Scientific Journal of
Rehabilitation Medicine

Jul & Aug 2024. Volume 13. Num 3

Research Paper

The Effect of Aerobic and Combined Training on Heart Function of Middle-ged Male Patients After Bilateral Femoral Artery Coronary Grafting

Gholam Reza Rostami[1], ***Heydar Sadeghi**[2, 3]

1. Department of Biological Sciences and Sports Biomechanics, Faculty of Physical Education & Sport Sciences, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2. Department of Sports Biomechanics and Injuries, Faculty of Physical Education & Sport Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran.
3. Department of Sports Biomechanics, Kinesiology Research Center, Kharazmi University, Tehran, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation Rostami GR, Sadeghi H. [The Effect of Aerobic and Combined Training on Heart Function of Middle-ged Male Patients After Bilateral Femoral Artery Coronary Grafting (Persian)]. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2024; 13(3):506-519. https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.3.2745

https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.3.2745

ABSTRACT

Background and Aims Cardiovascular diseases are among the most common causes of death in the world. The prevalence of cardiovascular diseases increases with older age. Using cardiac exercise training to rehabilitate the heart after heart disease creates functional and structural adaptations in the patient's cardiovascular system, reducing mortality from related diseases. Therefore, this study aimed to investigate the effect of two aerobic and combined exercise training methods on heart function capacity in middle-aged male patients after bilateral femoral artery coronary bypass grafting surgery.

Methods In this quasi-experimental study with a pre-test-post-test design, 68 middle-aged male patients (Mean±SD age: 56.19±1.26 years) were studied after bilateral femoral artery coronary bypass grafting surgery. The subjects were randomly and availably divided into 3 groups: Aerobic (n=20), combined exercise training (aerobic+resistance) (n=20), and control (n=28). The subjects in the intervention groups performed 8 weeks of training, 3 sessions per week. Each training session in the aerobic and combined groups was performed for 40 minutes with the intensity of 70-85% heart rate reserved and 60 minutes with the intensity of 40-80% of one repetition maximum for each patient. Levene's test, multivariate analysis of variance (MANOVA), and Bonferroni statistical tests were used to analyze the obtained data at the significance level of $P \leq 0.05$.

Results The one-way MANOVA test showed that functional capacity, ejection fraction and maximal oxygen consumption increased significantly after aerobic and combined exercise training compared to the control group ($P<0.05$). However, the Bonferroni post hoc test showed no significant differences between functional capacity, ejection fraction, and maximal oxygen consumption at post-test levels in aerobic and combined exercise training groups ($P>0.05$).

Conclusion The findings of this study show that both aerobic and combined exercise training can improve the heart functional variables in middle-aged male patients after bilateral femoral artery coronary bypass grafting surgery, and these improvement levels appear to be independent of the types of training.

Keywords Cardiovascular disease, Aerobic and combined exercise training, Maximal oxygen consumption, Functional capacity and ejection fraction

Received: 16 May 2021
Accepted: 20 July 2021
Available Online: 22 Jul 2024

Corresponding Author:
Heydar Sadeghi, Professor.
Address: Department of Sports Biomechanics and Injuries, Faculty of Physical Education & Sport Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran.
Tel: +98 (912) 2453175
E-Mail: sadeghih@yahoo.com/h.sadeghi@khu.ac.ir

Copyright © 2024 The Author(s);
This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-By-NC: https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

Extended Abstract

Introduction

Cardiovascular diseases are among the most common causes of death in the world. The prevalence of cardiovascular diseases increases with older age. Existing studies have pointed to the effects of different methods of exercise programs aimed at cardiac rehabilitation (aerobic and combined) on the functional capacity of cardiovascular patients. These studies claim that cardiac rehabilitation after heart disease causes functional and structural adaptations in the patient's cardiovascular system, reducing mortality caused by related diseases. However, few studies have investigated the effects of combined and aerobic exercises in middle-aged men after coronary artery bypass graft. Also, the best type of rehabilitation program to achieve more favorable effects on the biomechanical behavior of blood and vascular structure of these patients has not yet been determined. Therefore, assuming the effectiveness of exercise, this study aimed to investigate the effect of aerobic and combined exercise on factors affecting heart function in middle-aged male patients after bilateral femoral artery coronary artery bypass grafting.

Materials and Methods

In this quasi-experimental research with a pre-test-post-test design and a causal-comparative model, 68 middle-aged men, with a Mean±SD age of 56.19±1.26 years, participated after vascular grafting of bilateral femoral coronary arteries. Subjects were randomly divided into three groups: Aerobic exercise (20 patients), combined exercise (aerobic+resistance) (20 patients) and control group (28 patients).

The doctor in the clinic diagnosed the type and severity of the disease. Complete explanations regarding the research purpose, the method of conducting it, and the confidentiality of the information were provided to the subjects. A letter was obtained to declare the subjects' consent. The subjects of the intervention groups underwent 8 weeks of training, 3 sessions per week. Each training session in the aerobic and combined groups lasted 40 minutes with an intensity of 70-85% of the reserve heart rate and 60 minutes with an intensity of 40-80% for one maximum repetition (RM1) for each patient, using treadmills, arm ergometers, and cadence bikes. In each session, after warming up, the patients first ran on a treadmill for 10 to 20 minutes with an intensity of 70% of the reserve heart rate, calculated according to Karvonen's formula, with a maximum speed of 5 km/h. As the sessions continued, they increased their running speed to 85% of the reserve heart rate and a maximum speed of 9.5 km/h. They then continued their training with an arm ergometer and a stationary bike for 8 to 10 minutes, respectively, with an intensity of 50 W, increasing to 80 W in subsequent sessions. The subjects of the combined exercise group (70% aerobic and 30% resistance) first exercised for 40 minutes according to the aerobic exercise protocol, then did resistance exercise twice a week for 20 minutes using four hip adductor machines, seated chest press, leg extensor, and abdominal exercises. The intensity of these exercises initially ranged from 40% to 50% of RM1 and then increased to 60% to 70% of RM1, with 8 to 12 repetitions in 2 to 3 sets.

During training, officials monitored the heart rate and training pressure to prevent excessive pressure from harming the patient. A post-test was conducted after 8 weeks of aerobic and combined training to investigate the effect of sports training on the desired parameters. The echocardiography model VIVD 3 (made by General Electric of America) was used to evaluate ejection fraction (EF) values. To determine functional capacity and maximum oxygen consumption levels, an exercise test was conducted on the Kansas USA model treadmill. Functional capacity (FC) is expressed based on Metabolic equivalents (METS), each MetS equivalent to 3.5 L of oxygen per kg of body weight per min.

Descriptive statistics, including mean and standard deviation, were used to describe the data. The normality of the distribution of the studied variables was checked using the Kolmogorov-Smirnov (K-S) test. After confirming the normal distribution of the data, Levene's test was used to determine the homogeneity of the error variances of the dependent variables in all groups. The effectiveness of aerobic and combined exercise methods on selected heart function variables was investigated using a one-way multivariate analysis of variance (MANOVA) test. To determine the location of differences and comparisons between groups, Bonferroni's follow-up test at the significance level of $P \geq 0.05$ was used.

Results

Based on the results of the one-way MANOVA test, there was no significant difference between the pre-test values of the research groups in any of the FC, EF and VO2max variables ($P>0.05$). However, a significant difference was observed between the post-test values of all FC, EF and VO2max variables ($P=0.001$). The Bonferroni post hoc test showed a significant increase in the post-test values of FC and VO2max between the combined and aerobic

training groups compared to the control group (P=0.001). The post-test EF values showed a significant difference between the combined training group (P=0.012) and the aerobic training group (P=0.002) compared to the control group. However, there was no significant difference between the post-test values of heart functional variables in the combined exercise group and the aerobic exercise group (P>0.05).

Conclusion

The results of the present study showed that performing eight weeks of aerobic and combined exercise programs can equally improve the FC of the heart, maximum oxygen consumption, and EF in middle-aged men after bilateral femoral artery coronary artery transplantation. Therefore, to improve health status after coronary artery bypass surgery and prevent the progression of atherosclerosis in middle-aged men, it is recommended to include aerobic and combined exercise programs in their treatment process.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This study was approved by the Ethics Committee of Kharazmi University of Tehran. The participants were informed about the purpose of the research and its implementation stages. They were also assured about the confidentiality of their information. They were free to leave the study whenever they wished and if desired, the research results would be available to them

Funding

This study was extracted from the doctoral dissertation of the Gholam Reza Rostami, approved by Department of Biological Sciences and Sports Biomechanics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University. This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Authors' contributions

All authors equally contributed to preparing this article.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors would like to express their gratitude to those who contributed to the work of this research, especially the patients who participated in it.

مقاله پژوهشی

تأثیر دو شیوه تمرین هوازی و ترکیبی بر عملکرد قلب مردان بیمار میانسال پس از پیوند عروق کرونر شریان فمورال دو طرفه

غلامرضا رستمی[۱]، *حیدر صادقی[۲،۳]

۱. گروه فیزیولوژی و بیومکانیک-ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد تهران مرکز، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۲. گروه بیومکانیک و آسیب‌شناسی‌ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه‌خوارزمی، تهران، ایران.
۳. گروه بیومکانیک و توانبخشی ورزشی، پژوهشکده علوم حرکتی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

Use your device to scan and read the article online

Citation Rostami R, Sadeghi H. [The Effect of Aerobic and Combined Training on Heart Function of Middle-ged Male Patients After Bilateral Femoral Artery Coronary Grafting (Persian)]. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2024; 13(3):506-519. https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.3.2745

https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.3.2745

چکیده

مقدمه و اهداف بیماری قلبی‌عروقی یکی از شایع‌ترین علل مرگ‌ومیر در جهان است و شیوع آن با افزایش سن نیز افزایش می‌یابد. به‌کارگیری تمرینات ورزشی با هدف بازتوانی قلبی پس از بیماری‌های قلبی موجب بروز سازگاری‌های عملکردی و ساختاری در سیستم قلب و عروق بیمار می‌شود و متعاقباً مرگ‌ومیر ناشی از بیماری‌های مرتبط با آن را کاهش می‌دهد. بنابراین هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی تأثیر دو شیوه تمرین هوازی و ترکیبی بر عملکرد قلب مردان بیمار میانسال پس از پیوند عروق کرونر شریان فمورال دو طرفه بود.

مواد و روش‌ها در این پژوهش نیمه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون، ۶۸ مرد میانسال با میانگین و انحراف‌معیار سنی ۱/۲۶±۵۶/۱۹ سال، پس از پیوند عروق کرونر شریان فمورال دو طرفه بررسی شدند. آزمودنی‌ها به‌طور تصادفی و در دسترس به سه گروه تمرین هوازی (۲۰ نفر)، تمرین ترکیبی (هوازی+ مقاومتی) (۲۰ نفر) و گروه کنترل (۲۸ نفر) تقسیم شدند. آزمودنی‌های گروه‌های مداخله به انجام ۸ هفته تمرین/ ۳ جلسه در هر هفته پرداختند. هر جلسه تمرین در گروه هوازی و ترکیبی به‌ترتیب به‌مدت ۴۰ دقیقه با شدت ۷۰-۸۵ درصد ضربان قلب ذخیره و ۶۰ دقیقه با شدت ۴۰-۸۰ درصد یک تکرار بیشینه برای هر بیمار در نظرگرفته شد. به منظور تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از آزمون‌های آماری لون، مانوا و بنفرونی، در سطح معنی‌داری $P\leq ۰/۰۵$ استفاده شد.

یافته‌ها نتایج حاصل از آزمون مانوا یک‌راهه نشان داد سطوح متغیرهای ظرفیت عملکردی، کسر تخلیه‌ای و حداکثر اکسیژن مصرفی پس از تمرین در گروه‌های تمرین هوازی و ترکیبی نسبت به گروه کنترل، افزایش معنی‌داری داشتند ($P<۰/۰۵$). بااین‌حال آزمون تعقیبی بونفرونی بین سطوح پس‌آزمون ظرفیت عملکردی، کسر تخلیه‌ای و حداکثر اکسیژن مصرفی در گروه‌های تمرین هوازی و ترکیبی اختلاف معنی‌داری نشان نداد ($P>۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری نتایج این پژوهش نشان داد هر دو پروتکل تمرین هوازی و ترکیبی می‌توانند موجب بهبود متغیرهای ظرفیت عملکردی قلب در مردان بیمار میانسال پس از پیوند عروق کرونر شریان فمورال دو طرفه گردند و میزان این بهبود مستقل از نوع تمرینات بازتوانی می‌باشد.

کلیدواژه‌ها بیماری قلبی‌عروقی، تمرین هوازی و ترکیبی، حداکثر اکسیژن مصرفی، ظرفیت عملکردی و کسر تخلیه‌ای

تاریخ دریافت: ۲۶ اردیبهشت ۱۴۰۰
تاریخ پذیرش: ۲۹ تیر ۱۴۰۰
تاریخ انتشار: ۰۱ مرداد ۱۴۰۳

* **نویسنده مسئول:**
دکتر حیدر صادقی
نشانی: تهران، دانشگاه خوارزمی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، گروه بیومکانیک و آسیب‌شناسی‌ورزشی.
تلفن: ۲۴۵۳۱۷۵ (۹۱۲) ۹۸+
رایانامه: sadeghih@yahoo.com/h.sadeghi@khu.ac.ir

Copyright © 2024 The Author(s);
This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-By-NC: https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

مقدمه و اهداف

امروزه بیماری قلبی‌عروقی[1] به‌عنوان عامل اصلی مرگ‌ومیر در سراسر جهان در نظر گرفته می‌شود [۱، ۲]. به گزارش سازمان بهداشت جهانی[2]، قلبی‌عروقی علت اصلی مرگ‌ومیر در جهان (۲۲درصد) و ایران (۳۵ درصد) در سال ۲۰۰۲ بود [۳] و احتمالاً در سال ۲۰۳۰ علت ۳۳ درصد از کل مرگ‌ومیر در سراسر دنیا خواهد بود [۴]. ازطرفی جراحی بای‌پس عروق کرونری[3] یا همان احیای عروق مسدودشده در بیماران قلبی‌عروقی موجب بروز برخی از عوارض نامطلوب نظیر بی‌نظمی و تغییرپذیری در ضربان قلب و اختلال در تون عصب واگی می‌شود که حاکی از اختلال در عملکرد بطن چپ قلب می‌باشد [۵]. ناتوانی پس از بروز این بیماری‌ها، درمان‌های بالینی و هزینه‌های درمان بالا در سنین مختلف [۶] باعث شد پژوهش‌های متعددی به منظور توسعه راهکارهای مؤثر در پیش‌گیری از ابتلا و بهبود آن صورت گیرد. بنابراین پرداختن به مشکلات بالینی ناشی از افزایش سن به‌خصوص بیماران مبتلا به قلبی‌عروقی ضروری به نظر می‌رسد و جلوگیری از حوادث ثانویه پس از جراحی بای‌پس عروق کرونری و پیشرفت فرایند آترواسکلروسیس[4] در آن‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است [۷].

یکی از مهم‌ترین علل پیدایش قلبی‌عروقی تصلب شرایین یا آترواسکلوروزیس می‌باشد [۸]، به‌نحوی‌که آترواسکلروتیک شریان‌های آئورت، کرونر، کاروتید و شریان‌های محیطی ازجمله شریان بازویی و رانی در رأس بیماری‌های قلبی‌عروقی در افراد بالای ۴۰ سال یا میانسال، با دامنه سنی ۴۰-۶۵ سال می‌باشد [۹]. نظر به آنکه آترواسکلوروزیس یا تجمع رسوبات لیپیدی از دوران کودکی آغاز و در سنین بالاتر ازدیاد می‌شود و با تنگی عروق [۱۰، ۱۱] و متعاقباً اختلال در خون‌رسانی به قلب، مغز و سایر اندام‌های محیطی به بروز سکته قلبی، مغزی و ایسکمی اندام تحتانی منجر می‌شود [۱۲، ۱۳]. این امر می‌تواند افزایش بیماری‌های انسدادی عروق محیطی هم‌راستا با افزایش سن را توجیه کند [۱۴]. به دیگر سخن تغییرات بیماری‌زای آترواسکلوروزیس با افزایش سن پیشرفت [۱۵] و نهایتاً به بروز مشکلات بالینی و مرگ‌ومیر [۱۶] می‌انجامد. بنابراین به نظر می‌رسد افزایش سن و جنسیت (مردان بیشتر از زنان) ازجمله ریسک فاکتورهای غیرقابل‌کنترل در پیشرفت قلبی‌عروقی می‌باشند [۱۷].

به‌علاوه افزایش سن با کاهش فزاینده سطوح حداکثر اکسیژن مصرفی[5] [۱۸]، ظرفیت عملکردی[6] [۱۹] و کاهش کسر تخلیه‌ای[7] [۲۰] در قلب همراه است. VO2max یا حداکثر اکسیژن مصرفی شاخص حداکثر عملکرد قلبی‌تنفسی، آمادگی هوازی و چگونگی عملکرد سیستم قلبی می‌باشد که با افزایش سن کاهش می‌یابد و کاهش آن یک ریسک فاکتور خطرزا در مرگ‌ومیر ناشی از قلبی‌عروقی شناخته شده است. بنابراین کاهش VO2max هم‌راستا با افزایش سن در افزایش خطر مرگ‌ومیر در افراد میانسال و سالمند مؤثر است [۱۸]. از دیگر علل اصلی در نارسایی‌های قلبی کاهش کسر تخلیه‌ای، شاخصی از عملکرد بطن چپ قلب[8] است [۲۰]. زمانی که قدرت عضلانی قلب به قدری کاهش یابد که کاهش ظرفیت عملکردی به کمتر از ۴۰ درصد برسد، شاهد نارسایی قلبی در فرد خواهیم بود [۲۱]. ظرفیت عملکردی نیز همان حداکثر توانایی فرد در اجرای یک فعالیت ورزشی یا بدنی فراتر از میزان در حالت استراحت است. کاهش ظرفیت عملکردی پس از پیدایش بیماری‌های شریان کرونری و به دنبال آن CABG [۷] مشاهده شده است.

همچنین افزایش سن [۲، ۲۲، ۲۳] توأم با شیوه زندگی ناسالم [۲۴] نظیر کاهش میزان فعالیت ورزشی [۲۳] و کم‌تحرکی با افزایش فزاینده ریسک فاکتورهای قلبی‌عروقی همراه است [۲۲]. کم‌تحرکی یک ریسک فاکتور تعدیل‌پذیر در قلبی‌عروقی است [۲۵]؛ درحالی‌که فعالیت ورزشی به‌عنوان مؤثرترین مداخله در بهبود عملکرد ناشی از سن شناخته شده است [۲۰] و به‌دلیل اثرات پیشگیرانه و حفاظتی آن در برابر ابتلا به قلبی‌عروقی [۲۶] و پیش‌گیری از مرگ‌ومیر ناشی از آن [۲۷]، بسیاری از متخصصان انجام فعالیت بدنی منظم را توصیه می‌کنند که از میان سازگاری‌های ناشی از فعالیت ورزشی می‌توان به افزایش تنش برشی[9] ناشی از جریان خون بر روی دیواره‌های شریانی و نهایتاً بهبود عملکرد اندوتلیال در حین اجرای فعالیت ورزشی اشاره کرد. همچنین تمرینات استقامتی اثرات بالقوه ضدایسکمیک داشته و با تقویت تراکم مویرگی موجب افزایش جریان خون کرونری می‌شوند [۲۶].

به‌طورکلی یک فعالیت ورزشی یا بدنی فراتر از میزان استراحتی موجب بهبود ظرفیت عملکردی یا اوج توانایی فرد، در بیماران مبتلا به قلبی‌عروقی خواهد شد [۷]. به‌علاوه اعمال اضافه بار حجمی بر قلب ناشی از فعالیت ورزشی استقامتی و هوازی به افزایش حجم حفره‌ها و هایپرتروفی اکسنتریک بطن چپ قلب منجر می‌شود [۲۸]؛ بنابراین منطقی است که این نوع فعالیت ورزشی بتواند سطوح VO2max را افزایش دهد. افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی پس از تمرینات ورزشی به افزایش عملکرد بطن چپ قلب و متعاقباً افزایش حداکثر برون‌ده قلب (سازگاری مرکزی) باز می‌گردد [۲۹]. سایر سازگاری‌های ناشی از فعالیت ورزشی استقامتی نظیر کاهش مقاومت عروقی، افزایش حجم

1. Cardiovascular Disease (CVD)
2. World Health Organization (WHO)
3. Coronary Artery Bypass Graft (CABG)
4. Atherosclerosis
5. Maximum Oxygen Uptake (VO2max)
6. Functional Capacity (FC)
7. Ejection Fraction (EF)
8. Left Ventricular
9. Shear stress

خون، افزایش EF و افزایش ظرفیت اکسیداتیو عضلات اسکلتی می‌تواند موجب افزایش سطوح حداکثر اکسیژن مصرفی نیز شود [۳۰].

خرم‌دل و همکاران به بررسی اثر ۸ هفته (۳ جلسه در هفته) تمرینات پیلاتس و حرکات موزون بر سطوح VO2max در زنان میانسال پرداختند و نشان دادند یک دوره فعالیت ورزشی موجب بهبود VO2max در آزمودنی‌های میانسال شد [۳۱]. بهرامیان و همکاران با بررسی رت‌های ۱۰ هفته‌ای مبتلا به انفارکتوس میوکارد نشان دادند ۶ هفته (۵ جلسه در هفته) فعالیت هوازی تناوبی در ۳ شدت متفاوت توانست سطوح EF را افزایش دهد و بیان کردند تمرین ورزشی، صرف‌نظر از شدت آن، می‌تواند ساختار و عملکرد بطن چپ قلب را بهبود بخشد، بااین‌حال افزایش شدت اثرات بهتری را سبب می‌شود [۳۲]. در همین راستا یافته‌ها حاکی از آن است که فعالیت ورزشی با شدت متوسط می‌تواند CVD را در افراد سالمند کاهش دهد، بااین‌حال به نظر می‌رسد مردان میانسال به منظور دستیابی به مزایای حفاظتی آن باید با شدت بیشتری به فعالیت بپردازند [۲۷، ۳۳]. بنابراین اگرچه تمرینات استقامتی و هوازی با بهبود آمادگی قلبی‌عروقی، فواید سلامتی بسیاری برای افراد سالمند به ارمغان می‌آورند [۱۸] اما شاخص‌های کمی و کیفی آن در توسعه VO2max در قشر میانسال جامعه همچنان نامعلوم است. بااین‌حال به نظر می‌رسد با تغییر سبک زندگی و کنترل ریسک فاکتورهای تعدیل‌پذیر می‌توان از پیشرفت CVD پیشگیری کرد [۱۲].

برنامه‌های تمرین هوازی با شدت متوسط[10] [۷] به‌عنوان برنامه بازتوانی قلبی در نظر گرفته می‌شود. بنابراین با بهره‌گیری از برنامه‌های بازتوانی قلبی پس از جراحی بای‌پس عروق کرونری، بهبود ظرفیت عملکردی و کیفیت زندگی در بیماران میانسال حاصل شود [۷] و در مقایسه با صرفاً دارودرمانی میزان مرگ‌ومیر ناشی از CVD را بیشتر کاهش دهد [۳۴]. تمرینات بازتوانی به‌واسطه ایجاد سازگاری‌های ساختاری در بطن چپ به انقباض‌پذیری قلب و تعدیل تون واگی کمک می‌کند که با افزایش EF همراه است [۳۵].

هرچند یافته‌ها حاکی از آن است که برنامه بازتوانی قلبی به‌صورت تمرینات هوازی زیر بیشینه [۳۶] و با شدت متوسط [۳۴]، به‌عنوان یک برنامه درمانی و توانبخشی مؤثر پس از جراحی بای‌پس عروق کرونری می‌باشد [۳۶] و از رایج‌ترین نوع برنامه‌های بازتوانی قلبی در نظر گرفته شده است [۳۴]، اما ازآنجاکه در بیماران قلبی ایسکمیک [۷] و پس از جراحی بای‌پس عروق کرونری، شاهد کاهش توده و قدرت عضلانی و به دنبال آن کاهش VO2peak و متعاقباً کاهش FC و کیفیت زندگی می‌باشیم [۳۷]، به نظر می‌رسد با افزایش قدرت عضلانی به بهینه‌سازی عملکرد در این قشر دست خواهیم یافت [۷]. بنابراین به منظور افزایش قدرت عضلانی و به دنبال آن ظرفیت هوازی می‌توان از تمرینات مقاومتی در کنار تمرینات هوازی بهره برد [۷]. بنابراین انجام تمرینات قدرتی به‌عنوان بخشی از برنامه بازتوانی در بیماران قلبی توصیه شده است [۳۸] و فرض بر آن است که پروتکل‌های بازتوانی ترکیبی (مقاومتی-هوازی) بتوانند میزان بهبودی بیشتری در مقادیر FC پس از جراحی بای‌پس عروق کرونری در بزرگسالان به ارمغان آورند.

مطالعات موجود به اثرگذاری شیوه‌های متفاوت برنامه‌های بازتوانی قلبی ترکیبی ([۷] و هوازی [۷، ۳۶]) بر FC [۷] بیماران قلبی- عروقی اشاره کرده‌اند؛ بااین‌حال، مطالعات اندکی به بررسی چگونگی اثر تمرینات ترکیبی و هوازی در مردان میانسال پس از جراحی بای‌پس عروق کرونری پرداخته‌اند و هنوز بهترین نوع برنامه بازتوانی که بتواند اثرات مطلوب‌تری را در رفتار بیومکانیکی خون و ساختار عروقی این بیماران حاصل کند، مشخص نشده است. بنابراین با فرض اثرگذار بودن تمرین ورزشی، هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی تأثیر دو شیوه تمرین هوازی و ترکیبی بر فاکتورهای مؤثر در عملکرد قلب مانند EF، FC و VO2max در مردان بیمار میانسال پس از جراحی بای‌پس عروق کرونری شریان فمورال دو طرفه بود.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه نیمه‌آزمایشی[11]، با طرح تحقیق پیش‌آزمون و پس‌آزمون، مدل تأثیرسنجی (علی‌مقایسه‌ای) و ازنظر نوع، کاربردی، از درون جامعه آماری ۲۶۴۸ بیمار قلبی میانسال ۴۰ تا ۶۵ سال که عمل پیوند عروق کرونر (۹۶۸) در بیمارستان مرکز قلب تهران انجام داده بودند؛ و از بین ۳۸۲ مرد پیوند عروق کرونر، ۶۸ نفر از افراد میانسال که ۲ تا ۳ هفته از عمل آن‌ها گذشته است به مرکز بازتوانی بیمارستان مرکز قلب تهران معرفی شدند، آزمودنی‌های مطالعه حاضر را تشکیل دادند. آزمودنی‌ها به‌صورت تصادفی دردسترس انتخاب و در سه گروه تمرین هوازی[12] (۲۰ نفر)، تمرین ترکیبی[13] (۲۰ نفر) و گروه کنترل[14] (۲۸ نفر) قرار گرفتند. نوع و شدت بیماری از طریق معاینه توسط پزشک حاضر در کلینیک تشخیص داده شد. به افراد با پر کردن پرسش‌نامه اطلاعات فردی و سلامت فیزیولوژیکی، توضیحات کاملی درارتباط‌با هدف تحقیق، روش انجام آن و محرمانه بودن اطلاعات به آزمودنی‌ها ارائه شد و رضایت‌نامه برای اعلام موافقت آزمودنی‌ها برای شرکت در تحقیق اخذ شد.

پس از مراجعه بیماران به پزشک متخصص قلب و عروق و تأیید پزشک برای شرکت در پژوهش، ۶۸ آزمودنی برای انجام

10. Moderate intensity continues training

11. Semi experimental
12. Aerobic exercise training
13. Combined exercise training
14. Control

آزمایشات پیش‌آزمون یک روز قبل از شروع برنامه‌های تمرینی به مرکز تصویربرداری معرفی شدند. قبل از شروع آزمون به بیماران درخصوص هدف از انجام تحقیق توضیحاتی داده شد و رضایت‌نامه‌های انجام تحقیق توسط بیماران تکمیل شد. سپس بیماران شروع به انجام برنامه‌های تمرین هوازی و ترکیبی زیر نظر پرستار آشنا به مانیتورینگ و محقق در مرکز بازتوانی بیمارستان مرکز قلب تهران کردند. آزمودنی‌های گروه تمرین هوازی ۸ هفته پروتکل تمرین هوازی زیربیشینه/ ۳ جلسه در هر هفته و هر جلسه به‌مدت ۴۰ دقیقه با دستگاه‌های تردمیل، ارگومتر بازویی و دوچرخه کارسنج را انجام دادند. بیماران در هر جلسه پس از گرم کردن بدن، ابتدا با دستگاه تردمیل به‌مدت ۱۰ تا ۲۰ دقیقه و با شدت ۷۰ درصد ضربان قلب ذخیره[15] که برحسب فرمول کارونن محاسبه شده بود و با سرعت حداکثر ۵ کیلومتر بر ساعت در ابتدای دوره و در ادامه جلسات تمرین به ۸۵ درصد ضربان قلب ذخیره و با سرعت حداکثر ۹ و نیم کیلومتر بر ساعت افزایش یافت، به فعالیت پرداختند.

سپس با دستگاه ارگومتر بازویی و دوچرخه ثابت هر کدام به‌ترتیب به‌مدت ۸ تا ۱۰ دقیقه و با شدت ۵۰ وات که در ادامه جلسات به‌شدت ۸۰ وات افزایش یافت، به تمرین خود ادامه دادند. آزمودنی‌های گروه تمرین ترکیبی (۷۰ درصد هوازی و ۳۰ درصد مقاومتی) ابتدا باتوجه‌به پروتکل تمرین هوازی، ۴۰ دقیقه به تمرین کردن پرداختند و سپس تمرین مقاومتی را ۲ بار در هفته به‌مدت ۲۰ دقیقه به‌ترتیب با ۴ دستگاه اداکتور ران، پرس سینه نشسته، اکستنسور پا و شکم انجام دادند. شدت این تمرینات در ابتدا ۴۰ تا ۵۰ درصد یک تکرار بیشینه (RM1)[16] و در ادامه به ۶۰ تا ۷۰ درصد RM1 و با ۸ الی ۱۲ تکرار در ۲ تا ۳ ست انجام شد. در طول دوره تمرین، مسئولین ذی‌ربط دائماً ضربان قلب و فشار تمرین را بررسی کردند تا در صورت احتمال فشار تمرین بر بیمار، از فشار بیش از حد جلوگیری کنند تا به بیمار آسیب نرسد. به منظور بررسی اثر تمرینات ورزشی بر پارامترهای موردنظر، پس از طی ۸ هفته تمرین هوازی و ترکیبی، از آزمودنی‌ها پس‌آزمون گرفته شد. همچنین برای ارزیابی مقادیر کسر تخلیه‌ای از دستگاه اکوکاردیوگراف مدل VIVD3 ساخت کشور جنرال الکتریک آمریکا و برای تعیین سطوح ظرفیت عملکردی و حداکثر اکسیژن مصرفی از تست ورزش بر روی تردمیل مدل Kansas USA ساخت کشور آمریکا، استفاده شد. ظرفیت عملکردی براساس مت (MetS) بیان می‌شود و هر MetS معادل ۳/۵ لیتر اکسیژن به ازای هرکیلوگرم از وزن بدن در دقیقه است.

آزمودنی‌های گروه کنترل از بین بیمارانی که به مرکز بازتوانی مراجعه نکرده بودند، انتخاب شدند. به هر سه گروه از بیماران علاوه‌بر توصیه‌های تغذیه‌ای، به انجام پیاده‌روی (۳ روز در هفته) نیز توصیه شد. تعدادی از بیماران پیوند عروق کرونر یا به دلایل شخصی از ادامه این تحقیق انصراف دادند و یا به‌دلیل فوت، شدت متوسط[17] (MI) دوباره و بستری شدن در بیمارستان و یا غیبت بیش از ۲ جلسه، محقق آن‌ها را از ادامه تحقیق کنار گذاشت.

15.5 Heart Rate Reserve (HRR)
16. One Repetition Maximum (RM1)

روش آماری

به منظور توصیف داده‌ها در آمار توصیفی از میانگین و انحراف‌معیار استفاده شد. به‌علاوه براساس حجم نمونه‌ها در گروه‌های پژوهش، ابتدا به بررسی نرمال‌بودن توزیع متغیرهای موردمطالعه با استفاده از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف[18] پرداخته و پس از تأیید توزیع نرمال داده‌ها، برای تعیین مفروضه همگنی واریانس‌های خطای متغیرهای وابسته در تمام گروه‌ها از آزمون لون[19] و برای بررسی اثربخشی شیوه‌های تمرین هوازی و ترکیبی بر متغیرهای منتخب عملکرد قلب از آزمون مانوا[20] یک‌راهه و به منظور تعیین محل تفاوت‌ها و مقایسه بین گروهی در گروه‌ها، از آزمون تعقیبی بنفرونی[21] در سطح معنی‌داری P≤۰/۰۵ استفاده شد. همچنین به منظور تجزیه‌وتحلیل اطلاعات خام از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۴ استفاده شد.

یافته‌ها

در جدول شماره ۱ خصوصیات اولیه آزمودنی‌ها نظیر سن، قد، وزن، ضربان قلب استراحتی و حداکثر در هر سه گروه به تفکیک آورده شده است.

براساس یافته‌های به‌دست‌آمده از نتایج آزمون مانوا یک‌راهه بین مقادیر پیش‌آزمون گروه‌های پژوهش در هیچ‌یک از متغیرهای EF، FC و VO2max تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (P>۰/۰۵) (جدول شماره ۲) (تصویر شماره ۱). بااین‌حال بین مقادیر پس‌آزمون تمام متغیرهای EF، FC و VO2max تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (P=۰/۰۰۱). آزمون تعقیبی بونفرونی افزایش معنی‌داری بین مقادیر پس‌آزمون FC و VO2max بین گروه تمرین ترکیبی و هوازی با گروه کنترل (P=۰/۰۰۱) و مقادیر پس‌آزمون EF بین گروه تمرین ترکیبی (P=۰/۰۱۲) و هوازی (P=۰/۰۰۲) با گروه کنترل نشان داد. بااین‌حال بین مقادیر پس‌آزمون متغیرهای عملکردی قلب در گروه تمرین ترکیبی و تمرین هوازی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (P>۰/۰۵).

17. Moderate Intensity (MI)
18. Kolmogorov-smirnov
19. Levene's test
20. MANOVA
21. Bonferroni

جدول ۱. متغیرهای زمینه‌ای آزمودنی‌ها در گروه‌های پژوهش.

متغیرهای زمینه‌ای	گروه	میانگین±انحراف‌معیار	
	تمرین هوازی	تمرین ترکیبی	کنترل
سن (سال)	۵۵±۶/۶۷۱	۵۴/۷۶±۷/۰۳۱	۵۸/۱۱±۵/۱۰۹
وزن (کیلوگرم)	۷۹/۴۴±۶/۸۰۷	۷۶/۴۴±۷/۵۷۸	۷۵/۵۰±۸/۴۱۷
قد (سانتی‌متر)	۱۷۴/۳۲±۵/۸۲۲	۱۷۱/۴۰±۴/۰۵۲	۱۷۱/۷۲±۵/۳۸۹
ضربان قلب استراحتی (ضربه/دقیقه)	۸۰/۲۰±۱۳/۳۹۸	۸۳/۳۲±۱۱/۵۱۷	۷۸/۵۶±۱۰/۲۸۵
حداکثر ضربان قلب (ضربه/دقیقه)	۱۳۱/۶۰±۱۴/۴۳۱	۱۲۲/۸۸±۱۲/۹۶۲	۱۲۸/۳۳±۱۶/۷۳۳

طب توانبخشی

بحث

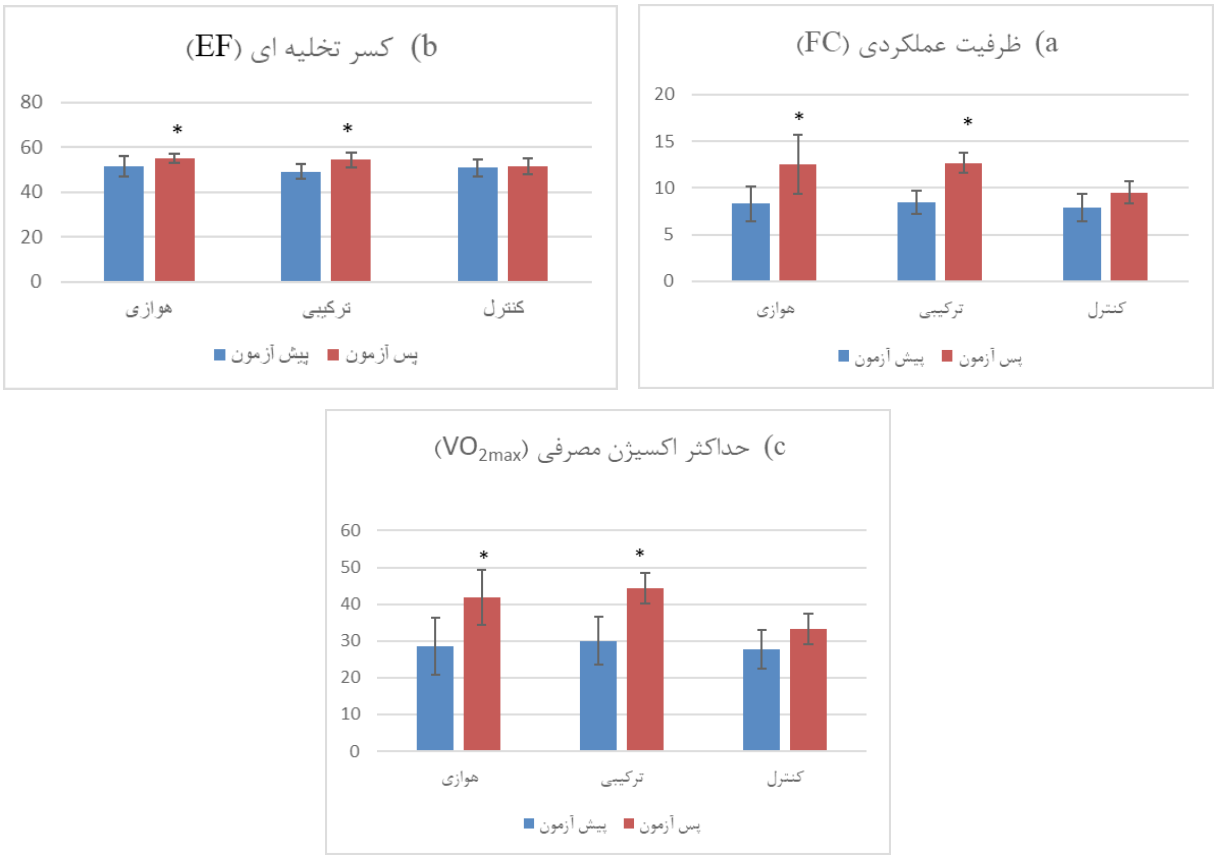
هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تأثیر دو شیوه تمرین هوازی و ترکیبی (هوازی و مقاومتی) بر متغیرهای منتخب عملکرد قلب (EF، FC و VO2max) در مردان بیمار میانسال پس از جراحی بای‌پس عروق کرونری بود؛ به‌عبارتی چگونگی اثربخشی تمرینات ورزشی بازتوانی قلب بر متغیرهای منتخب عملکرد قلبی در بیماران قلبی‌عروقی مطالعه شد. داده‌های به‌دست‌آمده از این مطالعه حاکی از آن بود که اجرای ۸ هفته تمرین هوازی با شدت متوسط موجب افزایش معنی‌دار در سطوح FC، EF و VO2max در مردان بیمار میانسال پس از جراحی بای‌پس عروق کرونری نسبت به گروه کنترل شد. دستاوردهای مثبت حاصل از پروتکل‌های تمرینی بازتوانی، می‌تواند به‌دلیل تغییرات فیزیولوژیکی قلبی‌عروقی ناشی از سازگاری‌های مولکولی در پاسخ به انواع فعالیت ورزشی باشد [۳۹]. احتمالاً در پژوهش حاضر ۸ هفته تمرین هوازی با فعال‌سازی اعصاب سمپاتیک، نه پاراسمپاتیک، موجب افزایش ضربان قلب و انقباض قلب و نهایتاً موجب افزایش برون‌ده قلبی شده است، به‌نحوی‌که افزایش بازگشت سیاهرگی به قلب خود موجب افزایش انقباض‌پذیری عضله قلبی تحت عنوان اثر استارلینگ و بنابراین باعث افزایش حجم خون خروجی از بطن چپ قلب می‌شود [۴۰]. براین‌اساس منطقی است که با افزایش عملکرد قلبی و نهایتاً افزایش برون‌ده قلبی، سطوح VO2max نیز در آزمودنی‌های پژوهش حاضر پس از ۸ هفته تمرین هوازی افزایش یابد (تصویر شماره

جدول ۲. آماره‌های توصیفی مربوط به متغیرهای عملکردی قلب آزمودنی‌ها در گروه‌های پژوهش پیش و پس از آزمون؛ روش‌های معادلات متابولیک

متغیرها	گروه	میانگین±انحراف‌معیار	
		پیش از آزمون	پس از آزمون
ظرفیت عملکردی (FC) (MetS)	تمرین هوازی	۸/۳۰۰±۱/۹۵۸	۱۲/۵۲۸±۳/۲۲۵
	تمرین ترکیبی	۸/۵۷۶±۱/۲۳	۱۲/۶۸۸±۱/۱۹۷
	کنترل	۷/۹۳۳±۱/۵۰۳	۹/۴۸۳±۱/۱۸۸
	(بین گروهی)p ارزش	P=۰/۵۲۴	P=۰/۰۰۱
کسر تخلیه‌ای (EF) (درصد)	تمرین هوازی	۵۱/۶±۴/۵۰	۵۵/۰۰±۲/۰۴۱
	تمرین ترکیبی	۴۹/۲۰±۳/۴۴۰	۵۴/۴۰±۳/۳۲۹
	کنترل	۵۰/۸۳±۳/۹۳۰	۵۱/۶۷±۳/۴۳۰
	(بین گروهی)p ارزش	P=۰/۱۰۴	P=۰/۰۰۱
حداکثر اکسیژن مصرفی (VO2max) (میلی‌گرم/کیلوگرم/دقیقه)	تمرین هوازی	۲۸/۵۰۸±۷/۷۸۲	۴۱/۸۵±۷/۵۴۵
	تمرین ترکیبی	۳۰/۰۳۲±۶/۵۵۲	۴۴/۴۰۸±۴/۱۹۰
	کنترل	۲۷/۸۰۰±۵/۲۳۸	۳۳/۲۰۰±۴/۱۴۱
	(بین گروهی)p ارزش	P=۰/۵۳۳	P=۰/۰۰۱

(P≤۰/۰۵) سطح معنی‌دار در نظر گرفته شده است.

طب توانبخشی



طب توانبخشی

تصویر ۱. تغییرات مقادیر: a: **ظرفیت عملکردی**، b: **کسر تخلیه‌ای** و c: **حداکثر اکسیژن مصرفی از پیش‌آزمون به پس‌آزمون در گروه‌های پژوهش.**
*افزایش معنادار نسبت به گروه کنترل

۱-c). یافته‌های پژوهش حاضر با یافته‌های احسانی و همکاران [۲۹]، میرنصوری و همکاران [۳۶]، صارمی و همکاران [۳۰]، هودن و همکاران [۴۱] و مهدی و همکاران [۴۲]، همسو و با یافته‌های فلاحی و همکاران [۳۵] ناهمسو است. اگرچه آزمودنی‌های احسانی و همکاران [۲۹]، صارمی و همکاران [۳۰] و هودن و همکاران [۴۱] مردان میانسال سالم بودند، اما افزایش در سطوح VO2max [۲۹، ۴۱] و EF [۲۸، ۲۹] پس از یک دوره تمرین استقامتی طولانی‌مدت مشاهده شد. به‌علاوه مارچیونی و همکاران [۴۳] نشان دادند یک دوره تمرین استقامتی ۶ ماهه ظرفیت عملکردی تام[22] و کیفیت زندگی در مردان و زنان میانسال پس از انفارکتوس قلبی را به‌طور معنی‌داری افزایش می‌دهد که این یافته‌ها با یافته‌های پژوهش حاضر همسو می‌باشد [۳۹]. بهبود قدرت انقباض‌پذیری بطن چپ قلب می‌تواند ناشی از افزایش پرفیوژن در ناحیه میوکاردیوم و یا ناشی از افزایش EF به‌واسطه اتکای بیشتر به قانون فرانک استارلینگ[23] قلب باشد [۳۵]. هرچند در پژوهش حاضر مستقیماً ابعاد و اندازه بطن چپ قلب اندازه‌گیری نشده است. باوجوداین فلاحی و همکاران با بررسی یک دوره تمرین هوازی تداومی و تناوبی ۸ هفته‌ای بر روی ۳۳ بیمار (عمدتاً مرد، میانگین سنی ۵۰/۵۸±۳۳/۹) پس از جراحی بای‌پس عروق کرونری، افزایش معنی‌داری در سطوح EF مشاهده نکردند [۳۵]. به نظر می‌رسد شدت فعالیت ورزشی در سازگاری‌های ایجادشده در بطن چپ قلب و افزایش ظرفیت هوازی عامل مهمی باشد. به نظر می‌رسد فلاحی و همکاران بیشتر از شدت بر نوع تمرین هوازی تمرکز داشتند و احتمالاً شدت تمرین هوازی به اندازه کافی بالا نبوده است تا بتواند سازگاری کافی و نهایتاً افزایش EF را سبب شود [۳۵]. به نظر می‌رسد در پژوهش‌هایی که به‌طور کلی به بررسی برنامه‌های تمرینی هوازی با شدت پایین [۴۴] و یا مدت‌زمان کوتاه پرداختند تغییر اندک و یا هیچ‌گونه تغییری در سطوح VO2max مشاهده نشده است [۱۸].

از دیگر یافته‌های پژوهش حاضر افزایش معنادار سطوح FC، EF و VO2max پس از ۸ هفته تمرین ترکیبی نسبت به گروه کنترل بود. احتمالاً آنژیوژنز و افزایش توده عضلانی ناشی از انجام تمرین ترکیبی/مقاومتی و متعاقباً افزایش مصرف اکسیژن توسط عضلات و برداشت بیشتر اکسیژن از خون می‌تواند از علل افزایش مصرف اکسیژن تام باشد. ازطرفی افزایش توده عضلانی با افزایش قدرت همراه است که می‌تواند موجب بهبود ظرفیت بیمار شود

22. Total Work Capacity (TWC)
23. Frank Starling Law

[۷]. بااین‌حال در پژوهش حاضر به بررسی توده و قدرت عضلانی پرداخته نشده است. یافته‌های شعبانی و همکاران مبنی بر افزایش FC مردان و زنان میانسال مبتلا به بیماری قلبی را پس از ۸ هفته تمرینات نوتوانی ترکیبی (استقامتی-مقاومتی) [۴۵] و عاتف و همکاران مبنی بر افزایش FC پس از ۱۰ هفته تمرینات ترکیبی در بیمارن میانسال پس از جراحی بای‌پس عروق کرونری [۳۹] با یافته‌های پژوهش حاضر همسو می‌باشد.

همچنین بکر و همکاران با بررسی اثر ۶ ماه تمرینات ترکیبی (استقامتی- مقاومتی) و صرفاً استقامتی بر روی بیمارانی که دچار نارسایی قلبی مزمن شده بودند نشان دادند سطوح EF بطن چپ پس از هر دو شیوه تمرینی افزایش معنی‌داری یافت [۴۶] که با یافته‌های پژوهش حاضر همسو است. با افزایش سن و سالمندی میزان پاسخ‌دهی عضله قلب به تحریک گیرنده‌های β آدرنرژیک کاهش می‌یابد و این موضوع متعاقباً ذخیره قدرت انقباضی[۲۴] قلب را نیز کاهش می‌دهد [۴۷]، درحالی‌که انجام فعالیت ورزشی با افزایش بیان ژنی این گیرنده‌ها در مردان میانسال همراه است [۴۸] و احتمالاً در ادامه بتواند موجب افزایش EF شود.

همچنین نتایج مطالعه حاضر نشان داد تفاوت معنی‌داری در شاخص‌های عملکردی قلب بین گروه تمرین هوازی و ترکیبی وجود نداشت. هرچند مقادیر FC در گروه تمرین هوازی بالاتر بود. همان‌طورکه می‌دانیم تمرینات ورزشی طولانی‌مدت (هوازی یا قدرتی) باعث سازگاری‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی در سیستم قلبی‌عروقی و قلب می‌شوند. نوع این تمرینات براساس تفاوت در بار همودینامیکی آن‌ها برای قلب و سیستم قلبی‌عروقی قابل‌تشخیص است. ورزش‌های پویا مانند دویدن (اضافه بار حجمی) موجب هایپرتروفی اکسنتریک[۲۵] قلب و متعاقباً با بهبود ظرفیت عملکردی قلب همراه می‌باشند، درحالی‌که ورزش‌های ایستا (اضافه بار فشاری) با هایپرتروفی کانسنتریک[۲۶] قلب قرین هستند [۴۰]. همان‌طورکه پیش‌بینی می‌شد احتمالاً ۸ هفته فعالیت هوازی در پژوهش حاضر موجب هایپرتروفی اکسنتریک در قلب آزمودنی‌های بیمار و متعاقباً افزایش بازگشت وریدی به قلب، افزایش قدرت انقباض‌پذیری قلب ناشی از قانون فرانک استارلینگ، افزایش کسر تخلیه‌ای، افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی و نهایتاً ظرفیت عملکری قلب شده است.

باتوجه‌به اینکه بین شاخص‌های عملکرد قلبی در گروه تمرین هوازی و ترکیبی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشده است، به نظر می‌رسد آزمودنی‌های گروه برنامه تمرینی ترکیبی توانسته‌اند از سازگاری‌های تمرینات هوازی و قدرتی هم‌زمان بهره‌مند شوند. درنتیجه با هایپرتروفی اکسنتریک ناشی از تمرینات هوازی که انجام داده‌اند توانستند به اندازه تمرینات صرفاً هوازی موجب پیشرفت در تمام شاخص‌های عملکرد قلبی آن‌ها که در این پژوهش ارزیابی شده است بشوند. نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های بکر و همکاران [۴۶] همسو و با یافته‌های عاتف و همکاران [۳۹] و گائینی و همکاران [۷] ناهمسو می‌باشد. عاتف و همکاران نشان دادند اگرچه تمرینات هوازی و ترکیبی می‌تواند میزان FC در بیماران میانسال را پس از جراحی بای‌پس عروق کرونری افزایش دهند، اما این افزایش پس از تمرینات صرفاً هوازی به‌طور معنی‌داری بیشتر است. باتوجه‌به اینکه این پژوهشگران شدت تمرین را براساس شاخص درک فشار بورگ[۲۷] تعیین کردند و شدت تمرین در پژوهش حاضر براساس رفرنس‌های معین‌شده ضربان قلب[۲۸] تعیین شد، احتمالاً شدت به‌کارگرفته‌شده در پژوهش عاتف و همکاران بیشتر بوده است، بنابراین اثرگذاری بیشتری را سبب شده است. به‌علاوه گائینی و همکاران نشان دادند ظرفیت عملکردی پس از گروه تمرین ترکیبی به‌طور معنی‌داری بیشتر از میزان آن در گروه تمرین هوازی بود. مدت‌زمان و شدت تمرین در پژوهش گائینی و همکاران بیشتر از پژوهش حاضر بود که همین امر می‌تواند علت تفاوت بین نتایج به‌دست‌آمده باشد.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی، نتایج به‌دست‌آمده از مطالعه حاضر نشان داد انجام ۸ هفته برنامه تمرین هوازی و ترکیبی به میزان یکسان می‌توانند موجب بهبود ظرفیت عملکردی قلب، حداکثر اکسیژن مصرفی و کسر تخلیه‌ای در مردان میانسال پس از پیوند عروق کرونر شریان فمورال دو طرفه شود. بنابراین به منظور بهبود وضعیت سلامتی پس از جراحی بای‌پس عروق کرونری و پیشگیری از پیشرفت فرآیند آترواسکلروسیس در مردان میانسال، توصیه می‌شود برنامه‌های تمرینی هوازی و ترکیبی در روند درمانی آن‌ها گنجانده شود.

به‌نظر می‌رسد بررسی میزان ماندگاری اثر تمرینات در مدت‌زمان طولانی‌تر امری ضروری است که ازجمله محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌باشد. بدین ترتیب پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده آزمودنی‌ها پس از اجرای پروتکل‌های تمرینی مدت‌زمان بیشتری تحت نظارت محققان قرار گیرند تا بتوان اثرات برنامه‌های بازتوانی قلبی را دقیق‌تر بررسی کرد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در اجرای پژوهش ملاحظات اخلاقی مطابق با دستورالعمل کمیته اخلاق دانشگاه خوارزمی (پژوهشکده علوم حرکتی) در نظر گرفته شده و مقاله براساس نامه پژوهشکده علوم حرکتی به شماره (IR-KHU.KRC.1000.101-2) دارای کد اخلاق می‌باشد.

24. Contractile Reserve (CR)
25. Eccentric
26. Concentric
27. Borg Rate of Perceived Exertion (Borg RPE)
28. Heart Rate Reference (HRR)

حامی مالی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه غلامرضا رستمی گروه بیومکانیک و آسیب‌شناسی ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز می‌باشد. ضمن اینکه، این مقاله هیچ‌گونه کمک مالی از سازمان تأمین‌کننده مالی در بخش‌های عمومی و دولتی، تجاری، غیرانتفاعی دانشگاه یا مرکز تحقیقات دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

نویسندگان در آماده سازی این مقاله مشارکت یکسان داشتند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

از تمام بیماران و افراد شرکت‌کننده در پژوهش حاضر و عزیزانی که ما را در این پژوهش یاری کردند تشکر و قدردانی می‌شود.

References

[1] Ormazabal V, Nair S, Elfeky O, Aguayo C, Salomon C, Zuñiga FA. Association between insulin resistance and the development of cardiovascular disease. Cardiovascular Diabetology. 2018; 17(1):122. [DOI:10.1186/s12933-018-0762-4] [PMID]

[2] Thijssen DH, Carter SE, Green DJ. Arterial structure and function in vascular ageing: Are you as old as your arteries? The Journal of Physiology. 2016; 594(8):2275-84. [DOI:10.1113/JP270597] [PMID]

[3] Keihani D, Kargarfard M, Mokhtari M. [Cardiac effects of exercise rehabilitation on quality of life, depression and anxiety in patients with heart failure patients (Persian)]. Journal of Fundamentals of Mental Health. 2014; 17(1):13-19. [DOI:10.22038/jfmh.2014.3780]

[4] Venkatesh K, Deepak DC, Venkatesha VT. Postmortem study of hearts-pathology of coronary artery atherosclerosis. Journal of Forensic Sciences & Criminal Investigation. 2019; 12(4):555843. [Link]

[5] LaPier TK. Functional status of patients during subacute recovery from coronary artery bypass surgery. Heart & Lung. 2007; 36(2):114-24. [DOI:10.1016/j.hrtlng.2006.09.002] [PMID]

[6] Inthavong R, Khatab K, Whitfield M, Collins K, Ismail M, Raheem M. The impact of risk factors reduction scenarios on hospital admissions, disability-adjusted life years and the hospitalisation cost of cardiovascular disease in Thailand. Open Access Library Journal. 2020; 7(03):1-21. [DOI:10.4236/oalib.1106160]

[7] Gaieni A, Satarifard S, Kafizade S, Nejatian M. [The comparison of eight weeks of combined and aerobic training on functional capacity, body composition and strength in post-coronary artery bypass graft cardiac patients (Persian)]. Iranian Journal of Cardiovascular Nursing. 2013; 2(1):34-41. [Link]

[8] Ito F. Polyphenols can potentially prevent atherosclerosis and cardiovascular disease by modulating macrophage cholesterol metabolism. Current Molecular Pharmacology. 2021; 14(2):175-90. [DOI:10.2174/1874467213666200320153410] [PMID]

[9] Baghban Baghdadabad M, Sadeghi H, Matinhomaee H, Sokhangoii Y. [The effect of two methods of aerobic and parallel training on selected blood biomechanical variables in bilateral femoral artery in the 40-65-year old patients after coronary angioplasty (Persian)]. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2021; 10(3):508-21. [DOI:10.32598/sjrm.10.3.11]

[10] Milutinović A, Šuput D, Zorc-Pleskovič R. Pathogenesis of atherosclerosis in the tunica intima, media, and adventitia of coronary arteries: An updated review. Bosnian Journal of Basic Medical Sciences. 2020; 20(1):21-30. [DOI:10.17305/bjbms.2019.4320] [PMID]

[11] Otsuka F, Yasuda S, Noguchi T, Ishibashi-Ueda H. Pathology of coronary atherosclerosis and thrombosis. Cardiovascular Diagnosis and therapy. 2016; 6(4):396-408. [DOI:10.21037/cdt.2016.06.01] [PMID]

[12] Bauersachs R, Zeymer U, Brière JB, Marre C, Bowrin K, Huelsebeck M. Burden of coronary artery disease and peripheral artery disease: A literature review. Cardiovascular Therapeutics. 2019; 2019:8295054. [DOI:10.1155/2019/8295054] [PMID]

[13] Song P, Rudan D, Zhu Y, Fowkes FJI, Rahimi K, Fowkes FGR, et al. Global, regional, and national prevalence and risk factors for peripheral artery disease in 2015: An updated systematic review and analysis. The Lancet. Global Health. 2019; 7(8):e1020-30. [DOI:10.1016/S2214-109X(19)30255-4] [PMID]

[14] Mangell P, Länne T, Sonesson B, Hansen F, Bergqvist D. Regional differences in mechanical properties between major arteries-An experimental study in sheep. European Journal of Vascular and Endovascular Surgery. 1996; 12(2):189-95. [DOI:10.1016/S1078-5884(96)80105-5] [PMID]

[15] Wang JC, Bennett M. Aging and atherosclerosis: Mechanisms, functional consequences, and potential therapeutics for cellular senescence. Circulation Research. 2012; 111(2):245-59. [DOI:10.1161/CIRCRESAHA.111.261388] [PMID]

[16] Vecoli C, Borghini A, Andreassi MG. The molecular biomarkers of vascular aging and atherosclerosis: Telomere length and mitochondrial DNA4977 common deletion. Mutation Research. Reviews in Mutation Research. 2020; 784:108309. [DOI:10.1016/j.mrrev.2020.108309] [PMID]

[17] Hajar R. Risk Factors for Coronary Artery Disease: Historical Perspectives. Heart Views. 2017; 18(3):109-14. [DOI:10.4103/HEARTVIEWS.HEARTVIEWS_106_17] [PMID]

[18] Huang G, Gibson CA, Tran ZV, Osness WH. Controlled endurance exercise training and VO2max changes in older adults: A meta-analysis. Preventive Cardiology. 2005; 8(4):217-25. [DOI:10.1111/j.0197-3118.2005.04324.x] [PMID]

[19] Soer R, Brouwer S, Geertzen JH, van der Schans CP, Groothoff JW, Reneman MF. Decline of functional capacity in healthy aging workers. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2012; 93(12):2326-32. [DOI:10.1016/j.apmr.2012.07.009] [PMID]

[20] Roh JD, Houstis N, Yu A, Chang B, Yeri A, Li H, et al. Exercise training reverses cardiac aging phenotypes associated with heart failure with preserved ejection fraction in male mice. Aging Cell. 2020; 19(6):e13159. [DOI:10.1111/acel.13159] [PMID]

[21] Zand S, Khajehgoodari M, Rafiei M, Rafiei F. [Effect of walking at home on heart functioning levels of people with heart failure (Persian)]. Preventive Care in Nursing and Midwifery Journal. 2016; 6(2):13-23. [Link]

[22] Figueroa A, Jaime SJ, Morita M, Gonzales JU, Moinard C. L-citrulline supports vascular and muscular benefits of exercise training in older adults. Exercise and Sport Sciences Reviews. 2020; 48(3):133-9. [DOI:10.1249/JES.0000000000000223] [PMID]

[23] Kohn JC, Chen A, Cheng S, Kowal DR, King MR, Reinhart-King CA. Mechanical heterogeneities in the subendothelial matrix develop with age and decrease with exercise. Journal of Biomechanics. 2016; 49(9):1447-53. [DOI:10.1016/j.jbiomech.2016.03.016] [PMID]

[24] Jamshidi L, Seif A. [Comparison of cardiovascular diseases risk factors in male and female older adults of Hamadan City, 2014 (Persian)]. Journal of Gerontology. 2016; 1(1):1-10. [DOI:10.18869/acadpub.joge.1.1.17]

[25] Ji X, Leng XY, Dong Y, Ma YH, Xu W, Cao XP, et al. Modifiable risk factors for carotid atherosclerosis: A meta-analysis and systematic review. Annals of Translational Medicine. 2019; 7(22):632. [DOI:10.21037/atm.2019.10.115] [PMID]

[26] Chen J, Guo Y, Gui Y, Xu D. Physical exercise, gut, gut microbiota, and atherosclerotic cardiovascular diseases. Lipids in Health and Disease. 2018; 17(1):17. [DOI:10.1186/s12944-017-0653-9] [PMID]

[27] Wisløff U, Ellingsen Ø, Kemi OJ. High-intensity interval training to maximize cardiac benefits of exercise training? Exercise and Sport Sciences Reviews. 2009; 37(3):139-46. [DOI:10.1097/JES.0b013e3181aa65fc] [PMID]

[28] Saremi A, Farahani AA, Shavandi N. [Cardiac adaptations (structural and functional) to regular mountain activities in middle-aged men (Persian)]. Journal of Arak University of Medical Sciences. 2017; 20(6):31-40. [Link]

[29] Ehsani AA, Ogawa T, Miller TR, Spina RJ, Jilka SM. Exercise training improves left ventricular systolic function in older men. Circulation. 1991; 83(1):96-103. [DOI:10.1161/01.CIR.83.1.96] [PMID]

[30] Saremi A, Sadeghi M, Shahrjerdi S, Hashemi S. [An eight-weeks cardiac rehabilitation program in patients with coronary artery diseases: Effects on chronic low-grade inflammation and cardiometabolic risk factors (Persian)]. Payesh. 2017; 16(2):160-9. [Link]

[31] Khoram Del N, Farzadi Nia P, Alvani J. [The effect of 8 weeks of rhythmic movements and Pilates exercise training on the maximum oxygen consumption of middle-aged women in Bushehr (Persian)]. Paper presented in: The 2nd National Conference on New Achievements in Physical Education and Sports. 2017 April 27; Chabahar, Iran. [Link]

[32] Bahramian A, Mirzaei B, Rahmani Nia F, Karimzade F. [The effect of exercise intensity on the structure and function of the left ventricle in rats with myocardial infarction (Persian)]. Journal of Sport Biosciences. 2019. 11(3):315-26. [DOI:10.22059/jsb.2019.261967.1295]

[33] Lee IM, Sesso HD, Oguma Y, Paffenbarger RS Jr. Relative intensity of physical activity and risk of coronary heart disease. Circulation. 2003; 107(8):1110-6. [DOI:10.1161/01.CIR.0000052626.63602.58] [PMID]

[34] Alsabah Alavizadeh N, Rashidlamir A, Hejazi SM. Effects of eight weeks of cardiac rehabilitation training on serum levels of sirtuin1 and functional capacity of post-coronary artery bypass grafting patients. Medical Laboratory Journal. 2019. 13(2):41-7. [DOI:10.29252/mlj.13.2.41]

[35] Fallahi AA, Nejatian M, Sardari A, Piry H. [Comparison of two rehabilitate continuous and interval incremental individualized exercise training methods on some structural and functional factors of left ventricle in heart patients after coronary artery bypass graft surgery (CABG) (Persian)]. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2017; 6(4):182-91. [DOI:10.22037/jrm.2017.110582.1386]

[36] Mirnasuri R, Mokhtari G, Ebadifara M, Mokhtari Z. [The effects of cardiac rehabilitation program on exercise capacity and coronary risk factors in CABG Patients aged 45-65 (Persian)]. Yafte 2014; 15(5):72-81. [Link]

[37] Oliveira JL, Galvão CM, Rocha SM. Resistance exercises for health promotion in coronary patients: Evidence of benefits and risks. International Journal of Evidence-Based Healthcare. 2008; 6(4):431-9. [DOI:10.1111/j.1744-1609.2008.00114.x] [PMID]

[38] Ghroubi S, Elleuch W, Abid L, Abdenadher M, Kammoun S, Elleuch MH. Effects of a low-intensity dynamic-resistance training protocol using an isokinetic dynamometer on muscular strength and aerobic capacity after coronary artery bypass grafting. Annals of Physical and Rehabilitation Medicine. 2013; 56(2):85-101. [DOI:10.1016/j.rehab.2012.10.006] [PMID]

[39] Atef H, Helmy Z, Farghaly A. Effect of different types of exercise on sleep deprivation and functional capacity in middle aged patients after coronary artery bypass grafting. Sleep Science. 2020; 13(2):113-18. [DOI:10.5935/1984-0063.20190136] [PMID]

[40] Vega RB, Konhilas JP, Kelly DP, Leinwand LA. Molecular mechanisms underlying cardiac adaptation to exercise. Cell Metabolism. 2017; 25(5):1012-26. [DOI:10.1016/j.cmet.2017.04.025] [PMID]

[41] Howden EJ, Sarma S, Lawley JS, Opondo M, Cornwell W, Stoller D, et al. Reversing the cardiac effects of sedentary aging in middle age-A randomized controlled trial: Implications for heart failure prevention. Circulation. 2018; 137(15):1549-60. [DOI:10.1161/CIRCULATIONAHA.117.030617] [PMID]

[42] Abed Mahdi E, Kadhum Ali S, Fayyadh Hamad Alamiri H. The power of exercise to reduce the risk factors of cardiovascular disease in obese men patients. Medico Legal Update. 2020; 20(4):1896-902. [Link]

[43] Marchionni N, Fattirolli F, Fumagalli S, Oldridge N, Del Lungo F, Morosi L, et al. Improved exercise tolerance and quality of life with cardiac rehabilitation of older patients after myocardial infarction: Results of a randomized, controlled trial. Circulation. 2003; 107(17):2201-6. [DOI:10.1161/01.CIR.0000066322.21016.4A] [PMID]

[44] De Vito G, Bernardi M, Forte R, Pulejo C, Figura F. Effects of a low-intensity conditioning programme on VO2max and maximal instantaneous peak power in elderly women. European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology. 1999; 80(3):227-32. [DOI:10.1007/s004210050586] [PMID]

[45] Shabani R, Nikbakht H, Nikoo MR, 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 (Persian)]. Medical Sciences. 2011; 21(2):108-13. [Link]

[46] Beckers PJ, Denollet J, Possemiers NM, Wuyts FL, Vrints CJ, Conraads VM. Combined endurance-resistance training vs. endurance training in patients with chronic heart failure: A prospective randomized study. European Heart Journal. 2008; 29(15):1858-66. [DOI:10.1093/eurheartj/ehn222] [PMID]

[47] Fakhrzadeh H, Sharifi F. [Cardiovascular diseases in the elderly (Persian)]. Journal of Gorgan University of Medical Sciences. 2012; 14(3):1-9. [Link]

[48] Taribiyan B, Baghaiee B, Monfaredan A, Mosafery E. [Expression of adrenergic receptor beta-2 and fmd level in untrained middle-aged men: Effect of eight week regular exercise training (Persian)]. Studies in Medical Sciences. 2013; 23(7):807-17. [Link]