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

Changes in Serum CT-1 and RPP in Cardiac Patients Undergoing CABG or PCI After Eight Weeks of Moderate Intensity Aerobic Exercise

Houshyar Fashi[1], Akbar Nouri Habashi[2]✉, Ali Soroush[3], Javad Tolouei Azar[4]

1. Department of Sports Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Urmia University, Urmia, Iran. E-mail: h.fashi@urmia.ac.ir
2. Corresponding Author, Department of Sports Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Urmia University, Urmia, Iran. E-mail: a.norihabashi@urmia.ac.ir
3. Department of Rehabilitation and Sports Medicine, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran. E-mail: Ali.soroush.mhr@gmail.com
4. Department of Sports Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Urmia University, Urmia, Iran. E-mail: j.tolouei@gmail.com

Article Info

Article type:
Research

Article history:
Received:
7 July 2024
Received in revised form:
10 August 2024
Accepted:
19 August 2024
Published online:
22 August 2024

Keywords:
CABG,
CT-1,
PCI Intervention,
RPP,
Sport Training.

ABSTRACT

Introduction: Cardiovascular diseases are one of the major causes of death in the world and physical activity is one of the most effective ways to help improve the cardiovascular condition. This research aimed to investigate the serum cardiotrophin-1 (CT-1) levels and rate pressure product (RPP) of cardiac patients undergoing coronary artery bypass surgery (CABG) or percutaneous coronary intervention (PCI) in response to a course of moderate-intensity aerobics exercises.

Methods: 30 cardiac patients, with a mean age of 55 ± 6.08 years, and a mean weight of 80.35 ± 14.13 kg were randomly assigned into two training (n=15) and control (n=15) groups, two months after their CABG or PCI surgery. The training group practiced for eight weeks and three 45-minute sessions per week on a treadmill and a manual ergometer with an average intensity between 45 and 70% of the reserve heart rate and 7 to 15 points on the Borg rating of perceived exertion (RPE) scale. Blood samples were drawn from both experimental and control groups 48 hours before the first session and 48 hours after the last session. For data analysis, mixed model analysis of variance (ANOVA) was performed at the significance level of $P \leq 0.05$. The Graph Pad software (Prism) was used to draw the graphs.

Results: No significant changes in CT-1 serum levels were observed in the training ($p=0.382$) and the control group ($p=0.753$), however, there was a significant decrease in RPP only in the training group ($P=0.041$) and no significant change was observed in the control group ($P=0.753$).

Conclusion: Moderate-intensity aerobic exercise causes a significant decrease in RPP without increasing serum CT-1 levels in heart disease patients undergoing CABG or PCI, which indicates a decrease in oxygen consumption of heart tissue.

Cite this article: Fashi H., Nouri Habashi A., Soroush A., & Tolouei Aar A. Changes in Serum CT-1 and RPP in Cardiac Patients Undergoing CABG or PCI After Eight Weeks of Moderate Intensity Aerobic Exercise. *Journal of Sport Biosciences.* 2024; 16 (2): 71-84.

DOI: http//doi.org/10.22059/jsb.2024.379046.1637.

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

Despite the deaths caused by COVID-19, in recent years, cardiovascular diseases, with 18.6 million deaths per year are still the leading cause of death in the world. The most common treatments for coronary artery occlusion are percutaneous coronary intervention (PCI) and coronary artery bypass surgery (CABG). The evidence shows that after interventions and surgery, these patients need post-surgery care and they have to follow a special lifestyle. Cardiotrophin-1 (CT-1) is an effective factor in the cardiac tissue shape and functions and an effective new marker in heart diseases. CT-1 is a protein hypertrophy factor, whose target tissue is the heart. The relationship between CT-1 and hemodynamic hypertrophic effects can cause changes in heart rate and blood pressure. The product of the heart rate in systolic blood pressure, known as the rate pressure product (RPP) or double product, is an indirect indicator in the measurement of oxygen consumption of the myocardium, and it is of double importance in heart patients. Research shows that physical activity can be associated with a 35% reduction in mortality from cardiovascular diseases. However, the effect of regular aerobic activity on these factors in a sample of cardiac patients remains unknown. Therefore, this research aimed to clarify the effect of moderate-intensity aerobic exercise on the serum cardiotrophin-1 factor concentration and RPP in cardiac patients who underwent CABG or PCI surgery.

Methods

This research is a quasi-experimental and applied study that was conducted using a pre-test and post-test experimental design. 30 cardiac patient with a mean age of 55 ± 6.08 years and a mean weight of 80.35 ± 14.13 kg were randomly assigned into two training (n=15) and control (n=15) groups, two months after their CABG or PCI surgery. Blood samples were drawn before and 48 hours after exercise to measure cardiotrophin-1 (CT-1). Blood samples were collected in EDTA-contained tubes and centrifuged for 10 minutes (3000 RPM) and the Elisa kit was used for quantitative assay. Also, heart rate and blood pressure were measured in the rest period before and 15 minutes after exercises. The protocol was conducted for 8 weeks, and three 45-minute sessions per week on a treadmill and a manual ergometer with an average intensity between 45 and 70% of the reserve heart rate and 7 to 15 points on the Borg rating of perceived exertion (RPE) scale. Cardiac patients exercised for 15 to 25 minutes on a treadmill and then for 10 to 20 minutes on a cadence bike and manual ergometer with an intensity of 35 to 50 watts. In each session, 5 to 10 minutes were spent for warm-up and cool-down. The normality of data distribution was tested using the Shapiro-Wilks test. To analyze the data, the mixed model ANOVA test was used at the significance level of $P \leq 0.05$ via SPSS-20 software.

Results

No significant changes in serum CT-1 levels were observed in the training (p=0.382) and in the control (p=0.753) groups, however, there was a significant decrease in RPP only in the training group (P=0.041) and no significant change was observed in the control group (P=0.753).

Conclusion

In this research, eight weeks of aerobic training with moderate intensity could not have a significant effect on the serum cardiotrophin-1 factor levels, however, a significant decrease in RPP was observed in cardiac patients who underwent CABG and PCI surgery. These results support the changes in vascular function and inflammatory factors. It seems that the secretion of CT-1 is first affected by the intensity of exercise because it has been shown that the level of CT-1 increases immediately after an intense exercise session. A few hours after the end of the training program, the CT-1 level is adjusted towards the base level. (for reasons that are not completely clear and probably in response to the reduction of stress and stimulation caused by the training intensity on myocytes and the reduction or cessation of CT-1 release and also caused by the instability of serum CT-1 level).

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines: This study followed the ethical standards and was approved by the Ethics Committee of the Sport Sciences and Research Institute (IR.SSRC.REC.1402.228).

Funding: This study was extracted from the PhD dissertation by the first Author. No funding was received for this study.

Authors' contribution: All authors contributed equally to the study design.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest

Acknowledgments: We sincerely thank for the cooperation and support of the management, nurses, and all the staff of the cardiac prevention and rehabilitation department, as well as the officials and staff of the research, training, and treatment center of Imam Ali Cardiovascular Center of Kermanshah and all the patients who participated in this study.

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

تغییرات CT-1 سرمی و RPP بیماران قلبی تحت CABG یا PCI پس از هشت هفته تمرین هوازی با شدت متوسط

هوشیار فشی[۱]، اکبر نوری حبشی[۲]✉، علی سروش[۳]، جواد طلوعی آذر[۴]

۱. گروه فیزیولوژی ورزشی دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزش دانشگاه ارومیه، ارومیه ایران رایانامه: hfashi86@gmail.com
۲. نویسندهٔ مسئول،گروه فیزیولوژی ورزشی دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزش دانشگاه ارومیه، ارومیه ایران. رایانامه:a.norihabashi@urmia.ac.ir
۳. گروه بازتوانی و پزشکی ورزشی، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران. رایانامه: Ali.soroush.mhr@gmail.com
۴. گروه فیزیولوژی ورزشی دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزش دانشگاه ارومیه، ارومیه ایران j.tolouei@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/ ۴/۱۷
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/ ۵/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/ ۵/۲۹
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/ ۰۶/۰۱

کلیدواژه‌ها:
تمرین ورزشی،
حاصل‌ضرب دوگانه،
کاردیوتروفین-۱
عمل جراحی بای پس قلبی
مداخلهٔ PCI .

چکیده

مقدمه: بیماری‌های قلبی-عروقی یکی از عوامل مرگ‌ومیر گسترده در جهان و فعالیت بدنی از تأثیرگذارترین روش‌ها برای کمک به بهبود وضعیت قلبی-عروقی است. هدف از این تحقیق، بررسی سطوح سرمی کاردیوتروفین-۱ (CT-1) و حاصل‌ضرب دوگانهٔ (RPP) بیماران قلبی تحت عمل جراحی بای‌پس عروق کرونر (CABG) یا روش مداخله‌ای عروق کرونری از طریق پوست (PCI) در پاسخ به یک دوره تمرینات هوازی با شدت متوسط است.

روش پژوهش: ۳۰ مرد مبتلا به بیماری قلبی با میانگین سنی ۶/۰۸ ± ۵۵ سال و وزن ۱۴/۱۳± ۸۰/۳۵ کیلوگرم که دو ماه از عمل جراحی (CABG یا PCI) آنها گذشته بود، در دو گروه تمرین (n=۱۵) و کنترل (n=۱۵) قرار گرفتند. گروه تمرین به مدت هشت هفته و هفته‌ای سه جلسه و هر جلسه ۴۵ دقیقه با شدت متوسط بین ۴۵ تا ۷۰ درصد ضربان قلب ذخیره و در مقیاس درک فشار بورگ (۷ تا ۱۵) به فعالیت روی تردمیل و ارگومتر دستی پرداختند. از هر دو گروه تمرین و کنترل ۴۸ ساعت پیش از اولین و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه نمونهٔ خونی گرفته شد. برای تحلیل داده‌ها از آزمون آماری آنالیز واریانس (آنووا) مخلوط در سطح معناداری (P≤۰/۰۵) و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار گراف پد (پریزم) استفاده شد.

یافته‌ها: در گروه تمرین (P=۰/۳۸۲) و کنترل (P=۰/۷۵۳) تغییرات معناداری در سطوح سرمی CT-1 مشاهده نشد، ولی کاهش معناداری در RPP تنها در گروه تمرین مشاهده شد (P=۰/۰۴۱) و در گروه کنترل تغییر معناداری مشاهده نشد (P=۰/۷۵۳).

نتیجه‌گیری: تمرین هوازی با شدت متوسط بدون افزایش در سطوح سرمی CT-1 در بیماران قلبی تحت (CABG یا PCI) سبب کاهش معناداری در RPP این بیماران می‌شود که به‌نظر می‌رسد نشان‌دهندهٔ کاهش در اکسیژن مصرفی بافت قلبی است.

استناد: فشی، هوشیار؛ نوری حبشی، اکبر؛ سروش، علی؛ طلوعی آذر، جواد. تغییرات CT-1 سرمی و RPP بیماران قلبی تحت CABG یا PCI پس از هشت هفته تمرین هوازی با شدت متوسط . نشریهٔ *علوم زیستی ورزشی*. ۱۴۰۳؛ (۲)۱۶، ۸۴-۷۱.

DOI: http//doi.org/10.22059/jsb.2024.379046.1637.

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

بیماری‌های قلبی–عروقی یکی از بیماری‌های رایج و از عوامل مرگ‌ومیر گسترده در جهان است [۱–۳]که با وجود مرگ‌ومیرهای ناشی از کووید–۱۹ در سال‌های اخیر، با ۱۸/۶ میلیون مرگ در سال کماکان رتبهٔ اول علل مرگ‌ومیر در جهان را دارد [۴]. از رایج‌ترین درمان‌ها برای بیماری انسداد عروق کرونر، عمل جراحی بای‌پس عروق کرونر[۱](CABG) است [۵]. همچنین روش مداخله‌ای عروق کرونری از طریق پوست[۲]امروزه به‌طور گسترده‌ای در دنیا به‌کار می‌رود [۶]. شواهد نشان می‌دهد پس از مداخلات و عمل جراحی، افزایش عوامل التهابی به‌همراه استرس‌های ناشی از مداخلات جراحی می‌تواند این افراد را مستعد ریسک بالای ابتلا به بیماری‌های جسمی یا تشدید علائم بیماری کند. ازاین‌رو این افراد نیاز به مراقبت‌های بعد از عمل جراحی و رعایت سبک زندگی ویژه‌ای دارند[۷، ۸]. پژوهش‌های جدید بر ارتباط مولکول‌های کلیدی مؤثر بر گیرنده‌ها و مسیرهای سیگنالی، با فاکتورهای التهابی و عواملی متمرکز شده‌اند که بر میزان آسیب اکسایشی و التهاب و در نتیجه وقوع مرگ‌ومیر در بیماران قلبی اثرگذارند [۹].

کاردیوتروفین–۱[۳](CT-1) به‌عنوان یکی از مارکرهای نوین و مؤثر در شکل بافت و عملکرد قلبی مرتبط با بیماری‌های قلبی شناخته شده است [۹–۱۱]. این سایتوکاین قلبی که یک پروتئین با ۲۰۱ اسیدآمینه است، در اصل یک عامل هیپرتروفی ۲۱/۵ کیلودالتون و عضوی از خانوادهٔ سایتوکاین قلبی مشابه با IL-6 و بافت هدف آن قلب است[۱۱، ۱۲]. همانند اینترلوکین–۶[۴] از جمله فاکتورهایی است که مسیر سیگنالی جانوس‌کیناز و مبدل سیگنال و فعال‌کنندهٔ رونویسی[۵](JAK/STAT) را از راه گیرندهٔ گلیکوپروتئین ۱۳۰[۶]فعال می‌کند و می‌تواند سبب القای هایپرتروفی، التهاب یا حفاظت قلب شود [۱۳]. CT-1 در القای هایپرتروفی نیرومندتر از اعضای دیگر خانوادهٔ IL-6 است، زیرا مشخص شده است که در غلظت‌های پایین حتی کمتر از nm نیز خاصیت القای نقش هایپرتروفیکی را دارد [۱۴]. نتایج تحقیقات در خصوص ارتباط این فاکتور با قلب ضد و نقیض است، به‌طوری‌که ممکن است شرایط متفاوت در مفید یا مضر بودن تأثیر کاردیوتروفین–۱ بر قلب نقش داشته باشد، به‌گونه‌ای که بیان زودهنگام CT-1 در سلول‌های قلبی دچار آنفارکتوس‌شده ممکن است سبب بروز سازگاری و پدیده‌های محافظتی شود که برای کاهش از دست دادن میوسیت‌های قلبی و القای هایپرتروفی در میوسیت‌های بازمانده مفید باشد و عملکرد بطنی پابرجا بماند [۱۵]. همچنین پیش‌درمان با CT-1 در رت‌هایی که با بستن شاخهٔ چپ کرونر به انفارکتوس قلبی مبتلا شده بودند، تعداد میوسیت‌های قلبی دچار آپوپتوزشده را کاهش می‌دهد [۱۶]. در مقابل، برخی بررسی‌ها هم نشان می‌دهد که این عامل پروتئینی می‌تواند سبب هایپرتروفی درون‌گرا در سلول‌های قلبی شود [۱۷]. ولی پژوهش‌های بیشتر نشان داد که فرایند هایپرتروفی ناشی از CT-1 که در آغاز یک فرایند جبرانی و کمک‌کننده به بهبود رشد سلول‌های قلبی است، در صورت ادامه یافتن عامل انتقال پاتولوژیکی از هایپرتروفی به سمت شل‌شدگی عضلهٔ قلبی است که به ضعف عضلهٔ قلبی منجر می‌شود. بر همین اساس، به‌نظر می‌رسد در بیمارانی که دچار انفارکتوس قلبی شده‌اند، تعدیل سطح CT-1 که در پاسخ به ایسکمی به‌صورت حاد افزایش یافته، بتواند پیش‌بینی‌کنندهٔ وضعیت رضایت‌مندتری در این افراد باشد [۱۸، ۱۹].

پژوهش‌ها نشان می‌دهد که انجام فعالیت بدنی می‌تواند با کاهش ۳۵ درصدی مرگ‌ومیر ناشی از بیماری‌های قلبی–عروقی و کاهش ۳۳ درصدی مرگ‌ومیر ناشی از تمام عوامل همراه باشد. ازاین‌رو متخصصان دستورالعمل‌های فعالیت بدنی هوازی متوسط تا شدید به مدت حداقل ۱۵۰ دقیقه در هفته همراه با حداقل دو روز در هفته تمرین مقاومتی پویا برای بزرگسالان سالم بالای ۱۸ سال را توصیه می‌کنند [۲۰]. نشان داده شده است که تمرین هوازی می‌تواند سایتوکاین‌های پیش‌التهابی مانند IL-2، ریمدلینگ مضر و هایپرتروفی پاتولوژیک را محدود کند یا کاهش دهد [۲۱]. هاتاش[۷]و همکاران (۲۰۱۴) تمرین هوازی را یکی از تأثیرگذارترین ابزارها برای جلوگیری و درمان نارسایی قلبی برشمرده‌اند [۲۲]. در خصوص ارتباط تمرین با سطوح CT-1 پژوهش‌هایی در زمینهٔ بیماران قلبی یافت نشد، ولی چند پژوهش تأثیر

---

1. Coronary Artery Bypass Graft Surgery(CABG)
2. Percutaneous Coronary Interventions (PCI)
3. Cardiotrophin -1(CT-1)
4. Interleukin-6 (IL-6)
5. Janus kinas(JAK) / signal Transducer and Activator of Transcription/ (STAT)
6. Glycoprotein 130 Receptor (gp130)
7. Hattasch et al

تمرین را بر این فاکتور در نمونه‌های دیگر انسانی و حیوانی بررسی کرده‌اند. پوررحیم قورقچی و همکاران (۱۳۹۹) پس از اعمال یک جلسه تمرین مقاومتی دایره‌ای با شدت ۴۰ تا ۶۰ درصد یک تکرار بیشینه در مردان بدنساز پس از تمرینات معمول آنها افزایش معناداری را در سطوح سرمی CT-1 مشاهده کردند [۲۳]. غلامان و همکاران (۱۳۹۹) با بررسی تأثیر دو نوع تمرین اینتروال شدید و تمرین تداومی با شدت متوسط بر سطوح کاردیوتروفین-۱ در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲، به ۳۶ زن ۳۵ تا ۵۰ ساله ۱۲ هفته تمرین تردمیل دادند و در این پژوهش سطوح کاردیوتروفین-۱ در هر دو گروه تمرین نسبت به گروه کنترل کاهش معناداری داشت [۲۴]. عموعلی و همکاران (۱۳۹۴) در بررسی تأثیر ۱۲ هفته تمرین هوازی بر سطوح سرمی کاردیوتروفین - ۱ زنان سالمند مبتلا به فشار خون بالا نشان دادند، برنامهٔ تمرینی هوازی از نوع فزاینده (سه جلسه در هفته) تفاوت معناداری در سطوح کاردیوتروفین-۱ ایجاد نکرد [۱۲].

ارتباط CT-1 با فاکتورهای همودینامیکی مانند ضربان قلب و فشار خون گزارش شده است، از این حیث که تأثیرات هایپرتروفیکی می‌تواند سبب تغییرات در تعداد ضربان قلب و فشار خون شود که یک شاخص معمول برای بررسی سریع وضعیت عملکرد قلب و عروق به‌ویژه در بیماران قلبی است [۲۵، ۲۶]. حاصل‌ضرب تعداد ضربان قلب در فشار خون سیستولی، تحت عنوان حاصل‌ضرب دوگانه (RPP) به‌عنوان یک شاخص غیرمستقیم در سنجش اکسیژن مصرفی میوکارد است و در بیماران قلبی توجه به آن اهمیت دوچندان دارد [۲۷]، به‌طوری‌که تغییرات آن می‌تواند عملکرد بدنی در بیماران قلبی را تحت تأثیر قرار دهد، هنگام فعالیت و استراحت کاهش آن نشانهٔ عملکرد و بازدهی مناسب بافت قلبی به‌حساب می‌آید که گفته شده است در اثر برنامهٔ تمرینی بهبود می‌یابد [۲۸]. نتیجهٔ بعضی تحقیقات نشان می‌دهد حتی بهبود در قدرت عضلانی ناشی از تمرین مقاومتی، موجب کاهش حاصل‌ضرب دوگانه و کاهش تقاضای میوکارد به اکسیژن طی انجام کارهای روزمره، نظیر حمل وسایل یا بلند کردن اجسام متوسط تا سنگین می‌شود. همچنین بهبود همزمان استقامت قلبی-ریوی ناشی از تمرین مناسب همراه با کاهش حاصل‌ضرب دوگانه در بیماران قلبی با کاهش بارز حوادث قلبی-عروقی خطرناک بعدی که مستقل از عوامل خطرزای دیگرند، مرتبط است. ازاین‌رو فعالیت‌های بدنی می‌تواند با بهبود شاخص‌های همودینامیکی مانند فشار خون و ضربان قلب به بهبود حاصل‌ضرب دوگانه، کاهش اکسیژن مصرفی میوکارد و کارایی سیستم قلبی- عروقی کمک کند [۲۹]. نتایج پژوهش‌ها در این زمینه متفاوت است. مرادی و همکاران (۱۳۹۵) با بررسی تأثیر تمرین هوازی روی RPP مردان غیرفعال کاهش معناداری را در RPP مشاهده کردند [۳۰]. این در حالی است که در تحقیق گائینی و همکاران (۱۳۹۴) روی ۳۰ مرد بیمار پس از عمل جراحی بای‌پس عروق کرونر، هشت هفته تمرین استقامتی سبب افزایش در RPP این افراد شد [۳۱]. همچنین نتایج پژوهش شعبانی و همکاران (۱۳۹۰) در پژوهشی روی بیماران قلبی تحت پیوند عروق، پس از دو ماه برنامهٔ تمرین بازتوانی شامل استقامتی و مقاومتی، افزایش RPP را در این افراد مشاهده کردند. با این حال نتایج بعضی پژوهش‌ها بسته به نوع تمرین متفاوت است. به‌طور نمونه محبی و همکاران با تحقیق روی نمونه‌های شناگران و دوندگان کاهش معناداری را در RPP پس از فعالیت هوازی تناوبی در دوندگان مشاهده کردند، ولی در شناگران تغییر معناداری مشاهده نکردند [۳۲].

از آنجایی که فعالیت‌های ورزشی، نوعی محرک استرس محسوب می‌شود و می‌تواند عاملی در ایجاد تغییرات در ساختار قلب باشد و روی بیومارکرهای قلبی از جمله CT-1 تأثیرگذار باشد [۳۳]، ازاین‌رو با توجه به کم‌هزینه بودن و نداشتن عوارض درمان دارویی درصورتی‌که با شدت مناسب و در شرایط ایمن انجام گیرد، شاید بتواند در کمک به بهبود وضعیت بیماران قلبی تحت مداخلهٔ CABG و PCI هم موردنظر باشد [۸، ۲۲، ۳۴]. اگرچه داده‌های حاصل از چندین تحقیق از این موضوع که تمرین ورزشی التهاب و هایپرتروفی پاتولوژیک را کاهش می‌دهد حمایت می‌کنند [۳۰، ۳۶]، با وجود این، دانش بسیار کمی در زمینهٔ تأثیر تمرین پس از مداخلات تراپوستی (PCI) و جراحی بای‌پس (CABG) موجود است [۳۵]. در حال حاضر تأثیر تمرین هوازی با شدت متوسط بر سطح سرمی CT-1 و RPP در این بیماران قلبی ناشناخته مانده است. بنابراین پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر هشت هفته تمرین هوازی با شدت متوسط بر سطح سرمی CT-1 و RPP در بیماران قلبی تحت (CABG یا PCI) انجام گرفت.

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از نوع نیمه‌تجربی است که با استفاده از طرح آزمایشی پیش‌آزمون و پس‌آزمون در دو گروه تمرین و کنترل انجام گرفت. نمونهٔ آماری با روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند.

شرکت‌کنندگان

آزمودنی‌های پژوهش حاضر ۳۰ مرد دارای بیماری قلبی با میانگین سنی ۶/۰۸± ۵۵ سال، قد ۴/۹۲ ± ۱۷۲/۸۶ سانتی‌متر و وزن ۱۴/۱۳ ± ۸۰/۳۵ کیلوگرم بودند که دو ماه از عمل جراحی (CABG یا PCI) گذشته بود و برای معاینات و انجام بازتوانی و مشاورهٔ تغذیه و سبک زندگی به بخش پیشگیری و بازتوانی قلبی مرکز آموزشی، درمانی و تحقیقاتی تخصصی قلب امام علی (ع) شهرستان کرمانشاه مراجعه کرده بودند. آزمودنی‌ها به‌صورت داوطلبانه و با مشورت پزشک مربوط و پس از معاینات بالینی زیر نظر متخصص پزشکی ورزشی انتخاب شدند. پس از توضیح کامل مراحل پژوهش با آگاهی از تمام بندهای رضایت‌نامه و اینکه می‌توانند در هر زمان از ادامهٔ مشارکت در پژوهش کناره‌گیری کنند، رضایت‌نامهٔ کتبی آگاهانه به‌منظور مشارکت داوطلبانه در پژوهش را مطالعه و امضا کردند و پس از ثبت اطلاعات قد، وزن و سن آزمودنی‌ها به دو گروه ۱۵ نفر تمرین و ۱۵ نفر کنترل تقسیم شدند.

معیار ورود افراد به پژوهش گذشت دو ماه از انجام عمل جراحی CABG یا مداخلات PCI و همچنین عدم ابتلا به دیابت بود. همچنین عدم حضور در سه جلسهٔ پیاپی تمرین یا ناتوانی فرد در ادامهٔ تمرینات با توجه به نظر پزشک متخصص سبب خروج از پژوهش می‌شد (مشخصات توصیفی هر دو گروه در جدول ۱ نشان داده شده است).

جدول ۱. مشخصات توصیفی آزمودنی‌ها به‌صورت M±SD در دو گروه تمرین و کنترل

متغیر	گروه	M±SD	P
سن (سال)	تمرین	۵۵/۶۰± ۶/۰۸	
	کنترل	۵۴/۷۳ ± ۴/۷۳	
قد (سانتی‌متر)	تمرین	۱۷۲/۸۶ ± ۴/۹۲	
	کنترل	۱۷۴/۰۰ ± ۵/۳۱	
وزن (کیلوگرم)	تمرین	۸۰/۳۵ ± ۱۴/۱۳	۰/۹۰۵
	کنترل	۷۹/۹۰± ۷/۰۷۵	
شاخص تودهٔ بدنی(kg/m^2)	تمرین	۲۶/۷۹ ± ۴/۲۴	۰/۶۰۳
	کنترل	۲۵/۷۲ ± ۱/۵۵	
فشار خون سیستولی (میلی‌متر جیوه)	تمرین	۱۱۴/۸۰ ±۱۸/۹۵	۰/۷۴۴
	کنترل	۱۱۸/۳۳ ±۱۴۱/۱۷	
فشار خون دیاستولی (میلی‌متر جیوه)	تمرین	۷۲/۶۶ ±۱۱/۶۲	۰/۹۷۶
	کنترل	۷۸/۳۳ ±۸/۱۶	
ضربان قلب استراحت (ضربه در دقیقه)	تمرین	۷۳/۴۰ ± ۹/۱۴	۰/۶۱۹
	کنترل	۷۴/۹۳ ± ۷/۵۸	

روش‌های اندازه‌گیری

۴۸ ساعت پیش و پس از دورهٔ اجرای برنامه‌های تمرین از هر دو گروه تمرین و کنترل مقدار پنج سی‌سی خون در حالت نشسته از ورید بازویی دست چپ با سرنگ نمرهٔ ۱۸گرفته شد. به‌منظور جداسازی سرم ابتدا نمونه‌ها با ۳۵۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند و تا زمان انجام آزمایش و سنجش فاکتورها در دمای منفی ۸۰ درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری شدند.

برای اندازه‌گیری مقادیر CT-1 از روش الایزا و بر اساس دستورالعمل کیت مخصوص CT-1 انسانی (MBS2021666) با حساسیت ۵/۹ pg/ml ساخت چین، پس از آماده‌سازی بر اساس مواد کیت‌ها و دستورالعمل هر کدام از فاکتورها، نمونه‌های میکروپلیت در دستگاه خوانش میکروپلیت قرار داده شدند و غلظت فاکتورها تعیین شد.

با استفاده از قدسنج ساخت آلمان (مدل ستکا ۷۶۷ با دقت یک میلی‌متر) و همچنین به‌وسیلهٔ ترازوی دیجیتالی ساخت آلمان (مدل ۲۰۷ با دقت ۱۰۰ گرم) قد و وزن آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد و شاخص تودهٔ بدنی بر اساس این مقادیر به‌دست‌آمده با استفاده از فرمول «تقسیم وزن در واحد کیلوگرم بر مجذور قد در واحد متر» و با نرم‌افزار اکسل محاسبه شد. همچنین پیش و پس از هر جلسهٔ تمرین فشار خون و ضربان قلب آزمودنی‌ها توسط پرستاران مجرب با دستگاه فشارخون‌سنج M80 مدل Beurer اندازه‌گیری شد.

روش اجرای پژوهش

گروه تمرین به مدت هشت هفته و هفته‌ای سه جلسه تمرین هوازی با تردمیل و دوچرخه انجام دادند. هر جلسه شامل ۴۵ دقیقه فعالیت هوازی با شدت متوسط بین ۴۵ تا ۷۰ درصد ضربان قلب ذخیره (شدت ۷ تا ۱۵ (RPE) در مقیاس درک فشار بورگ) بود. تمرین فعالیت هوازی به این صورت بود که آزمودنی‌ها بین ۱۵ تا ۲۵ دقیقه روی تردمیل و سپس بلافاصله ۱۰ تا ۲۰ دقیقه روی دوچرخهٔ کارسنج و اگومتر دستی با شدت ۳۵ تا ۵۰ وات به تمرین پرداختند.

در هر جلسه ۵ تا ۱۰ دقیقه در ابتدا گرم کردن و در پایان بازگشت به حالت اولیه انجام می‌شد [۳۶، ۳۷]. در این مدت گروه کنترل تمرین و فعالیت بدنی منظم نداشتند و تنها مشاورهٔ تغذیه و مراقبت معمول روزمره را دریافت می‌کردند. پس از پایان هشت هفته تمرین ورزشی از آزمودنی‌ها خواسته شد ۴۸ ساعت بعد به‌منظور خون‌گیری مرحلهٔ پس‌آزمون، در ابتدای صبح در وضعیت ناشتا به آزمایشگاه مراجعه کنند. همچنین فشار خون و ضربان قلب آنها به‌وسیلهٔ دستگاه فشارخون‌سنج اندازه‌گیری شد. در این مدت گروه کنترل در این تمرینات منظم مشارکت نکردند و تنها مشاورهٔ تغذیه و مراقبت معمول روزمره را دریافت می‌کردند. پیش از شروع تمرینات در ابتدای هر جلسه پس از تعویض لباس و در پایان هر جلسه پیش از تعویض لباس فشار خون و تعداد ضربان قلب استراحتی در مدت یک دقیقه برای به‌دست آوردن حاصل‌ضرب دوگانه (RPP) آزمودنی‌ها اندازه‌گیری و ثبت می‌شد.

جدول۲. برنامهٔ تمرین آزمودنی‌ها

هفته‌ها / پروتکل تمرین	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم
تردمیل	۴۰ درصد	۴۵ درصد	۵۰ درصد	۵۵ درصد	۶۰ درصد	۶۵ درصد	۷۰ درصد	۷۰ درصد
دوچرخهٔ کارسنج	۳۵ وات	۳۷ وات	۳۹ وات	۴۱ وات	۴۳ وات	۴۵ وات	۴۷ وات	۴۹ وات
ارگومتر دستی	۳۵ وات	۳۷ وات	۳۹ وات	۴۱ وات	۴۳ وات	۴۵ وات	۴۷ وات	۴۹ وات

ملاحظات اخلاقی

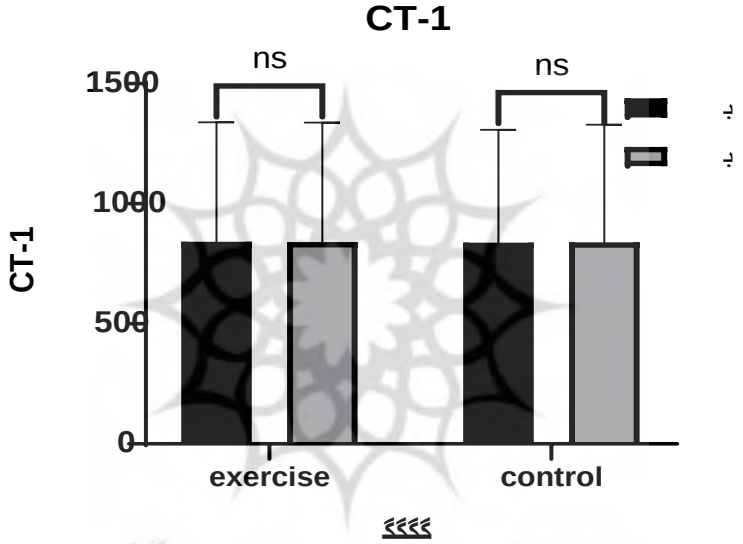
پژوهش حاضر با کد اخلاق IR.SSRC.REC.1402.228 در سامانهٔ علوم زیستی ثبت شد و پیش از شروع اجرای تحقیق همهٔ مراحل انجام تحقیق به آزمودنی‌ها به‌طور کامل توضیح داده شد و پیش از شروع تحقیق توسط آزمودنی‌ها یا همراه معتمد آنها برگهٔ رضایت‌نامه تکمیل و امضا شد. همچنین وضعیت بیماران در حین تمرین با سیستم تله متری با هولتر کنترل می‌شد. وضعیت علائم حیاتی آنها هنگام تمرین به‌صورت مانیتورینگ تحت نظر قرار می‌گرفت و در صورت بروز مشکل و علائمی مانند درد قفسهٔ سینه، تنگی نفس و فعالیت بدنی بیمار متوقف می‌شد. شایان ذکر است در تمام جلسات تمرینات با حضور پزشک متخصص پزشکی ورزشی، متخصص فیزیولوژی ورزشی و پرستاران بخش بازتوانی انجام گرفت.

روش آماری

در این تحقیق همهٔ بررسی‌های آماری از طریق نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۲۰ انجام شد. آزمون نرمال بودن توزیع داده‌ها به‌وسیلهٔ آزمون شاپیروویلک انجام گرفت. به‌منظور توصیف و تشریح یافته‌ها از آمار توصیفی و برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از آمار استنباطی استفاده شد. در آمار استنباطی از آزمون آنالیز واریانس مخلوط استفاده شد. سطح معناداری P≤۰/۰۵ در نظر گرفته شد. همچنین برای رسم نمودارها از نرم‌افزار گراف پد (پریزم) استفاده شد.

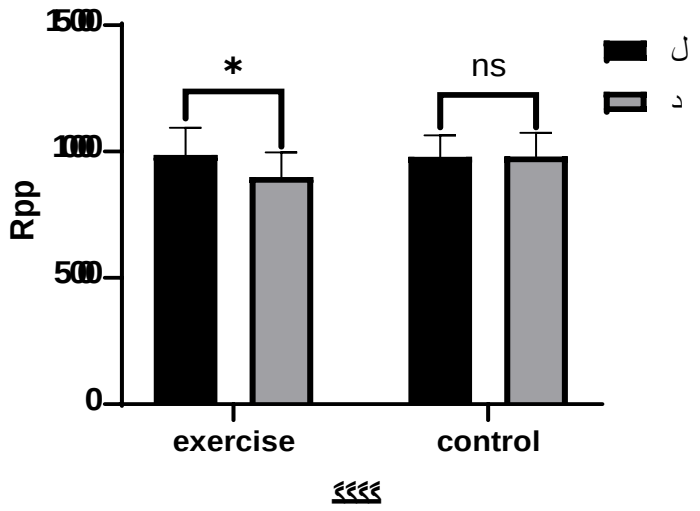
یافته‌های پژوهش

در مرحلهٔ پیش‌آزمون بین دو گروه تمرین و کنترل در هیچ‌یک از متغیرهای وابسته تحقیق تفاوت معناداری وجود نداشت. سطح معناداری برای متغیر کاردیوتروفین-۱ (P= ۰/۹۸۳) و برای حاصل‌ضرب دوگانه (P= ۰/۴۰۱) بین دو گروه تمرین و کنترل به‌دست آمد.



شکل ۱. میانگین سطوح CT-1 در دو گروه تمرین و کنترل در پیش و پس از هشت هفته تمرین

میانگین سطوح کاردیوتروفین-۱ در پیش‌آزمون به‌ترتیب در گروه تمرین ۴۹۷/۴۷ pg/mL ± ۸۴۰/۴۴ و کنترل ۴۸۹/۵۲ pg/mL ± ۸۳۹/۷۱ نشان می‌دهد که تفاوت معناداری بین میانگین دو گروه وجود ندارد. همچنین در پس‌آزمون (پس از اعمال تمرین) میانگین سطوح سرمی کاردیوتروفین-۱ در گروه تمرین به ۴۷۹/۴۸ pg/mL ± ۸۴۲/۱۹ و در گروه کنترل این مقدار به۴۷۰/۱۴ pg/mL ± ۸۳۸/۳۹ رسیده است. در گروه تمرین (P=۰/۳۸۲) و برای گروه کنترل (P=۰/۷۵۳) به دست آمده است که در هر دو گروه تغییرات در سطوح سرمی کاردیوتروفین-۱ پس از اعمال تمرین نسبت به قبل از اعمال تمرین معنادار نبود (P≤۰/۰۵) (شکل ۱ و جدول ۳).



شکل ۲. میانگین سطوحRPP در دو گروه تمرین و کنترل در قبل و بعد از هشت هفته تمرین

همچنان‌که در شکل ۲ و جدول ۳ مشاهده می‌شود، میانگین حاصل‌ضرب دوگانهٔ گروه تمرین از ۱۰۸۲± ۹۸۶۶ در پیش‌آزمون به ۹۷۷± ۸۹۹۳ در پس‌آزمون رسیده است که نشان می‌دهد تفاوت معناداری در میانگین‌های سطوح حاصل‌ضرب دوگانه در گروه تمرین پس از اعمال تمرین نسبت به پیش از تمرین وجود دارد (P = ۰/۴۱). درحالی‌که در گروه کنترل از ۸۴۵ ± ۹۷۹۸ در پیش‌آزمون به ۹۳۷± ۹۸۰۷ در پس‌آزمون رسیده است که با در نظر گرفتن سطح معناداری به‌دست‌آمده (p = ۰/۵۲۱) تغییر معناداری مشاهده نمی‌شود (P≤۰/۰۵).

جدول ۳. میانگین، انحراف استاندارد و نتایج تجزیه‌وتحلیل متغیرها در دو گروه تمرین و کنترل در پیش آزمون و پس‌آزمون

متغیر	گروه	پیش‌آزمون M±SD	پس‌آزمون M±SD	اندازهٔ اثر	مقدار P
۰/۳۸۲	۰/۰۵۲	۸۴۰/۴۴ ± ۴۹۷/۴۷	۸۴۲/۱۹ ± ۴۷۹/۴۸	تمرین	کاردیوتروفین-۱ (pg./mL)
۰/۷۵۳	۰/۰۲۴	۸۳۹/۷۱ ± ۴۸۹/۵۲	۸۳۸/۳۹ ± ۴۷۰/۱۴	کنترل	
*۰/۰۴۱	۰/۲۳۱	۸۹۹۳ ±۹۷۷	۹۸۶۶ ±۱۰۸۲	تمرین	حاصل‌ضرب دوگانه (میلی‌متر جیوه در ضربان در دقیقه)
۰/۵۲۱	۰/۰۱۶	۹۸۰۷ ±۹۳۷	۹۷۹۸ ± ۸۴۵	کنترل	

*تفاوت معناداری در سطح P≤۰/۰۵

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر هشت هفته تمرین هوازی با شدت متوسط بر غلظت سرمی کاردیوتروفین-۱ و حاصل‌ضرب دوگانه در بیماران قلبی (CABG یا PCI) انجام گرفت. در این پژوهش هشت هفته تمرین هوازی با شدت متوسط تأثیر معناداری در سطوح سرمی فاکتور کاردیوتروفین-۱ در بیماران قلبی که تحت عمل جراحی (CABG یا PCI) قرا گرفته‌اند، نداشت. با توجه به اینکه در پژوهش‌های بررسی‌شدهٔ قبلی، تحقیقی که نوع تمرین و نمونهٔ آزمودنی‌ها مشابه این پژوهش باشد، یافت نشد، نمی‌توانیم نتایج پژوهش حاضر را به‌طور کامل با نتایج این پژوهش‌ها مقایسه کنیم و از حیث تأثیر کلی تمرینات ورزشی بر سطوح کاردیوتروفین-۱ نتایج این تحقیق در زمینهٔ ارتباط

تمرین با سطوح کاردیوتروفین-۱ با نتیجهٔ بررسی عابدزاده و همکاران (۱۴۰۱)، صبوری و همکاران (۱۴۰۰) و عمو علی و همکاران (۱۳۹۹) همسوست. همان‌گونه‌که عابدزاده و همکاران بعد از ۱۲ هفته تمرین هوازی در بیماران زن مبتلا به فشار خون بالا، تغییر معناداری را در سطح CT-1 سرمی مشاهده نکردند. صبوری و همکاران تأثیر هشت هفته تمرینات شدید اینتروال و تمرینات تداومی بر کاردیوتروفین-۱ در بافت قلبی رت‌های مبتلا به دیابت را بررسی کردند و نشان دادند که فقط در گروه تمرینات اینتروال شدید سطوح CT-1 افزایش معناداری نسبت به گروه کنترل داشت و در گروه تمرین تداومی تغییر معناداری مشاهده نشد[۲]. همچنین عمو علی و همکاران تأثیر ۱۲ هفته تمرینات هوازی بر سطوح سرمی کاردیوتروفین-۱ و فشار خون و هایپرتروفی بطن چپ در زنان مبتلا به فشار خون را بررسی کردند، ولی آنها هم بعد از مداخلهٔ تمرین تغییر معناداری در سطح کاردیو تروفین-۱ مشاهده نکردند[۱۲].

نتایج پژوهش حاضر، با نتایج پژوهش پوررحیم قورقچی و همکاران (۱۳۹۹) و غلامان و همکاران (۲۰۲۱) همسو نیست، زیرا پوررحیم قورقچی و همکاران (۱۳۹۹) پس از اعمال یک جلسه تمرین مقاومتی دایره‌ای با شدت ۴۰ تا ۶۰ درصد یک تکرار بیشینه در مردان بدنساز پس از تمرینات معمول آنها افزایش معناداری را در سطوح سرمی CT-1 مشاهده کردند [۲۳]. همچنین غلامان و همکاران (۱۳۹۹) با بررسی تأثیر دو نوع تمرین اینتروال شدید و تمرین تداومی با شدت متوسط بر سطوح کاردیوتروفین-۱ در زنان مبتلا به دیابت نوع دو، ۳۶ زن ۳۵ تا ۵۰ ساله را به مدت ۱۲ هفته تحت تمرین روی تردمیل قرار دادند. سطوح کاردیوتروفین-۱ در هر دو گروه تمرین نسبت به گروه کنترل کاهش معناداری داشت که به‌نظر می‌رسد شرایط اولیهٔ افرادی که دچار دیابت بوده‌اند، در این مورد تأثیرگذار بوده است. از طرفی، نشان داده شده است که پاسخ سطح سرمی کاردیوتروفین-۱ افراد بیمار در مقایسه با افراد سالم در برابر تمرینات ورزشی یکسان نیست. در همین زمینه، چن و همکاران[۱](۲۰۱۲) با اعمال دو نوع برنامهٔ تمرینی شامل ۶۰ دقیقه شنا و ۶۰ دقیقه دویدن در دو گروه رت‌های سالم و دارای نارسایی کلیوی، مشاهده کردند که هر دو نوع تمرین سطوح سرمی کاردیوتروفین-۱ و گیرندهٔ آن را در نمونهٔ رت سالم به‌طور معناداری تنظیم کاهشی می‌دهد، ولی در رت‌های بیمار سبب تنظیم افزایشی سطح کاردیوتروفین-۱ می‌شود [۳۸].

لیمونجلی و همکاران[۲](۲۰۱۰) سطوح پلاسمایی را در ۲۰ ورزشکار و۲۰ غیرورزشکار هنگام اجرای تمرینات ورزشی بررسی کردند. برنامهٔ تمرینی آنها تک‌جلسه‌ای و با استفاده از دوچرخهٔ ارگومتری با بار کاری پیشرونده (۱۰ وات در دقیقه) بود و نتایج تحقیق آنها نشان داد که بیشتر آزمودنی‌ها در هر دو گروه هنگام اوج فعالیت ورزشی افزایش در سطح سرمی CT-1 و همچنین پس از پایان آزمون ورزشی کاهش سطح را نشان دادند. ازاین‌رو به‌نظر می‌رسد که ترشح CT-1، ابتدا تحت تأثیر شدت تمرین قرار می‌گیرد، زیرا نشان داده شده است که سطح CT-1 بلافاصله پس از یک جلسه تمرین شدید افزایش می‌یابد[۲۷]. درحالی‌که پس از گذشت چند ساعت از پایان برنامهٔ تمرینی سطح آن (به دلایلی که کاملاً مشخص نیست و احتمالاً در پاسخ به کاهش استرس و تحریک ناشی از فشار تمرین بر میوسیت‌ها و کاهش یا توقف آزادسازی این فاکتور و همچنین ناشی از ناپایداری این فاکتور در سرم باشد) به سمت سطح پایه تعدیل می‌شود[۳۹]. در همین زمینه، پان و همکاران[۳](۲۰۱۲)، ۳۶ رأس موش را به مدت یک هفته تحت تمرین شدید درمانده‌ساز شنا قرار دادند و سطوح کاردیوتروفین را بلافاصله، پس از ۱۲ساعت، ۲۴ ساعت، ۴۸ ساعت، و ۷۲ ساعت پس از تمرین اندازه‌گیری کردند. سطوح کاردیوتروفین-۱ بلافاصله پس از تمرین شدید افزایش معناداری داشت و در ۷۲ ساعت پس از تمرین به‌طور چشمگیری کاهش یافت [۳۹]. ازاین‌رو با توجه به اینکه در پژوهش حاضر، هدف بررسی تأثیر طولانی‌مدت تمرین ورزشی بر سطوح CT-1 بود و نمونه‌گیری خون پس‌آزمون ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسهٔ تمرین انجام گرفت، احتمالاً سطح سرمی این فاکتور پس از گذشت چندین ساعت به سمت مقادیر پایه نزدیک شده است [۴۰]. همچنین نشان داده شده است که پاسخ قلب به اعمال فشار واردشده، تلاش برای تطابق پیدا کردن ساختار قلبی برای کمک به حفظ عملکرد قلبی در جهت برآورده کردن نیازهای حاد موجود است. ازاین‌رو مواجهه با افزایش بار همودینامیکی، به ترشح عوامل هیپرتروفی منجر می‌شود. بنابراین، رفتار بافت قلبی در آزادسازی کاردیوتروفین-۱ احتمالاً یک پاسخ سازگارانهٔ حاد در برابر استرس تمرین شدید است [۴۱]. در پژوهش حاضر با توجه به اینکه تمرینات با شدت متوسط (و نه با شدت بالا) و به‌صورت افزایش تدریجی فشار تمرین اعمال شد،

[1] . Chen et al
[2] . Limongelli et al
[3]. pan et al

این احتمال وجود دارد که شدت تمرین برای تحریک و آزادسازی CT-1 کافی نبوده است، زیرا در نتیجهٔ تمرینات طولانی و با شدت کم تا متوسط، با بالا رفتن تدریجی سطح آمادگی قلبی- عروقی، بر اثر سازگاری حاصل از این نوع تمرین، از پاسخ ذاتی بر اثر فشار واردشده به میوسیت‌ها کاسته می‌شود و سبب تغییر در آستانهٔ تحریک میوسیت‌ها در آزادسازی CT-1 می‌شود [۴۴]. در مجموع، به‌نظر می‌رسد استفاده از برنامه‌های تمرینی با شدت‌های متفاوت، نوع نمونه (حیوانی یا انسانی)، وضعیت جسمانی و سلامتی آزمودنی‌ها، زمان نمونه‌گیری خون پس از تمرین، سن افراد، جنسیت آزمودنی‌ها و تکنیک‌های بررسی آزمایشگاهی مورد استفاده دلیل متناقض بودن نتایج پژوهش‌های مختلف در زمینهٔ تغییرات CT-1 باشد.

در خصوص تأثیر تمرین ورزشی بر حاصل‌ضرب دوگانه نتایج این پژوهش نشان داد که هشت هفته تمرین ورزشی هوازی با شدت متوسط توانست کاهش معناداری در این فاکتور همودینامیک مرتبط با عملکرد قلبی ایجاد کند که با نتایج پژوهش مرادی و همکاران (۱۳۹۶) در زمینهٔ بررسی تأثیر تمرین هوازی روی RPP مردان غیرفعال که کاهش معناداری را در RPP مشاهده کردند، همخوانی دارد [۳۰]. این نتایج با نتایج گائینی و همکاران (۱۳۹۴) که در تحقیقی روی ۳۰ مرد بیمار نشان دادند پس از عمل جراحی بای‌پس عروق کرونر هشت هفته تمرین استقامتی سبب افزایش در RPP این افراد شد، مغایر است [۳۱]. همچنین با نتایج پژوهش شعبانی و همکاران (۱۳۹۰) همسو نیست، زیرا آنها در پژوهشی روی بیماران قلبی تحت پیوند عروق، پس از دو ماه برنامهٔ تمرین بازتوانی شامل استقامتی و مقاومتی، افزایش RPP را مشاهده کردند که شاید تفاوت در نتیجه‌گیری به‌دلیل استفاده از تمرین مقاومتی در کنار تمرین استقامتی باشد. با این حال نتایج بعضی پژوهش‌ها در این زمینه با توجه به نوع فعالیت متفاوت است. به‌طور نمونه محبی و همکاران در پژوهشی روی نمونه‌های شناگران و دوندگان کاهش معناداری را در RPP پس از فعالیت هوازی تناوبی در دوندگان مشاهده کردند، ولی در شناگران تغییر معناداری مشاهده نکردندکه نشان‌دهندهٔ پاسخ متفاوت این فاکتور نسبت به نوع تمرین است [۳۲].

به‌نظر می‌رسد کاهش در حاصل‌ضرب دوگانه به‌عنوان شاخص غیرمستقیم برای سنجش مصرف اکسیژن میوکاردی ناشی از سازوکارهای مختلف مانند تحریک رهاسازی نیتریک اکساید بر اثر تمرین بدنی هوازی زیر بیشینه باشد که نتیجهٔ آن رگ‌گشایی و کاهش مقاومت عروق است [۴۲، ۴۳]. علاوه بر این بهبود عملکرد عضلهٔ قلبی با افزایش و بهبود عملکرد میتوکندریایی و تعدیل عوامل هورمونی و عصبی مرتبط با هایپرتروفی پاتولوژیک مانند کاهش سطوح کاتکولامین‌ها و همچنین ناشی از بهبود پاسخ‌های همودینامیکی در برابر بار کاری یکسان در مقایسه با قبل از تمرین باشد [۳۱].

به‌طور کلی نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که هشت هفته تمرین هوازی با شدت متوسط علاوه بر اینکه برای این بیماران کم‌خطر است، می‌تواند بدون تحریک رهاسازی عوامل هایپرتروفی پاتولوژیک و با تعدیل حاصل‌ضرب دوگانه، موجب کارامدی بهتر عملکرد قلبی در بیماران قلبی تحت (CABG یا PCI) شود.

در این پژوهش نمونهٔ آماری به‌صورت در دسترس از بین بیماران قلبی تحت (CABG یا PCI) مراجعه‌کننده به بخش پیشگیری و بازتوانی انتخاب شد؛ جنسیت افراد فقط شامل مردان می‌شد و تعمیم آن به بیماران زن نیاز به بررسی در این گروه دارد؛ سطوح کادیوتروفین-۱ در سرم از روش الایزا سنجیده شد و تعیین دقیق منبع اصلی رهاسازی این فاکتور ممکن نبود. با توجه به شرایط این آزمودنی‌ها که تحت عمل جراحی یا مداخلات عروق کرونر قرار گرفته بودند، شدت برنامهٔ تمرین بر اساس درصدی از ضربان قلب ذخیره تدوین شد. کنترل دقیق فعالیت روزانه، تغذیه و میزان خواب آزمودنی‌ها به‌طور دقیق امکان‌پذیر نبود.

مشارکت نویسندگان: به‌ترتیب ذکر شده است.

تعارض منافع: هیچ‌گونه تعارض منافع وجود ندارد.

تقدیر و تشکر

از همکاری و همراهی مدیریت، پرستاران و همهٔ کارکنان بخش پیشگیری و بازتوانی قلبی و همچنین مسئول و عوامل آزمایشگاه مرکز تحقیقاتی، آموزشی و درمانی قلب و عروق امام علی (ع) کرمانشاه و همهٔ بزرگوارانی که در این مطالعه مشارکت داشتند، سپاسگزاریم.

این پژوهش برگرفته از رسالهٔ دورهٔ دکتری فیزیولوژی ورزشی گرایش قلب و عروق و تنفس است.

Reference

[1].Billebeau G VN, Sadoune M, Launay JM, Beauvais F, Cohen- Solal A. Effects of a cardiac rehabilitation programme on plasma cardiac biomarkers in patients with chronic heart failure Eur J Prev Cardiol[PubMed:28452560]. 2017(24(11):1127–35

[2].Sabouri Mostafa NJ, Zarei Yashar , Hassani Sangani Mojtaba , and Hooshmand Moghadam Babak Comparing High-Intensity Interval Training (HIIT) and Continuous Training on Apelin, APJ, NO, and Cardiotrophin-1 in Cardiac Tissue of Diabetic Rats. . Journal of Diabetes Research. 2020;Volume 2020:7 pages. https://doi.org/10.1155/2020/1472514

[3].van Kimmenade RR JJ, Ellinor PT, Sharma UC, Bakker JA, Low AF, et al. Utility of amino-terminal pro-brain natriuretic peptide, galectin-3, and apelin for the evaluation of patients with acute heart failure. Journal of the American College of Cardiology. 2006;48(6:1217-24.

[4].Fernandes-Silva MM GG, Rigaud VO, Lofrano-Alves MS, Castro RE, de Barros Cruz LG, et al. Inflammatory biomarkers and effect of exercise on functional capacity in patients with heart failure: Insights from a randomized clinical trial. European journal of preventive cardiology 24(8):808-817. 2017.

[5].Miteva K, Baptista D, Montecucco F, Asrih M, Burger F, Roth A, et al. Cardiotrophin-1 deficiency abrogates atherosclerosis progression. Scientific reports. 2020;10(1):1-14.

[6].Zhang Hu CR. Effects of Exercise after Percutaneous Coronary Intervention on Cardiac Function and Cardiovascular Adverse Events in Patients with Coronary Heart Disease. Journal of Sports Science and Medicine 2019;2013(18):213-22.

[7]. Goyal TM, Idler EL, Krause TJ, Contrada RJ. Quality of life following cardiac surgery: impact of the severity and course of depressive symptoms. Psychosomatic medicine. 2005;67(5):759-65.

[8].Pignay-Demaria V, Lespérance F, Demaria RG, Frasure-Smith N, Perrault LP. Depression and anxiety and outcomes of coronary artery bypass surgery. The Annals of thoracic surgery. 2003;75(1):314-21.

[9].Tully PJ BR, Turnbull D, Winefield H. The role of depression and anxiety symptoms in hospital readmissions after cardiac surgery. J Behav Med. 2008;31(4):281-90.

[10].Kanukurti Jyothirmayi NM, N. N. Sreedevi Siraj, Ahmed Khan, K.S.S. Sai Baba M. Vijaya Bhaskar, O. Sai Satish, Shaik Mohammad Naushad, Iyyapu Krishna Mohan. Evaluation of Galectin-3 as a Novel Diagnostic Biomarker in Patients with Heart Failure with Preserved Ejection Fraction. J Lab Physicians:. 2020(12):126–32.

[11].Mohamed Asrih FM, Alessandra Quercioli, Franco Dallegri, and FabrizioMontecucco. Update on the Pathophysiological Activities of the Cardiac Molecule Cardiotrophin-1 in Obesity Hindawi Publishing Corporation Mediators of Inflammation. 2013 Volume 2013:8 pages.

[12].Amooali N DF, Babaee Baigi MA, Mohamadi M. The impact of 12 weeks of aerobic exercise on serum levels of cardiotrophin-1, blood pressure and left ventricular hypertrophy in hypertensive

elderly women. J ZUMS. 2015;24(106):1-9.

[13].Watanabe Takuya HKaKS. Emerging Roles of Cardiotrophin-1 in the Pathogenesis and Biomarker of Atherosclerosis Laboratory of Cardiovascular Medicine. 2018;1:94–105.

[14].LATCHMAN DS. Cardiotrophin-1 (CT-1): a novel hypertrophic and cardioprotective agent . Cardiovascular pathology in the year Blackwell Science Ltd. International Journal of Experimental Pathology. 1999;80:189-96.

[15].Freed DHC, R.H.; Dangerfield, A.L.; Sutton, J.S.; Dixon, I.M.C. Emerging evidence for the role of cardiotrophin-1 in cardiac repair in the infarcted heart. Cardiovasc Res[PubMed]. 2005;65:782–92.

[16].Roh J RJ, Chaudhari V, Rosenzweig A. The role of exercise in cardiac aging: from physiology to molecular mechanisms. Circ Res. 2016;118:279-95.

[17].Pennica D KK, Shaw KJ, et al. Expression cloning of cardiotrophin 1, a cytokine that induces cardiac myocyte hypertrophy. . Proc Natl Acad Sci USA 1995;92:1142-6.

[18].Calabro P LG, Riegler L, et al. Novel insights into the role of cardiotrophin-1 in cardiovascular diseases. J Mol Cell Cardiol 2009;46:142-8.

[19].Gonzalez A LB, Ravassa S, et al. Cardiotrophin-1 in hypertensive heart disease. Endocrine 2012;42:9-17.

[20].Khajeian N, Moghadasi M. Effect of 8 weeks regular endurance training on galectin-3 changes after a strenuous aerobic exercise. Journal of Physical Activity and Hormones. 2017;1(3):29-38.

[21].Roh J, Rhee J, Chaudhari V, Rosenzweig A. The role of exercise in cardiac aging: from physiology to molecular mechanisms. Circulation research. 2016;118(2):279-95.

[22].Hättasch R, Spethmann S, de Boer RA, Ruifrok WP, Schattke S, Wagner M, et al. Galectin-3 increase in endurance athletes. European journal of preventive cardiology. 2014;21(10):1192-9.

[23].PourRahim Ghouroghchi A AR. The Effect of Circuit Resistance Training on Cardiotrophin-1 and Platelet in Active Body Building Men: A Clinical Trial Study. J Rafsanjan [Farsi] Univ Med Sci. 2021;19 (11):1149-62.

[24].Gholaman Masoumeh ; Gholami MA, Mohammad Ali ; Abed Natanzi,Hossein The effect of high intensity interval training and moderate intensity continuous training on the levels of cardiotrophin-1and insulin resistance in women with type 2 diabetes J Bas Res Med Sci. 2021;8((1):67-75.

[25].Hu ZR, Chang. Effects of Exercise after Percutaneous Coronary Intervention on Cardiac Function and Cardiovascular Adverse Events in Patients with Coronary Heart Disease: Systematic Review and Meta-Analysis. Journal of Sports Science and Medicine 2019;18:213-22.

[26].Jin H YR, Keller GA, Ryan A, Ko A, Finkle D, et al. In vivo effects of cardiotrophin-1. Cytokine. 1996;8(12):920–6.

[27].Limongelli G, Calabrò P, Maddaloni V, Russo A, Masarone D, D'Aponte A, et al. Cardiotrophin-1 and TNF-α circulating levels at rest and during cardiopulmonary exercise test in athletes and healthy individuals. Cytokine. 2010;50(3):245-7.

[28].Shabani R NH, Nikoo M R, Cheragi MA, Hojatoleslami S, Shirmohammadi T, et al. Effects of cardiac rehabilitation program on physical capacity, blood pressure, heart rate recovery and myocardial oxygen consumption in patients undergoing coronary artery bypass grafting.; 21:108-13. (Persian) Med Sci J Islamic Azad Univ Tehran Med Branch 2011.

[29].Parvand M GB, Sarmadi A. Effect of cardiac rehabilitation on blood pressure and functional capacity in patients after myocardial infarction. Novel Biomed. 2016;4:56-60.

[30].Moradi H NH, Ebrahim K, Abed-Natanzi H. The Effects of 8 Weeks of Aerobic Training and Grape Seed Extract on Some Cardiovascular Functional Indexes in Non-active Men. J Isfahan Med Sch. 2017;34(409): 1439-44.

[31].Gaeini AA FA, Kazemi F. Effects of aerobic continuous and interval training on rate-pressure product in patients after CABG surgery. J Sports Med Phys Fitness 2015; 55(1-2): 76-83.

[32].Mohebbi H MB, Shokati Basir S. Hemodynamic responses after interval running and swimming exercise in trained young men. . Journal of Sport and Biomotor Science 4(1): 75-84 [In Persian]. 2012.

[33].Billebeau G, Vodovar N, Sadoune M, Launay J-M, Beauvais F, Cohen-Solal A. Effects of a cardiac rehabilitation programme on plasma cardiac biomarkers in patients with chronic heart failure. European journal of preventive cardiology. 2017;24(11):1127-35.

[34].Samiei A, Behpoor N, Tadibi V, Fathi R. The Effect of High Intensity Aerobic Exercise on Levels of Galectin-3 and Protein Kinase C in Diabetic Male Rats. Journal of Clinical Research in Paramedical Sciences. 2020;9(1).

[35].Sakhaei Mohammad Hossein SP, Damirchi Arsalan. Acute effects of high-intensity interval versus moderate continuous exercise on plasma concentration of NO and PEH in inactive obese men. Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology. 2024;11(1):11-22.

[36].Abela. M. Exercise training in heart failure. Postgrad Med J. 94(1113):392-397. doi: 10.1136/postgradmedj-2018-135638. Epub 2018 May 4. PMID: 29728451. 2018 Jul;.

[37].Wisløff U SA, Loennechen JP, Bruvold M, Rognmo Ø, Haram PM, et al. Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients.Retrieved from. . Circulation. 2007;115(24):3086–94.

[38].Chen KC HC, Peng CC, Peng RY. Exercise rescued chronic kidney disease by attenuating cardiac hypertrophy through the cardiotrophin- 1, LIFR/gp 130, JAK/STAT3 pathway. EAPC. 2014; 21(4):50720.

[39].G. Limongelli PC, V. Maddaloni et al. Cardiotrophin-1 and TNF-α circulating levels at rest and during cardiopulmonary exercise test in athletes and healthy individuals. Cytokine. 2010;vol. 50:pp. 245–7.

[40].J Stephens ERaUW. The Expression of Adipose Tissue-Derived Cardiotrophin-1 in Humans with Obesity Pennington Biomedical Research Center, MDPI. 2019.

[41].Finsen AV LI, Sjaastad I, et al. . Syndecan-4 is essential for development of concentric myocardial hypertrophy via stretch induced activation of the calcinurin-NFAT pathway. PLOS One. 6; e28302. 2011.

[42].Alijani E NM, Qajaree Shalmzaree H. The effect of 8 weeks aerobic training on blood pressure and blood glucose in hypertensive none insulin dependent diabetes mellitus patient. . Journal of Physical Education and Sport Sciences ; [In Persian] 2017;2(5): 7-14.

[43].CM T. . Exercise and resting blood pressure. In: Eckert HM, Montoye HJ, editors. Exercise and health. Champaign, IL: . Human Kinetics. 1984;p. 32-41

[44].Abedzadeh S GF, Abed Natanzi H, Nikbakht H, Gholam M. The Impact of 12-Week Aerobic Exercise on Serum Levels of Cardiotrophin-1 in Female Patients with Hypertension. Sadra Med Sci J 2022;2022 (10(3)):203-14.