Journal of Sport Biosciences
University of Tehran Press
Online ISSN: 2676-4148

The Effect of Two Types of Aerobic and Combined Exercise on The Autonomic Nervous System, Heart Rate Variability and Oxidative Stress in Women with Panic Disorder

Nahid Ashkriz[1], Lotfali Bolboli[2], Mostafa Khani[3]✉, Roghayyeh Afroundeh[4], Mahta Eskandarnejad[5]

1. Department of Sport Biosciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. E-mail: nahidashkriz@uma.ac.ir
2. Department of Sport Biosciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. E-mail: l_bolboli@uma.ac.ir
3. Corresponding Author, Department of Sport Biosciences, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran. E-mail: khani_ms@tabrizu.ac.ir
4. . Department of Sport Biosciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. E-mail: afroundeh@uma.ac.ir
5. Department of Motor Behavior, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran. E-mail: m.eskandarnejad@tabrizu.ac.ir

Article Info

Article type:

Research

Article history:
Received:
27 November 2024
Received in revised form:
2 January 2025
Accepted:
25 February 2025
Published online:
5 March 2025

Keywords:
combined exercise,
heart rate variability,
high-low impact aerobics,
low-impact aerobics,
oxidative stress,
panic.

ABSTRACT

Introduction: In individuals with panic disorder, the level of autonomic nervous system activity is more impaired and the levels of oxidative markers are higher. The positive effects of aerobic exercise may help to improve oxidative stress and heart rate variability (HRV). Therefore, this study aimed to investigate the effect of aerobic and combined exercises on the autonomic nervous system, HRV, and oxidative stress in women with panic disorder.

Methods: In this quasi-experimental clinical trial, 31 women with panic disorder participated through a convenience sampling method with a mean panic score of (42.96 ± 16.66). Participants were randomly assigned into two groups: low-impact aerobics exercise (n=10), and high-low impact aerobics + resistance exercise (n=10), and one control group (n=11). Total antioxidant capacity (TAC) and malondialdehyde (MDA) indices were measured by blood sampling and resting heart rate variability (HRV) was measured by a Holter monitoring device 24 hours before the start of the first training session and 24 hours after the last training session. Data were analyzed using an analysis of covariance test at a significance level of 0.05 using SPSS version 26.

Results: The results showed a significant difference in MDA, TAC, and panic scores after 12 weeks of training in both exercise groups ($P \geq 0.05$). However, HRV indices (SDNN, HF, LF, LF/HF, and TP) showed no significant changes.

Conclusion: Twelve weeks of low-impact aerobics and high-low-impact aerobics-resistance exercises improved the level of oxidative stress in women with panic disorder.

Cite this article: Ashkriz, N., Bolboli, L., Khani, M., Afroundeh, R., & Eskandarnejad, M. The Effect of Two Types of Aerobic and Combined Exercise on The Autonomic Nervous System, Heart Rate Variability and Oxidative Stress in Women with Panic Disorder. *Journal of Sport Biosciences.* 2024; 16 (4):71-89.
DOI: http//doi.org/10.22059/jsb.2025.385925.1664.

Journal of Sport Biosciences by University of Tehran Press is licensed under CC BY-NC 4.0.
| Web site: https://jsb.ut.ac.ir/ | Email: jsb@ut.ac.ir.

© The Author(s). Publisher: University of Tehran Press.

Journal of Sport Biosciences
University of Tehran Press
Online ISSN: 2676-4148

Extended Abstract

Introduction

Chronic stress resulting from unhealthy lifestyles and environmental pressures disrupts physiological balance and impairs the regulation of the autonomic nervous system (ANS) [1]. This dysregulation, characterized by increased activity of the sympathetic nervous system (SNS) and reduced function of the parasympathetic nervous system, can lead to negative health outcomes. Oxidative stress is a key factor in these disturbances and can be measured using biomarkers such as total antioxidant capacity (TAC) and malondialdehyde (MDA) levels. Anxiety decreases TAC while increasing oxidative stress [2], making individuals with panic disorder particularly susceptible to oxidative damage [4]. Panic disorder, a prevalent anxiety disorder [5], is marked by sudden and intense episodes of fear and anxiety [6,7]. Individuals with panic disorder often experience impaired neural control over cardiac function, resulting in decreased heart rate variability (HRV) [9]. HRV, which measures variations in the time intervals between heartbeats on an electrocardiogram [10], serves as a noninvasive indicator of ANS function. Reduced HRV, which reflects increased SNS activity and lower vagal tone, is linked to a higher risk of arrhythmias and cardiac events [12]. HRV can be analyzed using both time-domain and frequency-domain methods [11]. Regular aerobic exercise helps to improve ANS balance [10], with varying intensities and types of exercise having different effects on oxidative stress markers [16]. Given the significance of ANS regulation, HRV, and oxidative stress in relation to panic disorder, this study explored the effects of two exercise interventions—low-impact aerobics and high-low-impact aerobics combined with resistance training—on these parameters in women with panic disorder.

Methods

Forty-five women with panic disorder were recruited through psychiatric centers in Tabriz and public advertisements targeting individuals experiencing panic symptoms. The diagnosis was confirmed by a psychiatrist using the Albany Panic and Phobia Questionnaire (APPQ, 1996). Participants were randomly assigned to three groups (n = 15 per group) based on their panic questionnaire scores and body mass index (BMI): a low-impact aerobics (Li) group, a high-low impact aerobics with resistance training (Hi-Lo) group, and a control group. The 12-week intervention consisted of structured exercise sessions held three times a week. HRV measurements were taken using a 7-lead Holter monitor in a quiet, semi-dark room maintained at a temperature of 21–26°C. Recordings were conducted in the morning (between 7:00 AM and 1:00 PM) while participants were in a supine position, both before and after the intervention. Blood samples were collected 24 hours before the first session and after the final session to measure TAC and MDA levels, following standard health protocols. The Li aerobics group exercised at 60–70% of their maximum heart rate, with music tempos between 135 and 140 beats per minute (BPM). The Hi-Lo aerobics plus resistance training group performed a series of four high-low impact aerobics routines combined with resistance exercises at 70–80% of their maximum heart rate, set to music tempos ranging from 140 to 145 BPM.

Results

An analysis of covariance (ANCOVA) revealed significant differences in panic questionnaire scores, TAC, and MDA levels among the groups at a 0.05 significance level following the intervention. Both exercise groups showed notable improvements in TAC and reductions in MDA levels compared to the control group. Additionally, Bonferroni's post-hoc analysis indicated a significant reduction in BMI in the Hi-Lo aerobics + resistance training group, while the Li aerobics group did not show any significant change in BMI. Heart rate recovery (HRR) significantly improved in the Li aerobics group compared to the control group, whereas the Hi-Lo plus resistance training group exhibited no significant change in HRR. However, there were no statistically significant differences in VO2max and HRV indices among the groups.

Conclusion

Both exercise interventions effectively reduced oxidative stress, as shown by decreased MDA levels and increased TAC, while also alleviating panic symptoms. These results are consistent with previous research indicating that aerobic exercise can enhance antioxidant defenses, potentially by increasing non-enzymatic antioxidants such as nitric oxide, uric acid, and albumin. However, the lack of significant changes in HRV suggests that exercise alone may not be enough to restore autonomic function in individuals with panic disorder. Persistent reductions in HRV could be due to neural deficits associated with panic disorder that may not easily improve with exercise alone. While structured exercise programs can help reduce oxidative stress and panic symptoms in women with panic disorder, additional or complementary interventions may be necessary to optimize autonomic function.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines: This research has received approval from the Research Ethics Committee at the University of Tabriz (IR.TABRIZU.REC.1402.003).

Funding: This article is derived from a PhD's thesis. All expenses were provided by the authors.

Journal of Sport Biosciences
University of Tehran Press
Online ISSN: 2676-4148

Authors' contribution: All authors contributed equally to the preparation of the article

Conflict of interest: The authors declare no conflicts of interest.

Acknowledgments: We would like to express our gratitude to all the participants who contributed to this research.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

علوم زیستی ورزشی
انتشارات دانشگاه تهران
شاپا الکترونیکی: ۲۶۷۶-۴۱۴۸

تأثیر دو نوع ورزش ایروبیک و ترکیبی بر دستگاه عصبی خودمختار، تغییرپذیری ضربان قلب و استرس اکسیداتیو زنان مبتلا به اختلال پانیک

ناهید اشکریز[۱]، لطفعلی بلبلی[۲]، مصطفی خانی[۳]✉، رقیه افروندہ[۴]، مهتا اسکندرنژاد[۵]

۱. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکدۀ علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. رایانامه: nahidashkriz@uma.ac.ir

۲. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکدۀ علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. رایانامه: l_bolboli@uma.ac.ir

۳. نویسندۀ مسئول،گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکدۀ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. رایانامه: khani_ms@tabrizu.ac.ir

۴. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکدۀ علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. رایانامه: afroundeh@uma.ac.ir

۵. گروه رفتار حرکتی، دانشکدۀ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. رایانامه: m.eskandarnejad@tabrizu.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۹/۷
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۰/۱۳
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۷
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۱۲/۱۵

کلیدواژه‌ها:
ایروبیک Li،
ایروبیک Hi-Lo،
ترکیبی،
استرس اکسیداتیو،
تغییرپذیری ضربان قلب،
پانیک.

چکیده

مقدمه: در افراد مبتلا به اختلال پانیک، سطح فعالیت دستگاه عصبی خودمختار اختلال بیشتری پیدا می‌کند و میزان سطوح شاخص‌های اکسیداتیو در این افراد بیشتر است. بهبود استرس اکسیداتیو و HRV می‌تواند در نتیجۀ تأثیرات مثبت تمرینات هوازی حاصل شود، بنابراین هدف از پژوهش حاضر، بررسی تأثیر دو نوع ورزش ایروبیک و ترکیبی بر دستگاه عصبی خودمختار، تغییرپذیری ضربان قلب و استرس اکسیداتیو زنان مبتلا به اختلال پانیک بود.

روش پژوهش: در این کارآزمایی بالینی نیمه‌تجربی، ۳۱ زن مبتلا به اختلال پانیک به‌صورت نمونه‌گیری در دسترس با میانگین نمرات پانیک (۱۶/۶۶ ± ۴۲/۹۶) شرکت کردند و به‌طور تصادفی به دو گروه تمرین ایروبیک Li (۱۰ نفر) و ایروبیک Hi-Lo+ مقاومتی (۱۰ نفر) و گروه کنترل (۱۱ نفر) تقسیم شدند. ۲۴ ساعت پیش از شروع اولین جلسۀ تمرینی و ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسۀ تمرینی شاخص‌های آنتی‌اکسیدان کل (TAC) و مالون‌دی‌آلدهید (MDA) از طریق خون‌گیری و تغییرپذیری ضربان قلب (HRV) توسط دستگاه هولترمانیتورینگ در حالت استراحت، اندازه‌گیری شد. برای تحلیل آماری از آزمون کوواریانس در سطح معناداری ۰/۰۵ تحت نسخۀ ۲۶ نرم‌افزار آماری SPSS استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد تفاوت معناداری در TAC، MDA و نمرات پانیک پس از ۱۲ هفته تمرین در هر دو گروه تمرینی وجود دارد ($P \leq ۰/۰۵$)، اما فاکتورهای HRV (SDNN، HF، LF، LF/HF و TP) تغییرات معناداری را نشان نداد.

نتیجه‌گیری: به‌نظر می‌رسد که ۱۲ هفته تمرینات ایروبیک (Li و Hi-Lo + مقاومتی) میزان استرس اکسیداتیو را در افراد مبتلا به اختلال پانیک بهبود دهد.

استناد: اشکریز، ناهید؛ بلبلی، لطفعلی؛ خانی، مصطفی؛ افروندہ، رقیه؛ و اسکندرنژاد، مهتا. تأثیر دو نوع ورزش ایروبیک و ترکیبی بر دستگاه عصبی خودمختار، تغییرپذیری ضربان قلب و استرس اکسیداتیو زنان مبتلا به اختلال پانیک. نشریۀ *علوم زیستی ورزشی*.۱۴۰۳؛ (۴)۱۶، ۸۹-۷۱.

DOI: http//doi.org/10.22059/jsb.2025.385925.1664.

دسترسی به این نشریه علمی، رایگان است و حق مالکیت فکری خود را بر اساس لایسنس کریتیو کامنز (CC BY-NC 4.0) به نویسندگان واگذار کرده است.| آدرس نشریه: https://jsb.ut.ac.ir/ | ایمیل: jsb@ut.ac.ir

ناشر: انتشارات دانشگاه تهران. © نویسندگان.

مقدمه

در جوامع مدرن، استرس مزمن ناشی از سَبک زندگی ناسالم و فشارهای محیطی می‌تواند به اختلال در هموستاز فیزیولوژیکی بدن و عملکرد دستگاه عصبی خودمختار[۱](ANS) منجر شود. این اختلال به‌طور معمول با افزایش تون سمپاتیک[۲](SNS) و کاهش عملکرد پاراسمپاتیک[۳](PNS) همراه است که می‌تواند پیامدهای منفی متعددی بر سلامت عمومی فرد داشته باشد. ANS در تنظیم بسیاری از فرایندهای حیاتی بدن از جمله عملکردهای قلبی-عروقی، تنفسی، متابولیکی و روان‌شناختی نقش دارد و عدم تعادل آن می‌تواند با بیماری‌های غدد درون‌ریز، قلبی- عروقی و اختلالات روانی مرتبط باشد [۱]. یکی از سازوکارهای کلیدی که تعادل ANS را تحت تأثیر قرار می‌دهد، استرس اکسیداتیو است. استرس اکسیداتیو زمانی رخ می‌دهد که تعادل بین تولید گونه‌های فعال اکسیژن[۴](ROS) و ظرفیت دفاعی آنتی‌اکسیدانی بدن مختل شود. دو شاخص مهم در ارزیابی این پدیده شامل ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل[۵](TAC) و مالون‌دی‌آلدئید[۶] (MDA) هستند. TAC نشان‌دهندهٔ مجموع آنتی‌اکسیدان‌های موجود در مایعات بیولوژیکی است [۲]، درحالی‌که MDA یکی از مهم‌ترین محصولات جانبی پراکسیداسیون لیپیدی و شاخصی از آسیب سلولی ناشی از استرس اکسیداتیو محسوب می‌شود [۳].

تحقیقات نشان داده‌اند که اضطراب می‌تواند با افزایش ROS و کاهشTAC ، به استرس اکسیداتیو منجر شود [۲]، به‌طوری‌که افراد مبتلا به اختلال پانیک[۷](PD) در معرض سطوح بالاتری از استرس اکسیداتیو قرار دارند [۴]. اختلال پانیک یکی از شایع‌ترین اختلالات اضطرابی است [۵] که با حملات ناگهانی ترس و اضطراب غیرمنتظره مشخص می‌شود [۶،۷]. این اختلال در زنان تقریباً دو برابر بیشتر از مردان دیده می‌شود و علاوه بر آثار روانی، می‌تواند با مشکلات جسمانی همچون افزایش ریسک بیماری‌های قلبی- عروقی همراه باشد [۸]. در بیماران پانیک، تنظیم عصبی قلب در پاسخ به استرس مختل شده و به کاهش تغییرپذیری ضربان قلب[۸](HRV) منجر می‌شود که نشان‌دهندهٔ کاهش عملکرد عصب واگ و فعالیت پاراسمپاتیک است [۹]. HRV یک شاخص غیرتهاجمی و عملی برای ارزیابی عملکرد ANSدر سطح قلبی و بیانگر تغییرات زمانی بین فواصل متوالی R-R در ECG است [۱۰]. این شاخص نشان‌دهندهٔ تعادل بین فعالیت‌های SNSو PNS بوده و کاهش آن با بیماری‌های قلبی-عروقی، متابولیکی و حتی روان‌پریشی مرتبط است [۱۱]. در بیماران مبتلا به PD، کاهش HRV به‌دلیل افزایش تون سمپاتیکی و کاهش مدولاسیون واگی مشاهده می‌شود که می‌تواند قلب را در معرض تحریک بیش‌ازحد SNSو در نتیجه افزایش ریسک آریتمی و مرگ ناگهانی قرار دهد [۱۲]. HRV به‌طور معمول با دو روش زمان-محور و فرکانس-محور تحلیل می‌شود. یکی از شاخص‌های زمان-محور شامل SDNN (انحراف معیار اینتروال‌هایR-R) است که نشان‌دهندهٔ تنوع کلی HRV است. در مقابل شاخص‌های فرکانس-محور شامل فرکانس پایین (LF، ۰/۰۴-۰/۱۵ Hz) که با فعالیت SNS مرتبط است؛ فرکانس بالا (HF، ۰/۱۵-۰/۴ Hz) که نشان‌دهندهٔ فعالیت PNS است؛ نسبت LF/HF که تعادل بین SNS و PNS را نشان می‌دهد و توان کل[۹](TP یا واریانسی از تمامی اینتروال‌های ضربان قلب‌های نرمال با واحد هرتز) است که فعالیت کلی اعصاب اوتونوم را نشان می‌دهد [۱۱] و می‌تواند نشان‌دهندهٔ عملکرد واگ باشد [۱۳].

فعالیت بدنی منظم، به‌ویژه تمرینات هوازی، به‌عنوان راهکاری مؤثر در بهبود عملکرد ANS معرفی شده است [۱۰]. این تمرینات از طریق افزایش تون واگی، کاهش اثر سمپاتیک و تنظیم تعادل سمپاتوواگال می‌توانند HRV را بهبود بخشند [۱۴]. همچنین ورزش هوازی می‌تواند سطح کاتکولامین‌ها و تراکم گیرنده‌های بتا-آدرنرژیک را کاهش و میزان در دسترس بودن نیتریک اکسید (NO) را افزایش دهد

1. Autonomic Nervous System
2. Sympathetic nervous system
3. parasympathetic nervous system
4. Reactive oxygen species
5. Total Antioxidant Capacity
6. Malondialdehyde
7. Panic Disorder
8. Heart Rate Variability
9. Total power

که همهٔ این موارد به بهبود خودتنظیمی قلبی منجر می‌شود [۱۵]. با این حال، شدت و نوع تمرینات ورزشی تأثیرات متفاوتی بر استرس اکسیداتیو دارند [۱۶]. اگرچه فعالیت ورزشی شدید می‌تواند به‌طور موقت تولید ROS را افزایش دهد، اما تمرینات ورزشی منظم می‌توانند با افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، TACرا بالا ببرند و MDA را کاهش دهند [۱۷]. برای مثال، کارلسون[1] و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که ورزشکاران نسبت به افراد غیرفعال دارای سطوح بالاتری از TAC هستند [۱۸]. همچنین لیلارانگریوب[2] و همکاران (۲۰۱۱) دریافتند که شش هفته تمرین ایروبیک می‌تواند TAC را افزایش و MDA را کاهش دهد [۱۹]. با وجود این، تیروپاتی[3] و همکارانبیان کردند که استرس اکسیداتیو ناشی از ورزش هوازی یا بی‌هوازی نه‌تنها به وضعیت تمرینی فرد، بلکه به تفاوت بین‌فردی نیز نسبت داده می‌شود؛ بنابراین، تمرکز بر نوع تمرین، شدت و وضعیت تمرین و در نظر گرفتن تنوع گستردهٔ افراد ممکن است بینش بهتری را در خصوص استرس اکسیداتیو ناشی از ورزش به‌دنبال مزایا و/یا پیامدها ارائه دهد [۲۰].

با توجه به اهمیت ANS ، HRV و استرس اکسیداتیو در سلامت بیماران مبتلا به اختلال پانیک، پژوهش حاضر به بررسی تأثیرات دو نوع برنامهٔ ورزشی ایروبیک با شدت پایین[4] و تمرین ترکیبی (ایروبیک با شدت متوسط[5]+ مقاومتی) بر این شاخص‌ها در زنان مبتلا به PDمی‌پردازد. سؤال اصلی تحقیق این است که این دو نوع تمرین چه آثار متفاوتی بر عملکرد ANS، HRV و میزان TAC و MDA دارند؟

روش‌شناسی پژوهش

تحقیق حاضر از نوع تحقیقات کاربردی و نیمه‌تجربی بود که با طرح پیش‌آزمون – پس‌آزمون با گروه کنترل انجام گرفت.

شرکت‌کنندگان

در این پژوهش شرکت‌کنندگان زنان مبتلا به اختلال پانیک بودند و به‌صورت نمونه‌گیری در دسترس از میان افراد داوطلبی که یا به مراکز روان‌پزشکی شهر تبریز مراجعه کرده بودند یا از طریق آگهی و بر اساس نمرات پرسشنامهٔ وحشت‌زدگی و هراس آلبانی بارلو و زینبارگ (APPQ)[6](۱۹۹۶) (که علائم پانیک را ارزیابی می‌کند) و با تأیید روان‌پزشک، انتخاب شدند. حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار GPower با اندازهٔ اثر ۰/۶، توان آزمون ۰/۹۵ و احتمال خطای آلفای ۰/۰۵ و استفاده از آزمون تحلیل کوواریانس تعداد نمونهٔ کلی ۳۹ نفر برآورد شد که با در نظر گرفتن احتمال انصراف آزمودنی‌ها از ادامهٔ تحقیق تعداد کل شرکت‌کنندگان ۴۵ نفر در نظر گرفته شد. این ۴۵ نفر پس از تکمیل پرسشنامهٔمذکور و تأیید نهایی روان‌پزشک انتخاب شدند که بر اساس نمرهٔ پرسشنامهٔ پانیک و BMI به‌طور تصادفی در یکی از سه گروه ۱۵ نفری (تمرین ایروبیک Li، ایروبیک Hi-Lo+مقاومتی و کنترل) قرار گرفتند.

معیارهای خروج آزمودنی‌ها عبارت بود از: ۱. قرار گرفتن تحت درمان‌های دارویی و شناختی، ۲. داشتن فعالیت ورزشی منظم در شش ماه قبل، ۳. آسیب‌دیدگی، ۴. مصرف هرگونه غذای حاوی آنتی‌اکسیدان بالا و ۵. حضور نامنظم در تمرینات و کمتر از ۹۰ درصد جلسات تمرین. پنج نفر از آزمودنی‌های گروه تمرین ایروبیک Li و پنج نفر از آزمودنی‌های گروه تمرین ایروبیک Hi-Lo+مقاومتی و چهار نفر از گروه کنترل در اثر عدم همکاری کنار گذاشته شدند.

1. Carlsohn
2. Leelarungrayub
3. Anand Thirupathi
4. Low impact (Li)
5. High-Low impact (Hi-Lo)
6. Albany Panic and Phobia Questionnaire

ابزار

روش تشخیص اختلال پانیک

۱.پرسشنامۀ وحشت‌زدگی و هراس آلبانی بارلو و زینبارگ(APPQ)[1]

این پرسشنامه در سال ۱۹۹۶ توسط بارلو و زینبارگ برای سنجش ۳سه بعد هراس اجتماعی، ترس از مکان‌های شلوغ و ترس درونی ساخته شده است و شامل ۲۷ سؤال است. در این پرسشنامه آزمودنی‌ها با استفاده از مقیاس ۹ نقطه‌ای (صفر= نبود ترس تا ۸= ترس شدید) هر آیتم را پر می‌کنند. آزمودنی در هر خرده‌مقیاس نمره‌ای کسب می‌کند که برای به‌دست آوردن امتیاز کلی پرسشنامه، مجموع امتیازات تمام سؤالات را با هم محاسبه می‌کنند. حداقل امتیاز ممکن ۰ و حداکثر ۲۱۶ خواهد بود. بالاتر بودن نمرۀ به‌دست‌آمده نشان‌دهندۀ بیشتر بودن شدت پانیک است. روایی محتوایی این خرده‌مقیاس‌ها نیز از سوی سه روان‌شناس بالینی و با استفاده از مقیاس پنج‌نقطه‌ای برآورد شد و برای هر سه خرده‌مقیاس مناسب بود. ضرایب پایایی از طریق آزمون مجدد برای خرده‌مقیاس‌های ترس از مکان‌های شلوغ، ترس درونی و مقیاس هراس اجتماعی به‌ترتیب عبارت‌اند از ۰/۸۰، ۰/۸۲ و ۰/۷۹ [۲۱]. در نهایت اختلال این افراد با انجام مصاحبه توسط روان‌پزشک تأیید شد.

اندازه‌گیری فاکتورهای تغییرپذیری ضربان قلب (HRV)

اندازه‌گیری فاکتورهای تغییرپذیری ضربان قلب آزمودنی‌ها قبل از ظهر در بازۀ زمانی ۷ صبح تا ۱ ظهر در اتاق نیمه‌تاریک و آرام با دمای ۲۱ تا ۲۶ درجۀ سانتی‌گراد در حالت خوابیده به پشت توسط دستگاه هولتر مانیتورینگ با ۷ لید مدل (VX3+ SN 17570) ساخت آمریکا انجام گرفت. از آزمودنی‌ها خواسته شد روز پیش از اندازه‌گیری و تا زمان اندازه‌گیری به موارد بیان‌شده در جدول ۱ توجه داشته باشند [۱۰].

جدول ۱. موارد مهم پیش از بررسی تغییرپذیری ضربان قلب

۱. اگر بیماری سرماخوردگی، عفونت یا تب دارند به آزمونگر اطلاع دهند تا اندازه‌گیری در آن شرایط انجام نشود.
۲. به مدت حداقل ۴ ساعت ناشتا باشند.
۳. ۴۸ ساعت پیش از اندازه‌گیری ورزش سنگین انجام نداده باشند.
۴. مصرف کافئین مثل چای و قهوه ۱۲ ساعت پیش از اندازه‌گیری نداشته باشند.
۵. مایعات کافی تا ۱۲ تا ۴۸ ساعت پیش از اندازه‌گیری نوشیده باشند.
۶. شب پیش از اندازه‌گیری، خواب کافی داشته باشند.
۷. بدنشان تمیز باشد.
۸. تا محل اندازه‌گیری پیاده‌روی نداشته باشند و با وسیله نقلیه در محل حاضر شوند.

پیش از بررسی، آزمودنی به مدت ۱۰ تا ۱۵ دقیقه به حالت درازکش استراحت می‌کرد تا بدن به حالت آرامش برسد، سپس آزمونگر لیدها را روی سینۀ آزمودنی نصب می‌کرد و باتری داخل دستگاه قرار داده شده و پس از تنظیم ساعت هولتر، دکمۀ استارت زده شده و منحنی‌های الکتروکاردیوگرام در سه خط روی مانیتور دستگاه مشخص می‌شد. در زمان اندازه‌گیری، آزمودنی اصلاً نباید حرکت و صحبت می‌کرد و طی مراحل اندازه‌گیری به او توصیه شده بود که تنفس‌های منظم و ریتم‌دار داشته باشد. پس از ۲۵ دقیقه باتری از دستگاه و

[1]. Albany panic and phobia Questionnaire

لیدها از بدن آزمونگر جدا می‌شد و کارت حافظهٔ هولتر در کامپیوتر بازخوانی و از طریق نرم‌افزار Holter software and myPatch فاکتورهای HRV ثبت و ذخیره می‌شد.

خون‌گیری

۲۴ ساعت پیش از شروع اولین جلسهٔ تمرینی و ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسهٔ تمرینی، خون‌گیری توسط فرد متخصص و با رعایت تمام موارد بهداشتی در آزمایشگاه دانشکدهٔ تربیت بدنی دانشگاه تبریز انجام گرفت و پس از قرار گرفتن نمونه‌ها در داخل لولهٔ آزمایش و مشخص شدن نام هر فرد به مرکز تحقیقات کاربردی دارویی دانشگاه علوم پزشکی تبریز منتقل شد و در آنجا توسط دستگاه سانتریفیوژ به مدت ۱۰ دقیقه و با ۳۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ انجام گرفت و سرم خون جدا شد. سپس سرم در داخل میکروتیوب‌ها ریخته شده و در دمای ۸۰- درجهٔ سانتی‌گراد منجمد و نگهداری شد.

اندازه‌گیری MDA و TAC

شاخص‌های استرس اکسیداتیو شامل MDA و TAC با استفاده از کیت‌های راندوکس محصول انگلستان با حساسیت ۰/۰۴ mmol/L برای TAC و ۰/۰۲ nmol/L برای MDA اندازه‌گیری شد. اساس روش اندازه‌گیری MDA سرمی بر پایهٔ واکنش با تیوباربیتوریک اسید [۲۲]، استخراج با بوتانل نرمال، اندازه‌گیری جذب با روش اسپکتروفتومتری و مقایسهٔ جذب با منحنی استاندارد بود.

فاکتورهای آنتروپومتریک با استفاده از دستگاه بادی آنالیز x-contact 357 (Jowan Medical Co, Ltd) و VO2max با استفاده از پروتکل بروس اصلاح‌شده[1] [۲۳] و نوار گردان مدل TechnoGym S.P.A ساخت ایتالیا اندازه‌گیری شد.

قرارداد تمرین

گروه‌های تمرین به مدت سه ماه (سه جلسهٔ یک‌ساعته در هفته)، ۱۲ هفتهٔ متوالی تمرینات را انجام دادند و هر جلسهٔ تمرینی شامل سه مرحلهٔ گرم کردن (۱۰ دقیقه)، بدنهٔ کلاس (۴۵ دقیقه) و سرد کردن (پنج دقیقه) بود که در مجموع ۶۰ دقیقه می‌شد [۲۴]. از گروه کنترل خواسته شد این مدت هیچ تمرین و فعالیت ورزشی منظم نداشته باشند و فعالیت‌های روزمره خود را ادامه دهند.

تمرین ایروبیک Li

رشتهٔ ورزشی ایروبیک[2] مجموعه‌ای از حرکات پا و دست است که همراه با ضرایب موزیک اجرا می‌شود. این رشته شامل سه نوع لوایمپکت (Li) و های‌ایمپکت[3] (Hi) و های‌لوایمپکت (Hi-Lo) است، ایمپکت به معنای فشاری است که در اثر ضربهٔ پا به زمین به‌وجود می‌آید و ترجمهٔ آن با یک کلمهٔ «فشار» یا «ضربه» ترجمهٔ صحیحی نخواهد بود. از کنار هم قرار گرفتن مجموعهٔ ۳۲ ضرب از حرکات ایروبیک کومبوهای ایروبیک ساخته می‌شود که در ۳۲ ضرب موسیقی گنجانده می‌شود. در این پژوهش دو نوع ایروبیک Li و Hi-Lo به‌کار رفته است [۲۴].

تمرینات ایروبیک Li با شدت متوسط (۶۰ تا ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه) به مدت ۱۲ هفته و در هفته سه جلسهٔ یک‌ساعته انجام می‌گرفت. برای این تمرینات چهار کومبوی Li طراحی شده بود که طی ۱۲ هفته به روش آموزش خطی و هرمی [۲۴] توسط مدرس ایروبیک فدراسیون آمادگی جسمانی جمهوری اسلامی ایران به آزمودنی‌ها آموزش داده شد و در جلسات پایانی به تعداد تکرار بالا کار شد.

---

[1]. Modified Bruce treadmill testing protocol

[2]. Aerobics

[3]. High impact

ضرباهنگ موزیک در بدنهٔ کلاس این روش تمرینی بین ۱۳۵ تا ۱۴۰ ضربه در دقیقه[1](BPM) بود. ضربان قلب آزمودنی‌ها در تمامی جلسات توسط پولار H10 کنترل می‌شد و از آنجایی که تمرین بر پایهٔ هوازی بود، ضربان قلب تمامی افراد به‌صورت همزمان بین ۶۰ تا ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه با استفاده از حسگرهای بلوتوثی در نرم‌افزار مربوطه کنترل و اضافه بار با افزایش تعداد تکرار، اعمال می‌شد و شدت کار ثابت بود. مقدار کالری مصرفی نیز بین ۲۵۰ تا ۳۵۰ کیلوکالری متغیر بود که توسط همان پولار H10 اندازه‌گیری می‌شد. در جدول ۴ کومبوهای کارشده در روش ایروبیک Li ارائه شده است.

جدول ۴. کومبوهای ایروبیک Li

کومبوی اول	W_f	W_b	W_f	W_b	W_f	W_b	V	V
	راه رفتن به جلو	راه رفتن به عقب	راه رفتن به جلو	راه رفتن به عقب	راه رفتن به جلو	راه رفتن به عقب	حرکت هفت	حرکت هفت
کومبوی دوم	4 M	EW	V	A	Sosi	Ma_f	Ma_s	Ma_b
	۴ مارش	گام آسان	حرکت هفت	حرکت هشت	باز باز جمع جمع	مامبو جلو	مامبو پهلو	مامبو عقب
کومبوی سوم	4 M	V	2st	Dst	2tou	GV	2s to s	sknup
	۴ مارش	حرکت هفت	۲ گام ضربه	گام دوتایی پهلو	۲ ضربه گام	گریپ واین	۲ ساید تو ساید	گام بالا بردن زانو
کومبوی چهارم	2ch	Ma_b	2ch	Ma_f	BaMa	2M	Ch+2M	Skn+Sc
	۲ شاسه	مامبو عقب	۲ شاسه	مامبو جلو	مامبو دوطرفه	۲ مارش	شاسه + ۲ مارش	گام زانو + گام پاشنه

تمرین ایروبیک Hi-Lo + مقاومتی

در این روش تمرینی از تمرینات ایروبیک Hi-Lo و حرکات مقاومتی به شکل ترکیبی استفاده شد. برای این تمرینات چهار کومبوی Hi-Lo طراحی شده بود که طی ۱۲ هفته به روش آموزش به اضافه [۲۴] توسط مدرس به آزمودنی‌ها آموزش داده شد. روش کار در جدول ۶ مشخص شده است. تعداد پارت‌های تمرینی به مرور افزایش یافت. ضرباهنگ موزیک در بدنهٔ کلاس بین ۱۴۰ تا ۱۴۵ BPM و شدت کار ۷۰ تا ۸۰ درصد ماکزیمم ضربان قلب بود که توسط پولار H10 هر جلسه کنترل می‌شد. مقدار کالری مصرفی بین ۳۵۰ تا ۴۵۰ کیلوکالری بود. در جدول ۵ کومبوهای کارشده در روش تمرینی ایروبیک Hi-Lo آورده شده است.

[1]. Beat per minute

جدول ۵. کومبوهای Hi-Lo

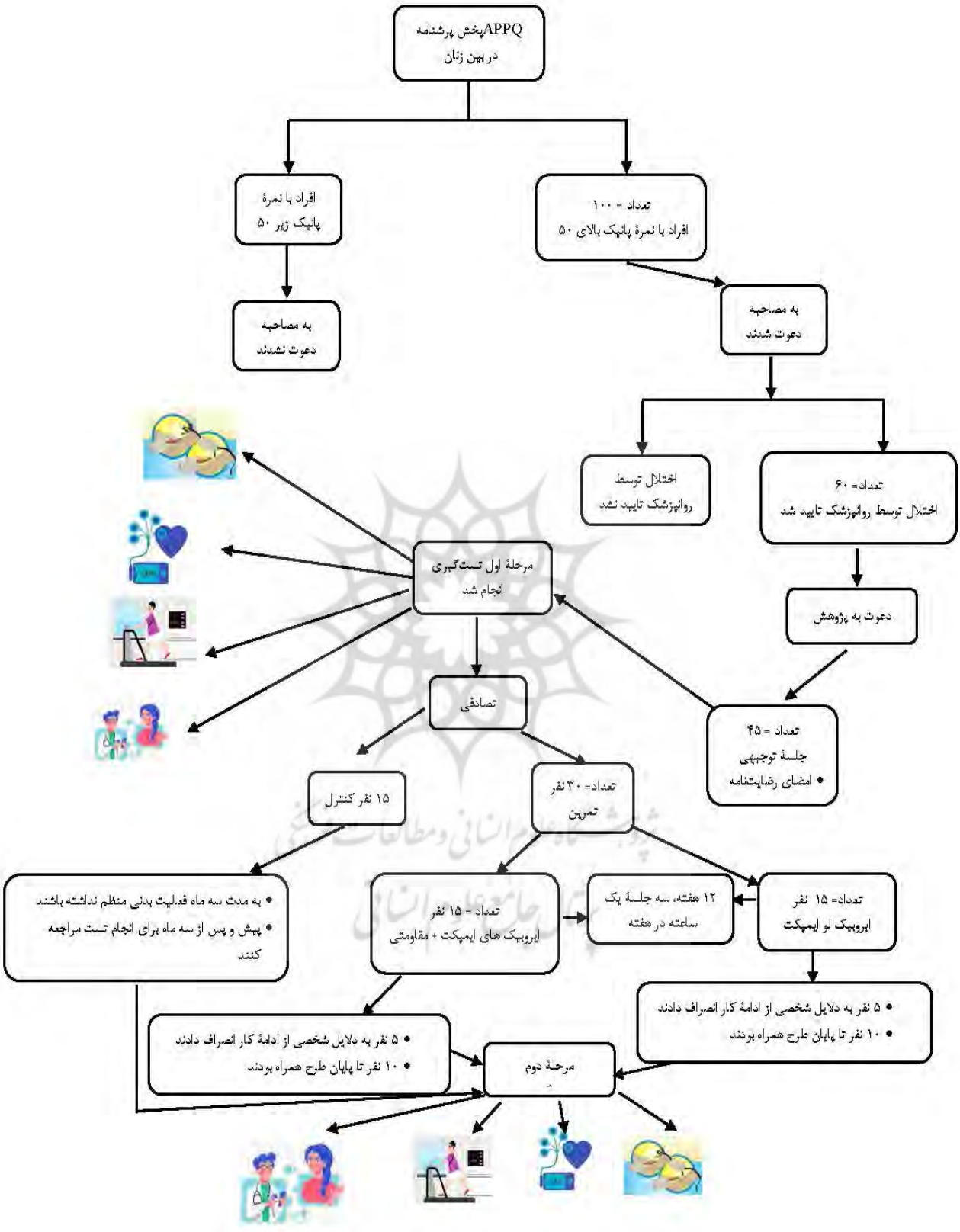
4M	pan	2jj	Gv	$2Ta_s$	2Hd	A	V	**کومبوی اول**
۴ مارش	پاندولی	۲ جامپینگ جک	گرپ واین	۲ ضربه به پهلو	۲ پاشنه به جلو	حرکت هشت	حرکت هفت	
2Sc	2Skn	js	$Chma_b$	Ru_b	Gv	Ru_f	Gv	**کومبوی دوم**
۲ گام پاشنه	۲ گام زانو	گام ضربه	شاسه مامبو عقب	دویدن به عقب	گرپ واین	دویدن به جلو	گرپ واین	
4Ru	Ru_f	Ch+2M	Hd+Ts	A	V	2St	2St	**کومبوی سوم**
۴ دویدن درجا	دویدن به جلو	شاسه + ۲ مارش	پاشنه به جلو + ضربه به پهلو	حرکت هشت	حرکت هفت	۲ گام ضربه	۲ گام ضربه	
2Kiup	2Kiup	jj	Sknup+fls	Js+Ch	$RSkn_4$		2St	**کومبوی چهارم**
۲ کیک جلو	۲ کیک جلو	جامپینگ جک	گام زانو+ کیک پهلو	گام ضربه+شاسه	تکرار ۴ تایی گام ضربه		۲ گام ضربه	

جدول ۶. روش کار تمرینات Hi-Lo + مقاومتی

	ایروبیک	**مقاومتی**	**ایروبیک**	**مقاومتی**		
پارت اول	اجرای کومبوها شروع با پای راست	تیزر	اجرای کومبوها شروع با پای چپ	تیزر	دو تکرار	استراحت
پارت دوم	اجرای کومبوها شروع با پای راست	پلانک	اجرای کومبوها شروع با پای چپ	پلانک	دو تکرار	استراحت
پارت سوم	اجرای کومبوها شروع با پای راست	تیزر جمع کردن پاها داخل شکم	اجرای کومبوها شروع با پای چپ	پلانک چرخشی	دو تکرار	استراحت

روند اجرای پژوهش

پس از انتخاب نمونه‌ها، یک جلسهٔ توجیهی به‌منظور آشنایی با شرایط آزمون‌ها، مشخص کردن روز، ساعت و مدت زمان تمرینات و نحوهٔ اجرای برنامهٔ تمرینی به شرکت‌کنندگان اختصاص داده شد. در این جلسه همهٔ آزمودنی‌ها رضایت‌نامهٔ کتبی جهت شرکت در تحقیق و پرسشنامهٔ آمادگی برای فعالیت بدنی (PAR-Q) را پر و امضا کردند، پس از آن یک پزشک مجرب آزمودنی‌ها را معاینه و آمادگی آنها را برای شرکت در تمرینات تأیید کرد. آزمودنی‌ها مجاز بودند در صورت عدم تمایل به ادامهٔ تحقیق با اطلاع محقق انصراف دهند. برای هر آزمودنی یک برگهٔ مشخصات در نظر گرفته شده بود که در آن ضربان قلب بیشینهٔ هر فرد و محدودهٔ ۷۰ تا ۸۰ درصد و ۸۰ تا ۹۰ درصد MHR محاسبه و یادداشت شد. این مطالعه توسط کمیتهٔ اخلاق پژوهشی دانشگاه تبریز (IR.TABRIZU.REC.1402.003) تأیید شده است. روند اجرای پژوهش در شکل ۱ در یک نگاه بیان شده است.



شکل ۱. فلوچارت اجرای پژوهش

روش آماری

برای تجزیه‌وتحلیل داده‌های جمع‌آوری‌شده به‌منظور طبیعی بودن داده‌ها از آزمون شاپیروویلک[1] استفاده شد. شاخص‌های توصیفی به‌عنوان میانگین + انحراف استاندارد گزارش شد. به‌منظور تحلیل نتایج از آزمون آماری تحلیل کوواریانس یک‌متغیره در سطح معناداری ۰/۰۵ برای مطالعهٔ اثر گروه‌های مداخلهٔ مختلف بر شاخص‌های HRV و کنترل مقادیر پایهٔ HRV استفاده شد. به این صورت که به‌منظور به حداقل رساندن تأثیر تفاوت‌های بین‌گروهی در مرحلهٔ پیش‌آزمون مقادیر هر متغیر در این مرحله به‌عنوان کووریت انتخاب شد. از آزمون تعقیبی بنفرونی با تعدیل برای مقایسه‌های چندگانه برای تعیین تفاوت بین گروه‌های تمرین، تحت نسخهٔ ۲۶ نرم‌افزار آماری SPSS استفاده شد.

یافته‌های پژوهش

میانگین شاخص‌های آنتروپومتریکی آزمودنی‌های تحقیق و نمرات پرسشنامهٔ پانیک در جدول ۷ نشان داده شده است.

جدول ۷. میانگین شاخص‌های آنتروپومتری آزمودنی‌ها و متغیرهای وابسته پژوهش در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

	متغیر / گروه‌های مورد بررسی		ایروبیک Li	ایروبیک Hi-Lo + مقاومتی	کنترل	تفاوت‌های بین‌گروهی
فاکتورهای آنتروپومتریکی	سن (سال)		۴۱/۶ ± ۵/۳	۲۶/۹ ± ۷/۳	۳۵/۶ ± ۱۰/۱	۰/۰۰۱
	قد(cm)		۱۶۰/۷ ± ۴/۷	۱۶۴/۷ ± ۴/۹	۱۶۰/۵ ± ۵/۳	۰/۱۲۹
	وزن (Kg)	پیش‌آزمون	۷۷/۹ ± ۱۱/۷	۷۵/۷ ± ۹/۷	۷۸/۹ ± ۱۲/۶	۰/۸۱۶
		پس‌آزمون	۷۹/۰ ± ۱۰/۴	۷۴/۳ ± ۱۱/۰	۸۰/۲ ± ۱۳/۳	۰/۴۹۹
	شاخص تودهٔ بدن (Kg/m2)	پیش‌آزمون	۳۰/۲ ± ۵/۲	۲۸/۰ ± ۴/۳	۳۰/۸ ± ۶/۲	۰/۴۷۱
		پس‌آزمون	۳۰/۳ ± ۴/۹	۲۷/۴ ± ۴/۷	۳۱/۴ ± ۶/۴	۰/۲۴۶
	پانیک	پیش‌آزمون	۵۸/۵ ± ۱۸/۳	۵۴/۱ ± ۷/۳	۵۴/۲ ± ۱۴/۸	۰/۷۳۷
		پس‌آزمون	۴۲/۲ ± ۱۲/۵	۳۲/۸ ± ۱۵/۷	۵۲/۹ ± ۱۶/۰	۰/۰۱۶
	VO2max	پیش‌آزمون	۳۸/۱ ± ۷/۲	۴۱/۷ ± ۸/۱	۳۷/۰ ± ۸/۶	۰/۵۱۷
		پس‌آزمون	۴۱/۶ ± ۶/۱	۴۴/۸ ± ۶/۴	۴۰/۴ ± ۶/۵	۰/۲۸۷
فاکتورهای خونی	TAC (mmol/L)	پیش‌آزمون	۱/۰۵ ± ۰/۳۵	۱/۰۴ ± ۰/۳۱	۰/۸۷ ± ۰/۱۷	۰/۳۰۲
		پس‌آزمون	۱/۵۶ ± ۰/۲۰	۱/۳۴ ± ۰/۳۰	۰/۹۲ ± ۰/۲۶	۰/۰۰۰
	MDA (nmol/L)	پیش‌آزمون	۲/۴۵ ± ۰/۵۳	۲/۵۷ ± ۰/۸۶	۳/۲۵ ± ۰/۶۱	۰/۰۲۳
		پس‌آزمون	۱/۹۶ ± ۰/۲۸	۱/۹۰ ± ۰/۸۹	۳/۱۸ ± ۰/۷۷	۰/۰۰۰
فاکتورهای تغییرپذیری ضربان قلب	SDNN (ms)	پیش‌آزمون	۶۱/۹۰ ± ۲۰/۰۹	۷۲/۶۰ ± ۲۳/۲۵	۶۶/۰۹ ± ۲۴/۱۵	۰/۵۷۳
		پس‌آزمون	۶۳/۸۰ ± ۲۰/۴۹	۶۹/۴۰ ± ۲۳/۶۹	۵۸/۹۰ ± ۲۱/۸۰	۰/۵۵۹
	TP (Hz)	پیش‌آزمون	۳۳۴۶/۹۳ ± ۲۰۶۷/۰۳	۴۳۳۵/۸۴ ± ۲۴۸۷/۳۸	۳۶۷۵/۹۰ ± ۲۱۶۴/۴۳	۰/۶۰۹
		پس‌آزمون	۳۶۹۷/۰۳ ± ۲۴۲۹/۸۸	۴۲۹۳/۴۷ ± ۲۸۵۰/۸۲	۲۷۸۱/۶۹ ± ۱۷۲۶/۶۷	۰/۳۴۸
	HF (Hz)	پیش‌آزمون	۹۲۵/۹۱ ± ۱۵/۹۶۹	۷۰۲/۸۳ ± ۵۰۹/۷۰	۶۷۳/۴۳ ± ۵۵۸/۵۵	۰/۶۷۹
		پس‌آزمون	۷۵۰/۸۴ ± ۶۹۱/۸۲	۵۳۳/۰۴ ± ۳۵۶/۱۱	۶۵۰/۷۸ ± ۵۴۲/۷۷	۰/۶۷۶
	LF (Hz)	پیش‌آزمون	۱۱۳۶/۵۳ ± ۱۰۹۴/۹۸	۱۸۵۱/۰۶ ± ۱۱۲۱/۱۳	۱۴۴۲/۳۹ ± ۱۰۶۲/۸۰	۰/۳۵۴
		پس‌آزمون	۱۳۹۵/۷۴ ± ۱۴۲۹/۷۲	۱۸۰۳/۵۱ ± ۱۵۱۰/۵۷	۱۲۵۵/۷۷ ± ۸۶۰/۵۵	۰/۶۰۹

[1]. Shapiro-Wilk

LF/HF	پیش‌آزمون	۳/۲۳ ± ۳/۰۸	۶/۸۶ ± ۵/۹۹	۱/۹۴ ± ۳/۴۰	۰/۲۹۰
	پس‌آزمون	۲/۰۰ ± ۲/۷۰	۳/۲۸ ± ۳/۸۲	۲/۱۲ ± ۳/۳۰	۰/۶۱۶
HRR	پیش‌آزمون	۸/۸۳ ± ۷۰/۰۰	۱۳/۰۸ ± ۶۸/۹۰	۱۱/۳۳ ± ۶۹/۱۸	۰/۹۷۴
	پس‌آزمون	۹/۸۹ ± ۶۵/۰۰	۹/۶۳ ± ۷۰/۸۰	۸/۵۹ ± ۷۵/۳۶	۰/۰۵۵

تجزیه‌وتحلیل داده‌های جمع‌آوری‌شده با استفاده از آزمون آماری تحلیل کوواریانس نشان داد که در مرحلهٔ پس‌آزمون در متغیرهای نمرهٔ آزمون پانیک، TAC، MDA تفاوت معناداری بین گروه‌های تحقیق در سطح معناداری ۰/۰۵ وجود دارد، اما VO2max و فاکتورهای HRV تفاوت معناداری را نشان ندادند (جدول ۸). در شکل ۲ اختلاف میانگین‌های متغیرها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون بین دو گروه به شکل نمودارهای ستونی نمایش داده شده است.

جدول ۸. مقادیر میانگین‌های تعدیل‌شدهٔ متغیرهای تحقیق در پس‌آزمون با در نظر گرفتن مقادیر پیش‌آزمون هر متغیر به‌عنوان کوواریانت

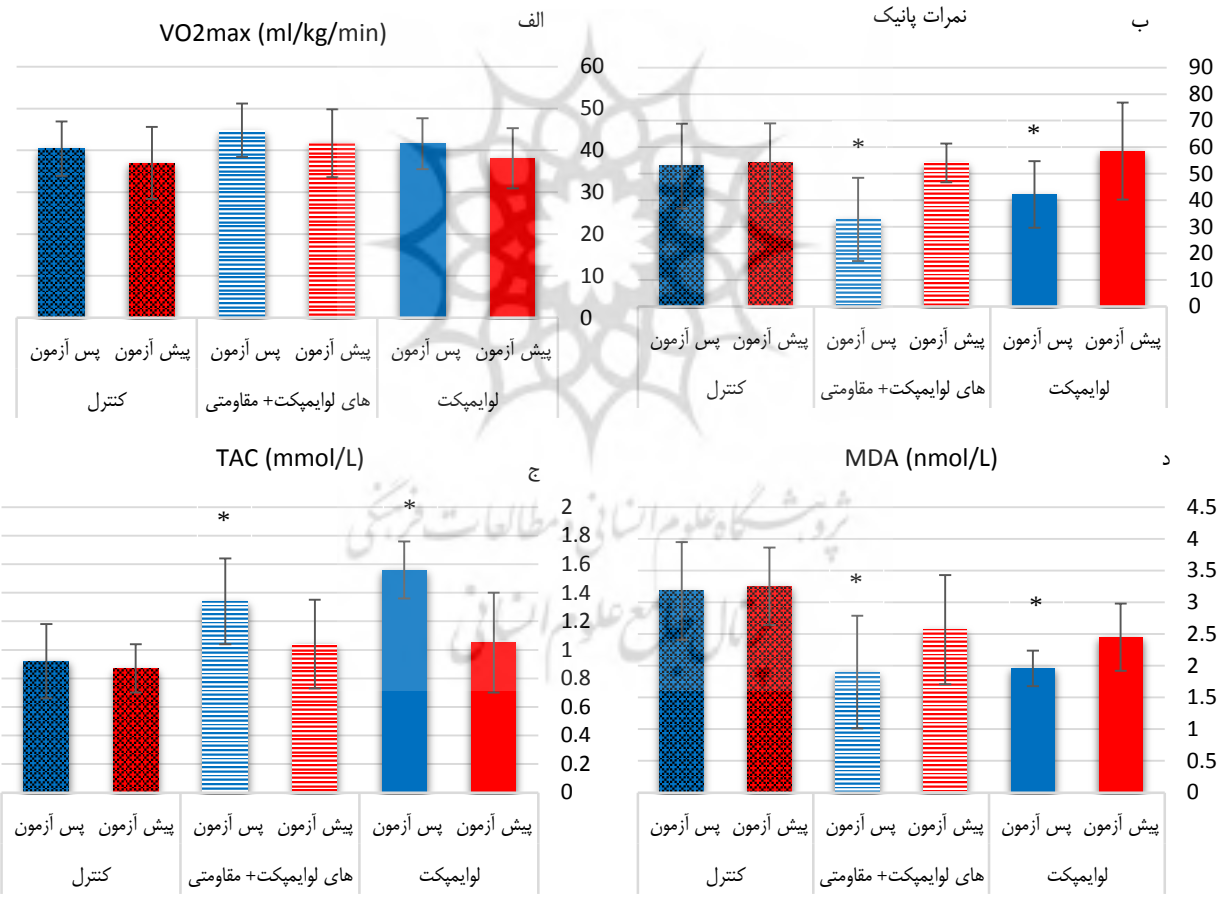
	متغیر	ایروبیک Li	ایروبیک Hi-Lo + مقاومتی	کنترل	P	F	ES
	VO2max (ml/kg/min)	۱/۲۶ ± ۴۲/۳۲	۱/۲۸ ± ۴۳/۳۲	۱/۲۱ ± ۴۱/۲۲	۰/۵	۰/۶۹	۰/۰۴
	پانیک	۴/۲ ± ۴۰/۷	۴/۲ ± ۳۳/۵۳	۴/۰ ± ۵۳/۵۵	۰/۰۰۷*	۶/۰۹	۰/۳۱
	BMI	۰/۲ ± ۲۹/۸	۰/۲ ± ۲۹/۱	۰/۲ ± ۳۰/۳	۰/۰۲*	۴/۱۷	۰/۲۳
فاکتورهای خونی	TAC (mmol/L)	۰/۷ ± ۱/۵۳	۰/۷ ± ۱/۳۱	۰/۷ ± ۰/۹۷	۰/۰۰۱*	۱۴/۵۶	۰/۵۱
	MDA (nmol/L)	۰/۲۱ ± ۲/۱۱	۰/۲ ± ۱/۹۹	۰/۲۱ ± ۲/۹۶	۰/۰۰۹*	۵/۵۷	۰/۲۹
فاکتورهای تغییرپذیری ضربان قلب	SDNN (ms)	۵/۶ ± ۶۶/۷	۵/۷ ± ۶۶/۰	۵/۳ ± ۵۹/۳	۰/۵۸	۰/۵۵	۰/۰۳
	TP (Hz)	۵۹۲/۸۷ ± ۳۹۸۷/۰۳	۵۹۵/۲۸ ± ۳۹۲۵/۲۹	۵۶۱/۷۶ ± ۲۸۵۲/۷۴	۰/۳۰	۱/۲۴	۰/۰۸
	HF (Hz)	۱۳۵/۴۲ ± ۶۶۹/۴۱	۱۳۴/۳۵ ± ۵۶۴/۰۵	۱۲۸/۳۴ ± ۶۹۶/۶۰	۰/۷۵	۰/۲۸	۰/۰۲
	LF (Hz)	۲۳۱/۲۳ ± ۱۷۲۹/۵۶	۲۳۲/۱ ± ۱۴۳۳/۷۶	۲۱۶/۸ ± ۱۲۸۸/۴۲	۰/۳۸	۰/۹۸	۰/۰۶
	LF/HF	۰/۴۶ ± ۳/۱۹	۰/۴۷ ± ۲/۹۵	۰/۴۴ ± ۳/۶۴	۰/۵۶	۰/۵۸	۰/۰۴
	HRR	۲/۴ ± ۶۴/۶	۲/۴ ± ۷۱/۰	۲/۳ ± ۷۵/۴	۰/۰۱*	۵/۱۱	۰/۲۷

نتایج آزمون تعقیبی بنفرونی نشان داد که بین هر دو گروه تمرین با گروه کنترل در فاکتورهای TAC و MDA تفاوت معناداری وجود دارد. همچنین بین BMI گروه تمرین Hi-Lo با گروه کنترل تفاوت معناداری وجود داشت؛ اما بین گروه تمرین Li و گروه کنترل تفاوت

معنادار نبود. HRR بین گروه تمرین Li و گروه کنترل معنادار بود؛ اما بین گروه تمرین Hi-Lo + مقاومتی و گروه کنترل معنادار نبود. نتایج این آزمون در جدول ۹ آورده شده است.

جدول ۹. نتایج آزمون تعقیبی بنفرونی

متغیر/ گروه	ایروبیک Li با کنترل	ایروبیک Hi-Lo با کنترل	ایروبیک Li با ایروبیک Hi-Lo
پانیک	۰/۱	۰/۰۰۶	۰/۷
BMI	۰/۶۷	۰/۰۲	۰/۳۳
TAC	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۸	۰/۱۳
MDA	۰/۰۳	۰/۰۱	۱/۰۰
HRR	۰/۰۰۴	۰/۲۰	۰/۰۷
VO2max	۱/۰۰	۰/۹	۱/۰۰



شکل ۲. تغییرات میانگین‌های متغیرها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون بین سه گروه تمرین ایروبیک لو ایمپکت، تمرین ایروبیک‌های لو ایمپکت + مقاومتی و کنترل. الف) اکسیژن مصرفی بیشینه ب) نمرات پانیک ج. آنتی‌اکسیدان کل د. مالون دی آلدهید

* تفاوت معنادار نسبت به گروه کنترل در سطح معناداری ۰/۰۵

بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش تأثیر دو نوع تمرین ورزشی (ایروبیک Li و ایروبیک Hi-Lo + مقاومتی) را بر استرس اکسیداتیو،HRV و نمرات اختلال پانیک در زنان مبتلا به اختلال پانیک بررسی کرد. نتایج نشان داد هر دو نوع تمرین به‌طور معناداری موجب کاهش سطح مالون‌دی‌آلدئید (MDA) و افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل (TAC) شدند، درحالی‌که تغییری در شاخص‌های HRV مشاهده نشد.

کاهش معنادار سطح مالون‌دی‌آلدئید (MDA) و افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل (TAC) از نتایج برجستهٔ این پژوهش بود که همراستا با تحقیقات پیشین نشان می‌دهد که تمرینات ورزشی می‌توانند استرس اکسیداتیو را کاهش دهند و وضعیت آنتی‌اکسیدانی بدن را بهبود بخشند [۱۶،۱۵]. استرس اکسیداتیو، ناشی از عدم تعادل بین تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) ظرفیت دفاعی آنتی‌اکسیدانی، نقشی کلیدی در اختلالات روان‌شناختی از جمله اختلال پانیک دارد [۴،۲]. در بیماران مبتلا به پانیک، افزایش ROS می‌تواند سبب آسیب به غشاهای سلولی، التهاب مزمن و اختلال در عملکرد سیستم عصبی مرکزی (CNS) شود [۲۵]. این آسیب‌ها به‌ویژه در هیپوکامپ و آمیگدال که مراکز پردازش استرس و تنظیم هیجانات هستند، شایان توجه است [۲]. تحقیقات پیشین نشان داده‌اند که تمرینات ورزشی منظم از طریق افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند گلوتاتیون پراکسیداز (GPx)، سوپراکسید دیسموتاز (SOD) و کاتالاز می‌توانند سطح TAC را افزایش دهند و به کاهش سطح MDA منجر شوند [۱۷،۱۶]. این فرایند علاوه بر کاهش آسیب اکسیداتیو، پاسخ‌های التهابی را نیز مهار کرده به بهبود وضعیت روانی و کاهش اضطراب کمک می‌کند [۱۷]. در این پژوهش، افزایش سطح TAC می‌تواند ناشی از تولید بیشتر آنتی‌اکسیدان‌های غیرآنزیمی مانند نیتریک اکسید (NO)، اسید اوریک و آلبومین نیز باشد [۱۵]. برای مثال افزایش سطح اسید اوریک که یک آنتی‌اکسیدان قوی است، می‌تواند با کاهش سطح ROS و جلوگیری از پراکسیداسیون لیپیدی، به بهبود TAC کمک کند [۱۶].

علاوه بر این میزان نمرات پانیک این افراد نیز به‌طور معناداری کاهش یافته که می‌تواند بیانگر کاهش استرس و اضطراب و در نتیجه کاهش استرس اکسیداتیو در این افراد باشد [۲]. از دیدگاه بالینی، کاهش استرس اکسیداتیو می‌تواند به‌طور مستقیم در کاهش علائم اختلال پانیک نقش داشته باشد. استرس اکسیداتیو با فعال‌سازی محور هیپوتالاموس–هیپوفیز–آدرنال (HPA) و افزایش تولید کاتکولامین‌ها، پاسخ‌های استرسی بدن را تشدید می‌کند [۴،۲]. این وضعیت سبب افزایش سطح کورتیزول و تحریک بیش‌ازحد سیستم عصبی سمپاتیک می‌شود که در بیماران مبتلا به پانیک به‌طور معمول به علائمی نظیر تپش قلب، احساس خفگی و حملات اضطرابی ناگهانی منجر می‌شود [۲۵].

تمرینات ورزشی با تعدیل فعالیت محور HPA و کاهش سطح کاتکولامین‌های خونی می‌توانند این چرخهٔ معیوب را قطع کنند. در این پژوهش، کاهش معنادار نمرات پانیک پس از ۱۲ هفته تمرین، نشان‌دهندهٔ کاهش استرس و بهبود وضعیت روانی آزمودنی‌هاست. این نتایج با یافته‌های کارلسون و همکاران (۲۰۱۰) که افزایش TAC و کاهش MDA را با بهبود خلق‌وخو مرتبط دانستند، همخوانی دارد [۱۵].

علاوه بر سازوکارهای زیستی تمرینات ورزشی می‌توانند از طریق افزایش تولید نوروترانسمیترهای مهاری مانند گابا (GABA) و سروتونین (5-HT) به کاهش علائم اضطرابی کمک کنند [۲۶]. مطالعات قبلی نشان داده‌اند که سطوح پایین GABA و سروتونین در بیماران مبتلا به پانیک می‌تواند به کاهش آستانهٔ تحریک‌پذیری نورونی و افزایش حساسیت به استرس منجر شود [۲]. تمرینات منظم با افزایش این نوروترانسمیترها، به تنظیم بهتر پاسخ‌های هیجانی و کاهش شدت حملات پانیک کمک می‌کنند [۱۷،۲۶].

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که تمرینات ورزشی نه‌تنها در بهبود شاخص‌های زیستی مانند TAC و MDA مؤثرند، بلکه می‌توانند به‌عنوان مداخلهٔ غیردارویی مؤثر برای مدیریت اختلال پانیک استفاده شوند. بهبود ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بدن ممکن است به کاهش نیاز به داروهای ضداضطراب منجر شود و آثار جانبی کمتری داشته باشد.

در این پژوهش، با وجود کاهش معنادار علائم پانیک و بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی، شاخص‌های HRV شامل SDNN ، HF، LF، LF/HF و توان کل (TP) تغییر معناداری نشان ندادند. این نتیجه با برخی مطالعات که تأثیر تمرینات ورزشی را بر بهبود HRV در جمعیت‌های سالم یا مبتلا به بیماری‌های قلبی- عروقی تأیید کرده‌اند، ناهمخوان است [۱۲،۱۹].

یکی از دلایل احتمالی این عدم تغییر، ماهیت خاص اختلال پانیک (PD) و تفاوت سازوکارهای زیربنایی تنظیم ANS در این بیماران است. در بیماران مبتلا به PD، تنظیم عصبی قلب دچار اختلال می‌شود و تعادل سمپاتوواگال به نفع افزایش تون سمپاتیک و کاهش مدولاسیون واگی تغییر می‌کند [۲۵]. این وضعیت می‌تواند به کاهش پایدار HRV در این بیماران منجر شود که حتی با انجام تمرینات ورزشی نیز به‌راحتی قابل اصلاح نیست [۲۰].

همچنین مدت زمان تمرین و شدت تمرینات ورزشی می‌تواند نقشی تعیین‌کننده در تغییر HRV داشته باشد. تمرینات ۱۲ هفته‌ای در این پژوهش ممکن است برای ایجاد تغییرات پایدار در عملکرد ANS کافی نبوده باشد. پژوهش‌های قبلی نشان داده‌اند که تغییرات معنی‌دار در HRV معمولاً پس از مداخلات ورزشی طولانی‌مدت تر (بیش از شش ماه) یا در صورت استفاده از تمرینات تنفسی و تمرینات یوگا مشاهده می‌شود [۲۱،۲۶].

از سوی دیگر، روش ثبت کوتاه‌مدت (۲۰ دقیقه) در این پژوهش ممکن است در مقایسه با روش‌های ثبت ۲۴ ساعته نتایج متفاوتی ارائه کند. ثبت‌های کوتاه‌مدت بیشتر تحت تأثیر عوامل محیطی، استرس‌های لحظه‌ای و وضعیت روحی آزمودنی در لحظهٔ اندازه‌گیری هستند (۲۷). این عوامل می‌توانند نوسانات آنی در HRV ایجاد کنند که تفسیر دقیق نتایج را دشوار می‌کند. ثبت ۲۴ ساعته، به‌دلیل پوشش گسترده‌تر شرایط فیزیولوژیکی در طول شبانه‌روز، ارزیابی دقیق‌تر و جامعی از عملکرد ANS ارائه می‌دهد [۲۱].

از نظر زیستی، عدم تغییر معنادار در HRV ممکن است به عوامل زیر مرتبط باشد:

۱. فعالیت پایدارمحور HPA: در بیماران مبتلا به PD، فعالیت مزمن محور هیپوتالاموس – هیپوفیز – آدرنال (HPA) می‌تواند به افزایش سطوح کاتکولامین‌ها (آدرنالین و نورآدرنالین) منجر شود که این امر با کاهش مدولاسیون واگی و کاهش HRV مرتبط است [۲۵، ۲۶]. حتی تمرینات ورزشی ممکن است در مدت زمان کوتاه قادر به سرکوب کامل این محور نباشند.

۲. کاهش حساسیت گیرنده‌های بتا – آدرنرژیک: تمرینات ورزشی می‌توانند حساسیت گیرنده‌های بتا را کاهش دهند، اما این فرایند به زمان بیشتری نیاز دارد. در بیماران با تون سمپاتیک بالا، این تغییرات آهسته‌تر رخ می‌دهند [۱۳].

۳. ریتم‌های شبانه‌روزی و خواب: HRV به‌شدت تحت تأثیر کیفیت خواب و ریتم‌های شبانه‌روزی قرار دارد. از آنجایی که اختلالات خواب در بیماران مبتلا به PD شایع است، این عامل می‌تواند به‌طور غیرمستقیم بر نتایج HRV تأثیر بگذارد [۲۱].

یکی دیگر از نتایج جالب توجه این پژوهش، تفاوت در تأثیر دو نوع تمرین بر شاخص‌های قلبی و ترکیب بدن بود. در گروه ایروبیک Li، کاهش معنادار ضربان قلب استراحت مشاهده شد که نشان‌دهندهٔ بهبود عملکرد قلبی است [۹]. با این حال، در این گروه تغییری در BMI مشاهده نشد. در مقابل، گروه ایروبیک Hi-Lo + مقاومتی کاهش معناداری در BMI داشت، اما ضربان قلب استراحت تغییری نکرد.

این تفاوت‌ها می‌تواند ناشی از شدت و نوع تمرینات باشد. تمرینات با شدت متوسط احتمالاً از طریق افزایش تون واگی و کاهش تأثیرات سمپاتیکی به بهبود ضربان قلب استراحت منجر شده‌اند، درحالی‌که تمرینات با شدت بالاتر تأثیر بیشتری بر ترکیب بدن و کاهش BMI داشته‌اند [۹،۱۸].

نتیجه و پیشنهادها

به‌طور کلی، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که تمرینات ورزشی منظم می‌توانند به بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی، کاهش علائم اختلال پانیک و بهبود عملکرد قلبی کمک کنند. با این حال، تغییرات معناداری در شاخص‌های HRV مشاهده نشد که احتمالاً به روش‌های اندازه‌گیری مرتبط است. پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی از روش‌های ثبت ۲۴ ساعته HRV استفاده شود. همچنین چون اختلالات خواب در بیماران مبتلا به PD شایع است، این عامل بررسی و آثار آن بر HRV کنترل شود.

تقدیر و تشکر

از تمامی آزمودنی‌های شرکت‌کننده در این پژوهش و کسانی که ما را در انجام این تحقیق یاری رساندند، سپاسگزاریم.

References

[1].Daniela M, Catalina L, Ilie O, Paula M, Daniel-Andrei I, Ioana B. Effects of Exercise Training on the Autonomic Nervous System with a Focus on Anti-Inflammatory and Antioxidants Effects. Antioxidants. 2022;11(2):350. 10.3390/antiox11020350

[2].Thiyagarajan R, Pal P, Pal GK, Subramanian SK, Bobby Z, Das AK, Trakroo M. Cardiovagal modulation, oxidative stress, and cardiovascular risk factors in prehypertensive subjects: cross-sectional study. American journal of hypertension. 2013;26(7):850-7. 10.1093/ajh/hpt025

[3.].Norynejad Hassan RH, Dejahang Manoochehr. Impact of Resistance, Aerobic, and Combined Training on Salivary Malondialdehyde Levels in Active Old Men. Sadra Medical Sciences Journal. 2024;12(3):370-8. p2768789. (In Persian)

[4].Ersoy MA, Selek S, Celik H, Erel O, Kaya MC, Savas HA, Herken H. Role of oxidative and antioxidative parameters in etiopathogenesis and prognosis of panic disorder. International Journal of Neuroscience. 2008;118(7):1025-37 10.1080/00207450701769026

[5].Naghipour Hamzekolaei M, Jafarisani M, Farajzadeh A, Aghayan SS, Atashi A, Yarmohammadi M, et al. Changes in mean platelet volume and hematologic indices in patients with panic disorder due to oxidative stress. Brain and Behavior. 2020;10(4):e01569. 10.1002/brb3.1569. (In Persian)

[6].Kulaksizoglu S, Kulaksizoglu B. Changes in serum BDNF levels after treatment of panic disorder patients. Annals of Medical Research. 2019;26(7):1157-60. 10.5455/annalsmedres.2019.03.166

[7].Konishi Y, Tanii H, Otowa T, Sasaki T, Kaiya H, Okada M, Okazaki Y. The association of BDNF val66met polymorphism with trait anxiety in panic disorder. The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences. 2014;26(4):344-51. 10.1176/appi.neuropsych.11120359

[8].Chawla N, Anothaisintawee T, Charoenrungrueangchai K, Thaipisuttikul P, McKay GJ, Attia J, Thakkinstian A. Drug treatment for panic disorder with or without agoraphobia: systematic review and network meta-analysis of randomised controlled trials. bmj. 2022;376:e066084. 10.1136/bmj-2021-066084

[9].Kotianova A, Kotian M, Slepecky M, Chupacova M, Prasko J, Tonhajzerova I. The differences between patients with panic disorder and healthy controls in psychophysiological stress profile. Neuropsychiatric disease and treatment. 2018;14:435-441. 10.2147/NDT.S153005

[10].Navarro-Lomas G, Dote-Montero M, Alcantara J, Plaza-Florido A, Castillo MJ, Amaro-Gahete FJ.

Different exercise training modalities similarly improve heart rate variability in sedentary middle-aged adults: the FIT-AGEING randomized controlled trial. European Journal of Applied Physiology. 2022:1-12 10.1007/s00421-022-04957-9

[11].Iranpour A BL. Evaluation of Heart Rate Fluctuations with Two Frequency and Time Domain Methods Following Aerobic Training in Academic. Active Men SJNMP. 2019;4(4):30-45. (In Persian)

[12].Petrowski K, Herold U, Joraschky P, Mück-Weymann M, Siepmann M. The effects of psychosocial stress on heart rate variability in panic disorder. German J Psychiatry. 2010;13(2):66-73.

[13].Cheng YC, Su MI, Liu CW, Huang YC, Huang WL. Heart rate variability in patients with anxiety disorders: A systematic review and meta-analysis. Psychiatry and Clinical Neurosciences. 2022.

[14].Piralaiy E, Siahkuhian M, Dabbagh Nikokheslat S, Bolboli L, Aslan Abadi N, Sheikhalizadeh M. The effect of moderate intensity aerobic exercise on heart rate variability in diabetic patients with peripheral neuropathy. Medical Journal of Tabriz University of Medical Sciences & Health Services. 2019;41(3):44-52. 10.34172/mj.2019.032 (In Persian)

[15].Abdi H BL, Afroundeh R, Siahkohian M, Khajehlandi M. . The Effect of One Course of Intense Interval Training on Serum Levels of Vitamin D, Heart Rate Variability and Lung Function in Male Smokers: A Quasi-Experimental Study. JRUMS. 2021;20(3):277-96. 10.52547/jrums.20.3.277 (In Persian)

[16].Fisher-Wellman K, Bloomer RJ. Acute exercise and oxidative stress: a 30 year history. Dynamic medicine. 2009;8:1-25.

[17].Lira Ferrari GS, Bucalen Ferrari CK. Exercise modulation of total antioxidant capacity (TAC): towards a molecular signature of healthy aging. Frontiers in Life Science. 2011;5(3-4):81-90.

[18].Carlsohn A, Rohn S, Mayer F, Schweigert FJ. Physical activity, antioxidant status, and protein modification in adolescent athletes. Medicine and Science in Sports and Exercise. 2010;42(6):1131-9.

[19].Leelarungrayub D, Saidee K, Pothongsunun P, Pratanaphon S, YanKai A, Bloomer RJ. Six weeks of aerobic dance exercise improves blood oxidative stress status and increases interleukin-2 in previously sedentary women. Journal of bodywork and movement therapies. 2011;15(3):355-62. 10.1016/j.jbmt.2010.03.006

[20].Thirupathi A, Wang M, Lin JK, Fekete G, István B, Baker JS, Gu Y. Effect of different exercise modalities on oxidative stress: A systematic review. BioMed Research International. 2021;2021(1):1947928. 10.1155/2021/1947928

[21].Somayeh Javidfar MMA, Abbas Bakhshipour. The Mindfulness and Emotional Dysregulation as Transdiagnostic Factors in Patient with Generalized Anxiety Disorder. Journal of Modern Psychological Resrarch. 2022;16(64):1-14. (In Persian)

[22].Radak Z, Ishihara K, Tekus E, Varga C, Posa A, Balogh L, et al. Exercise, oxidants, and antioxidants change the shape of the bell-shaped hormesis curve. Redox biology. 2017;12:285-90.

[23].Luong MW, Ignaszewski M, Taylor C. Stress testing: A contribution from Dr Robert A. Bruce, father of exercise cardiology. British Columbia Medical Journal. 2016;58(2):70-6.

[24].Eskandarnejad M. Ashkriz N. Aerobics and Step step by step training. Second Edition. University Tabriz; 2022. (In Persian)

[25]. Zhang Y, Zhou B, Qiu J, Zhang L, Zou Z. Heart rate variability changes in patients with panic disorder.

Journal of Affective Disorders. 2020;267:297-306. 10.1016/j.jad.2020.01.132

[26].Herhaus B, Siepmann M, Kahaly GJ, Conrad R, Petrowski K. Effect of a biofeedback intervention on heart rate variability in individuals with panic disorder: A randomized controlled trial. Psychosomatic medicine. 2022;84(2):199-209. 10.1097/PSY.0000000000001031

[27].Shaffer F, Ginsberg JP. An overview of heart rate variability metrics and norms. Frontiers in public health. 2017;5:258. 10.3389/fpubh.2017.00258

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی