را به خوبی انجام شود، همچنان بدن شما به ذهنتان می گوید که در طول انجام آن مهارت چه چیزی را تجربه می کند (چیتارا^۱ و همکاران، ۲۰۲۴). ورزشکاران و مربیان می دانند که تقریباً همه ی فعالیت های جسمانی و رفتارهای ورزشی توسط ذهن شکل می گیرند بدین ترتیب بیوفیدبک در حال تبدیل شدن به یک شیوه شاخص برای ارتقا عملکرد ورزشی است. تکنولوژی بیوفیدبک برای روانشناسی ورزشی و مخصوصاً برای آموزش مهارت های ذهنی جایگاه خاصی دارد (یامهوره و همکاران^۲، ۲۰۲۳). این تکنولوژی فرآیند ثبت و برگشت دادن اطلاعات بیولوژیکی به تمرین کننده است. در یک واژه ساده بیوفیدبک (بازخورد زیستی) شامل اندازه گیری و ارائه اطلاعات بیولوژیکی (پس خواند) فرد (به عنوان مثال ضربان قلب) است. در این روش افراد اطلاعات بدن خود را که در حالت عادی به آن توجه نمی کنند یا خارج از سطح آگاهی آنهاست مشاهده می کنند. دمای دست، فشارخون، تعداد و عمق تنفس، سطح تنش عضلانی، تعریق پوست دست (از طریق رسانایی پوست) و فعالیت الکتریکی مغز را می توان به کمک بیوفیدبک اندازه گیری کرد. بیوفیدبک این شانس را به فرد می دهد تا تغییرات کوچک را در اجرا تصحیح کند (فراست، ۱۴۰۲). با گذشت زمان و پیشرفت دانش در زمینه به کارگیری پروتکل های مناسب، امکان اثرگذاری این ابزارها روز به روز بیشتر شد و بر میزان کاربرد آن در ورزشکاران و تیم های ورزشی افزوده شد. امروزه بسیاری از ورزشکاران حرفه ای و تیم های ورزشی برای رسیدن به موفقیت در رقابت های ورزشی، با استفاده از این تکنیک ها به تمرین می پردازند (منصوری و همکاران، ۱۳۹۹).

ورزش بدمیتون که یک ورزش محبوب در سرتاسر جهان است و طرفداران زیادی دارد، از جمله ورزش هایی است که کنترل هیجانات و برانگیختگی، از اصلی ترین عوامل تأثیرگذار بر اجرای موفقیت آمیز مهارت های این ورزش محسوب می شوند (طارق فخری جیحی، ۱۴۰۳). برای مثال، ممکن است یک بازیکن بدمیتون در جلسات تمرین، ضربات اسمش بسیار دقیق و پرنیرو و پرسرعت را به اجرا

² Yamhure

¹ Chittaro

روش اجرای پژوهش

پژوهش حاضر، از نوع نیمه تجربی با طرح پیش آزمون/ پس آزمون بین گروهی است و مداخلات تمرینی بیوفیدبک که براساس اهداف و نیازهای تحقیق تدوین شده بود به مدت ۱۰ جلسه و در ۳۰ دقیقه انجام گردید. در این حین گروه کنترل هیچ مداخله‌ای دریافت نکرده و به تمرینات معمول خود در بدمیتون پرداختند. شایان ذکر است هر دو گروه در تمرینات تخصصی بدمیتون مشارکت داشتند. ملاک ورود ورزشکاران در این پژوهش، نداشتن آشنایی قبلی با تمرینات بیوفیدبک، داشتن حداقل سه سال سابقه ورزشی در رشته بدمیتون، داشتن مقام در مسابقات استانی و کشوری، داشتن سواد به روز در مورد رشته بدمیتون در ایران و جهان و همچنین نداشتن سابقه هیچ گونه بیماری جسمانی و روانی می‌باشد. این پژوهش در دو مرحله (پیش آزمون و پس آزمون) صورت گرفت که تمامی شرکت کنندگان در مرحله پیش آزمون از لحاظ تغییرات گالوانیک پوست و عملکرد ورزشی در قالب سرویس کوتاه و بلند مورد بررسی قرار گرفتند. در مرحله پس آزمون هم روی گروه کنترل مداخله‌ای صورت نگرفت ولی برای گروه آزمایش در مرحله پس آزمون مداخلات تمرینی بیوفیدبک اجر شد در طی مداخله تمرینی بیوفیدبک تمامی شرکت کنندگان گروه آزمایشی با نحوه صحیح تنفس شکمی آشنا شدند. برای اندازه‌گیری عملکرد از آزمون فرنچ بدمیتون استفاده شد همچنین برای اندازه‌گیری تغییرات گالوانیک پوست حسگر رسانایی پوست در قسمت برآمدگی انگشت اشاره بند انگشتان مچ دست، بسته شد. همچنین قبل از بسته شدن حسگر با استفاده از پنبه و الکلی تمیز شده و تمامی مراحل اندازه‌گیری و ثبت داده‌ها با استفاده از دستگاه پروکامپ ۲ دو کاناله ساخت کشور کانادا صورت گرفت. همچنین از هر فرد به مدت ۱۰ دقیقه از نظر گالوانیک پوست مورد ارزیابی قرار گرفت و برای بررسی تغییرات عملکرد ورزشی از آزمون فرنچ که به دو صورت ((سرویس کوتاه)) و ((ضربه بلند)) عملیاتی گردید

ابزارهای پژوهش

تکلیف علوم اعصاب شناختی

سرویس کوتاه: در این آزمون شرکت کنندگان ۲۰ بار به صورت متوالی و یا در دو سری ۱۰ تایی به سرویس کوتاه بدمیتون اقدام کرد. ورزشکار باید توپ را از بین خط تور و طنابی که از بالای تور و موازی با آن کشیده شده و ۵۰/۸ سانتی‌متر با آن فاصله داشت، به زمین مقابل می‌فرستاد. هدف‌هایی در زمین مقابل رسم شده بود که در صورت اصابت توپ با هر یک از آن‌ها، امتیاز خاصی به شرکت کننده تعلق می‌گرفت. سرویس‌ها باید صحیح و به صورت قانونی زده می‌شد. شعاع کمان‌های منطقه‌ی هدف در زمین مقابل به ترتیب ۵۵/۸۸ سانتی‌متر، ۷۶/۲ سانتی‌متر، ۹۶/۴۲ سانتی‌متر و ۱۱۶/۸۴ سانتی‌متر بود. امتیاز فرد، جمع نمراتی بود که در ۲۰ بار تکرار سرویس‌ها به دست می‌آمد. میزان امتیازها در منطقه هدف در شکل ۱ آمده است. آزمودنی باید توپ را از بین طناب و تور عبور می‌داد، در غیر این صورت امتیازی به او تعلق نمی‌گرفت (مجتهدی، ۱۳۹۵).

ضربه بلند: شرکت کنندگان برای اجرای آزمون باید توپ‌هایی را که از منطقه‌ی مقابل فرستاده می‌شد، از بالای یک طناب به ارتفاع ۲/۳۸ متر که با تور ۴/۲۸ متر فاصله دارد، عبور می‌داد و به هدف‌هایی که در شکل آمده ارسال می‌کرد. برای دریافت سرویس از زمین مقابل، شرکت کنندگان در مرکز منطقه‌ی سرویس در بین دو مربع ۵/۰۸ سانتی‌متری که بر روی کف سالن ترسیم شده بود و ۰/۹۱ متر با خط وسط سرویس ۳/۳۵ متر از تور فاصله داشت، می‌ایستاد. یک بازیکن باتجربه‌ی بدمیتون توپ را با ضربه بلند به محل تقاطع منطقه سرویس می‌فرستاد. سرویس باید بین دو مربع X و Y به آزمودنی می‌رسید. در این وضعیت بازیکن می‌بایست برای برگرداندن توپ به منطقه هدف به زیر توپ حرکت می‌کرد. منطقه هدف که علامت‌گذاری شده بود، شامل خطی بود که موازی با خط مستطیل انتهایی که ۰/۶۱ متر با آن فاصله داشت، خط دیگری در کنار آن، به همین فاصله رسم شد که در وسط طناب و خط اول قرار داشت در صورتی که ضربات به صورت غلط برای آزمودنی ارسال می‌شد، آن ضربات تکرار می‌شد. ۲۰ تکرار انجام می‌شد و امتیازات، بر اساس شکل علامت‌گذاری شده محاسبه می‌شد. توپ‌ها باید از روی تور عبور می‌کردند و به هدف می‌رسیدند. برای کلیه توپ‌هایی که از بالای طناب عبور کرد، همه امتیاز و اگر از زیر طناب عبور می‌کرد و به هدف می‌رسید نصف امتیاز در نظر گرفته می‌شد (مجتهدی، ۲۰۱۵).

روش پردازش داده ها

برای تحلیل داده‌ها از آمار توصیفی و استنباطی استفاده شد. اطلاعات به‌دست‌آمده با استفاده از روش‌های آمار توصیفی میانگین و انحراف استاندارد توصیف شد. برای تحلیل فرضیه‌های تحقیق، از آزمون تحلیل کواریانس تک متغیره استفاده شد.

نتایج

یافته‌های توصیفی این پژوهش شامل شاخص‌های آماری مانند میانگین و انحراف معیار برای کلیه متغیرهای مورد مطالعه در این پژوهش در جداول مربوطه ارائه شده است.

جدول ۱. توصیف نمرات متغیرهای ضربه بلند، سرویس کوتاه و پاسخ گالوانیک پوست در دو گروه آزمایش و کنترل

متغیر	گروه	میانگین	انحراف استاندارد
سرویس کوتاه	آزمایش	۶۲/۷۰	۱۳/۷۹
	کنترل	۳۷/۵۰	۱۹/۷۶
ضربه بلند	آزمایش	۶۶/۹۰	۱۲/۸۰
	کنترل	۳۵/۶۰	۱۱/۸۷
پاسخ گالوانیک پوست	آزمایش	۱/۲۲	۰/۶۶
	کنترل	۱/۹۹	۱/۶۲

همان‌طور که جدول ۱ نشان می‌دهد میانگین متغیر ضربه بلند برای گروه آزمایش برابر با ۶۶/۹۰ و برای گروه کنترل نیز برابر با ۳۵/۶۰ بدست آمده است. همچنین میانگین متغیر سرویس کوتاه برای گروه آزمایش برابر با ۶۲/۷۰ و برای گروه کنترل نیز برابر با ۳۷/۵۰ و میانگین متغیر گالوانیک پوست برای گروه آزمایش برابر با ۶۲/۷۰ و برای گروه کنترل نیز برابر با ۳۷/۵۰ بدست آمده است. قبل از بررسی فرضیه تحقیق ابتدا مفروضه نرمال بودن توزیع متغیر بررسی گردید. برای بررسی نرمال بودن توزیع متغیرها از آزمون شاپیرو ویلک استفاده شده است. بر اساس نتایج جدول ۲، چون سطح معناداری در هر دو گروه کنترل و آزمایش بزرگ‌تر از ۰/۰۵ می‌باشد، بنابراین توزیع داده‌های تحقیق در همه متغیرها و گروه‌ها نرمال است.

جهت داده‌ها از روش تحلیل کواریانس یک متغیره بهره گرفته شده است. نتایج آزمون باکس نشان داد ماتریس‌های واریانس-کوواریانس متغیرها برابر بوده و باهم تفاوت معناداری ندارند. بنابراین می‌توانیم از تحلیل کواریانس چند متغیره استفاده کنیم. بر اساس نتایج آزمون لون فرض صفر برای تساوی واریانس‌ها در متغیرهای تحقیق تأیید می‌گردد. یعنی پیش‌فرض تساوی واریانس‌های متغیرها تأیید گردید. بعد از بررسی مفروضه همسانی واریانس و همسانی ماتریس‌های واریانس-کوواریانس آزمون شاخص‌های اعتباری تحلیل کواریانس در شاخص‌ها استفاده گردید که به شرح زیر آورده شده است.

جدول ۲. بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها در متغیرهای تحقیق

متغیرها	گروه کنترل		گروه آزمایش	
	مقدار	معناداری	مقدار	معناداری
ضربه بلند	۰/۳۲۴	۰/۷۶۵	۰/۶۵۸	۰/۴۳۴
سرویس کوتاه	۰/۵۴۲	۰/۷۸۶	۰/۶۵۴	۰/۵۴۰
پاسخ گالوانیکی پوست	۰/۶۴۵	۰/۷۹۹	۰/۸۵۸	۰/۴۵۴

جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس تک متغیری در مرحله پس آزمون بر اساس نمرات ضربه بلند

مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معنی داری	مجذور اتا
۲۳۸۱/۷۵	۱	۷۲/۲۸	۷۲/۲۸	۰/۰۰۱	۰/۸۱
خطا	۱۷	۳۲/۹۴			

بر اساس نتایج جدول ۳، نتیجه اثرات بین آزمودنی‌ها برای متغیر ضربه بلند بین گروه‌ها در سطح $P < ۰/۰۵$ معنادار است. به عبارت دیگر تمرینات بیوفیدبک تغییرپذیری ضربان قلب می‌تواند بر شدت ضربات بلند بازیکنان

جدول ۴. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس تک متغیری در مرحله پس آزمون بر اساس نمرات سرویس کوتاه

مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معنی داری	مجذور اتا
۱۹۱۰/۱۴	۱	۱۹۱۰/۱۴	۴۳/۳۹	۰/۰۰۱	۰/۷۱
خطا	۱۷	۴۴/۰۲			

بر اساس نتایج جدول ۴، نتیجه اثرات بین آزمودنی‌ها برای متغیر سرویس کوتاه بین گروه‌ها در سطح $P < ۰/۰۵$ معنادار است. به عبارت دیگر تمرینات بیوفیدبک تغییرپذیری ضربان قلب می‌تواند بر شدت ضربات کوتاه بازیکنان

جدول ۵. نتایج تحلیل کوواریانس (آنکوا) پیش آزمون و پس آزمون دو گروه در نمرات گالوانیک پوست

مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معنی داری	مجذور اتا
۹/۸۱	۱	۹/۸۱	۱۸/۴۱	۰/۰۰۱	۰/۵۲
خطا	۱۷	۰/۵۳			

گالوانیک پوستی در ورزشکاران ماهر بدمینتون اثربخش است و انجام تمرینات بیوفیدبک تغییرپذیری ضربان قلب باعث بهبود عملکرد ورزشی و به افزایش پاسخ گالوانیک پوستی منجر می‌شود.

بر اساس نتایج تحقیق بیوفیدبک بر عملکرد ورزشکاران اثرگذار است در تبیین این نتیجه می‌توان گفت که رسیدن به عملکرد بهینه به معنی رسیدن به بیشترین کار آیی با صرف کمترین انرژی است اگر ذهن و جسم ورزشکار در حالت ایده آل و متعادل واکنش نشان دهند، عملکرد بهبود می‌یابد. این امر در اکثر موارد نا هوشیار است و مخصوصا هنگام داشتن هیجان زیاد در فعالیت شدید و لحظات حیاتی رقابت و مسابقه ورزشکار نمی‌داند که جسم یا ذهنش در حالت ایده آل نیست. در نتیجه ورزشکار قادر نیست که به وضعیت ایده آل عملکرد بازگردد. برای رفع این مشکل باید در مورد این که هر سیستم

بر اساس نتایج جدول ۵، نتیجه اثرات بین آزمودنی‌ها برای متغیر گالوانیک پوست بین گروه‌ها در سطح $P < ۰/۰۵$ معنادار است. به عبارت دیگر تمرینات بیوفیدبک تغییرپذیری ضربان قلب می‌تواند بر انگیزندگی گالوانیکی پوست بازیکنان بدمینتون را کاهش دهد. همچنین میزان ضربه اثرگذاری ۰/۵۲ بدست آمده است که ضربه تاثیرگذاری متوسطی را نشان می‌دهد.

بحث و نتیجه گیری

مطالعه حاضر باهدف اثربخشی تمرینات بیوفیدبک تغییرپذیری ضربان قلب بر عملکرد ورزشی و پاسخ گالوانیک پوستی در ورزشکاران ماهر بدمینتون انجام گرفته است که یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد تمرینات بیوفیدبک تغییرپذیری ضربان قلب بر عملکرد ورزشی و پاسخ

(دمهری، ۱۴۰۲). بدمیتون ورزش پیچیده‌ای است و نیازمند این است که ورزشکار در هر لحظه گوش به زنگ باشد و هر ثانیه تصمیمات متفاوت بگیرد و همچنین توانایی هماهنگی‌های حرکتی بینایی و نشانه‌گیری را داشته باشد که تمامی این‌ها نیازمند انعطاف‌پذیری انگیزشی و بهینه بودن شرایط فیزیولوژیک می‌باشد (سانگ^۲، ۲۰۲۲). بازیکنی که با آموزش‌های بیوفیدبک و با انگیزشی و شرایط فیزیولوژیک بدن خود از نزدیک آشنا می‌شود و تغییرات ارادی در آن‌ها ایجاد می‌کند بیشتر امکان به اجرا گذاشتن انعطاف‌پذیری مذکور را خواهد داشت و عجیب نیست که عملکرد بهتری از خود نمایان کند (دکا و همکاران^۳، ۲۰۱۷). آموزش بیوفیدبک باهدف توسعه آگاهانه تنظیم حالت انگیزشی فرد بر بهبود کنترل دستگاه عصبی خودکار متمرکز است و همچنین توانایی ورود به حالت پاراسمپاتیک را قبل از احاطه سمپاتیک بر بدن، افزایش می‌دهد که با این اثر، پاسخ‌های اضطرابی را خنثی می‌نماید. به نظر می‌رسد بازخورد ریستی با تنظیم سیستم عصبی خودمختار و بهینه‌سازی سطح انگیزشی از طریق شناخت و کنترل فاکتورهای فیزیولوژیک مانند امواج مغزی، تنفس، ضربان قلب، تغییرپذیری برافزایش خودآگاهی مؤثر بوده است (فراست، ۱۴۰۲) که ممکن است یکی از دلایل تأثیر بازخورد ریستی بر تغییرات انگیزشی در این پژوهش باشد. به نظر می‌رسد که مطالعه حاضر اولین گزارش در مورد تمرینات بیوفیدبک و عملکرد بازیکنان بدمیتون می‌باشد در عین حال یک پژوهش نیمه مشابه تأثیرات مثبت بیوفیدبک را در بازیکنانی که آسیب مفصل میچ را داشتند ارائه نموده است (یانگ، یونگ و اهم^۴، ۲۰۲۲).

با توجه به مطالب ارائه‌شده و لزوم بررسی و پژوهش‌های بیشتر در زمینه پژوهشی توصیه می‌شود که مربیان در شرایط تمرین و به‌طور ویژه در شرایط رقابتی نسبت به مسائل روانی، شخصیتی و جسمانی ورزشکاران خود توجه لازم را داشته و دانش و آگاهی خود را نسبت به این عوامل و روش‌های درمانی متفاوت و جدید روز دنیا افزایش دهند تا بتوانند به بهترین نحو ورزشکاران خود را هدایت کنند. بازخورد ریستی (بیوفیدبک) می‌تواند ابزار قدرتمندی برای تغییرات مهارت‌های روانی و فاکتورهای فیزیولوژیک ورزشکاران باشد، که آگاهی فردی و کنترل بر بدن و ذهن را افزایش می‌دهد و مشکلات روانی (استرس، انگیزشی، اضطراب) را کاهش می‌دهد. مطالعات آینده می‌تواند با تعداد بیشتر بازیکنان انجام‌شده و یافته‌های دقیق‌تری به دست بدهد

جسمانی یا ذهنی هنگام عملکرد مناسب چگونه رفتار می‌کند، اطلاعاتی جمع‌آوری شود و ورزشکار تمرین داده شود تا در موقع لزوم به آن حالت فیزیکی یا ذهنی مطلوب برسد تجهیزات و ابزارهای مدرن این امکان را فراهم می‌آورد که ورزشکاران تغییرات فیزیولوژیک مغز و بدن خود را مشاهده کنند و ببینند که این علائم چگونه و چرا در زمان‌های استراحت، تمرین و یا محیط پر از استرس و تنش‌زای مسابقه تغییر می‌کنند. هدف نهایی ورزشکار، یادگیری و کنترل پاسخ‌های ذهنی و بدنی مختلف در شرایط استرس‌زا است که به بهترین عملکرد منجر می‌شود. در آینده رقابت بر سر مدیریت ذهنی ورزشکاران، از تالش برای بهبود وضعیت فیزیکی و جسمانی ورزشکاران پیشی می‌گیرد. اندازه‌گیری‌های جنبه‌های پنهان مانند تفکر و احساس در ورزشکاران کلید پیشرفته‌ای آتی در عملکرد ورزشی است.

بر اساس نتایج تحقیق بیوفیدبک بر پاسخ گالوانیکی پوست ورزشکاران بدمیتون تبریز اثرگذار است در تبیین این یافته می‌توان گفت رابطه انگیزشی با عملکرد، یکی از بحث‌برانگیزترین مباحث روانشناسی ورزشی می‌باشد که تاکنون مطالعات زیادی جهت کشف آن انجام گرفته است و نظریات متعددی نیز در این رابطه ارائه شده است که هرکدام به بخشی از رابطه انگیزشی و عملکرد توجه کرده‌اند (کر^۱، ۲۰۲۱). در یکی از نظریه‌ها با عنوان "نواحی فردی عملکرد بهینه" بیان شده است که برای هر فرد، یک ناحیه وجود دارد و هر فرد دارای دامنه‌هایی از سطوح انگیزشی می‌باشد که عملکرد وی در آن بهینه است. شایان ذکر است که این نواحی مطلوب عملکرد، برای تکالیف و ویژگی‌های محیطی خاص می‌باشد. در بیوفیدبک این پیش‌فرض همواره مطرح است که تعدیل انگیزشی منجر به بهبود عملکرد می‌شود. در این مطالعه نیز همین یافته‌های نیز به دست آمده است. در این موارد می‌توان به نظریه جیمز-لانگه اشاره کرد، بر پایه این نظریه موقعیت‌های هیجان‌انگیز سبب برانگیختن پاسخ‌های فیزیولوژیک ویژه‌ای می‌شود مانند لرزیدن، عرق کردن و ضربان قلب. مغز از عضلات و اندام‌هایی که این واکنش‌ها را ایجاد می‌کند، پس‌خوراند حسی دریافت کرده و این پس‌خوراند است که احساس‌های مربوط به انگیزشی ما را به وجود می‌آورد. جیمز می‌گوید، احساس-های هیجانی فرد مبتنی بر عملی است که از او سر می‌زند و پس‌خوراند حسی که از عضلات و اندام‌های درونی دریافت می‌شود

³ Deka, Berg, Harder, Batelaan & McGrath

⁴ Yang, Jung & Uhm

¹ Kerr

² Song

مطالعه حاضر حاکی از آن است که تمرینات بیوفیدبک می‌توانند موفقیت بازیکنان بدمینتون را افزایش داده منجر به تنظیم آگاهانه انگیزش آنان شود. این یافته‌ها مسیر جدیدی در ارتقا ورزشکاران این حیطه می‌گشاید و مطالعات تایید کننده بعدی مورد نیاز است.

همچنین قابل ذکر است که تکنیک بیوفیدبک به اجراکننده آن از نظر مهارت و توانایی همدلی اتکا زیادی دارد و تکرار تمرینات بیوفیدبک با هر اجراکننده‌ای نتایج مشابه نخواهد داد. اجرا در گروه‌های سنی مختلف نیز می‌تواند یافته‌های گسترده‌تر و جالبی به دست بدهد. نتایج

References

1. A Preliminary Study of Central Nervous System Arousal and Sleep Quality in Bipolar Disorder. *Psychopathology*, 51(4), 269–275. <https://doi.org/10.1159/000489679>
2. Chittaro, L., Serafini, M., & Vulcano, Y. (2024). Virtual reality experiences for breathing and relaxation training: The effects of real vs. placebo biofeedback. *International Journal of Human-Computer Studies*, 188, 103275. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2024.103275>
3. Deka, P., Berg, K., Harder, J., Batelaan, H., & McGrath, M. (2017). Oxygen cost and physiological responses of recreational badminton match play. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 57(6), 760–765. <https://doi.org/10.23736/s0022-4707.16.06319-2>
4. Fedorov, V. F., Surovtsev, V. V., Laneev, E. B., Muratov, M. N., Stolyar, V. L., Melkova, S. O., & Amcheslavskaya, M. A. (2021). Electrical Conductivity of Human Skin: Some Metrological Aspects. In 2021 23rd International Conference on Digital Signal Processing and its Applications (DSPA) (pp. 1-5). IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/DSPA51283.2021.9535714>
5. Frost, S. (2023) The interaction of poetry and architecture in the depiction of poetic spaces and arousal of the audience, the 18th meeting of the Association for the Promotion of Persian Language and Literature, Kerman. In Persian
6. Eskanderjad, Mahta and Fekrvand Leilabadi, Neda. (2016). Changes in arousal of Tabriz archery after a course of biofeedback trainings. Senior thesis. Tabriz University. In Persian
7. Kerr, J. H. (2021). Anxiety, arousal, and sport performance: An application of reversal theory. In *Anxiety in sports* (pp. 137-151). Taylor & Francis. <https://doi.org/10.4324/9781315781594-11>
8. Lotfalian, Bahark (2021) Design and construction of biofeedback device for rehabilitation in fixing the problem of forward head problem, master's thesis, Ragheb Esfahani Institute of Higher Education. In Persian
9. Maman, P. Kanupriya, G. Jaspal, S. S. (2011). Role of Biofeedback in Optimizing Psychomotor Performance in Sports. *Asian Journal of Sports Medicine*, Volume 3 (Number 1), March 2012, Pages: 29-40. <https://doi.org/10.5812/asjms.34722>
10. Mansouri, Jamil, Rostami, Reza, Shahwaroqi, Ahmad, and Ranjbar, Sadeq. (2019). The effectiveness of neurofeedback trainings in improving the single skills of athletes: a review study. *Sports-Motion Development and Learning (Motion)*, 12(2), 187-204. In Persian <https://doi.org/10.22059/jmlm.2020.295329.1483>
11. Moteshareei, E., Vaez Mousavi, M., Abdoli, B, Farsi, AR. (2017). The relative contribution of mental strength in explaining sports

- performance under pressure of skilled badminton players. *Sports Psychology Studies*, 7(26), 19-30. In Persian <https://doi.org/10.22089/spsyj.2019.1215>
12. Németh, K., & Balogh, L. (2020). The relationship between arousal zone, anxiety, stress and sports performance. *Stadium-Hungarian Journal of Sport Sciences*, 3(2), 1-14. <https://doi.org/10.36439/shjs/2020/2/8603>
 13. Pagaduan, J. C., Chen, Y. S., Fell, J. W., & Wu, S. S. X. (2020). Can heart rate variability biofeedback improve athletic performance? A systematic review. *Journal of Human Kinetics*, 73, 103. <https://doi.org/10.2478/hukin-2020-0004>
 14. Pusenjak N, Grad A, Tusak M, Leskovsek M, Schwarzlin R. Can biofeedback training of psychophysiological responses enhance athletes' sport performance? A practitioner's perspective. *Phys Sportsmed*. 2015 Jul;43(3):287-99. <https://doi.org/10.1080/00913847.2015.1069169>
 15. Reddy, S. M., Gray, H., Barry, T., Bessell, B., Shalaby, M., Woodward, M., & Awad, K. (2024). Efficacy of Biofeedback in Paediatric Urology Patients: A Single Centre Experience. *Journal of Pediatric Surgery*, 59(2), 295-298. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2023.10.033>
 16. Saini, K., Singh, G., & Kothiyal, S. (2024). Normative value of deep neck flexors muscle strength measurement using pressure biofeedback unit and sphygmomanometer: An observational study. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 39, 1-3. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2023.11.039>
 17. Savaş, E. H., Semerci, R., & Bayram, C. (2024). The effect of a biofeedback-based virtual reality game on pain, fear and anxiety levels during port catheter needle insertion in pediatric oncology patients: A randomized controlled study. *European Journal of Oncology Nursing*, 70, 102621. <https://doi.org/10.1016/j.ejon.2024.102621>
 18. Shaw, L., Zaichkowsky, L., & Wilson, V. (2012). Setting the balance: Using biofeedback and neurofeedback with gymnasts. *Journal of Clinical Sport Psychology*, 6(1), 47-66. <http://dx.doi.org/10.1123/jcsp.6.1.47>
 19. Shelby L. Bachman, Cole, S., Yoo, H. J., Nashiro, K., Min, J., Mercer, N., & Mather, M. (2023). Daily heart rate variability biofeedback training decreases locus coeruleus MRI contrast in younger adults in a randomized clinical trial. *International Journal of Psychophysiology*, 193, 112241. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2023.08.014>
 20. Silva J, Stevens D (Eds). (2002). *Psychological foundations of sport*, Boston, MA: Allin and Bacon.
 21. Song H. (2022). Analysis of Winning Experience and Technical Training Effect of Badminton Match Based on BP Neural Network. *Journal of healthcare engineering*, 2022, 5295881. <https://doi.org/10.1155/2022/5295881>
 22. Tariq Fakhri Jahishi, Zain al-Abidin (2024) Presenting a model of strategies for benefiting from new technologies in the development of badminton sport, thesis of the specialized doctorate course, Mohaghegh Ardabili University. In Persian.
 23. Wilson VE, Cummings M. (2004). *Owner's manual for self-regulation of your brain and body*. YSAM Inc; Toronto.
 24. Yamhure, G., Fajardo, A., Paez-Rueda, C. I., Perilla, G., & Pérez, M. (2023). On the controllability assessment of biofeedback eyeglasses used in Presbyopia treatment.

Displays, 79, 102497.

<https://doi.org/10.1016/j.displa.2023.102497>

Yang, D., Jung, H., & Uhm, Y. (2022). The Effects of Taping Combined Biofeedback Balance Training on the Lower Extremity Muscle of the Badminton Club Member with Ankle Instability. 18(2), 21-29.