

Research Paper

The Effect of Cardio, Aerobic and Concurrent Rehabilitation on Hemodynamic and Biomechanical Indicators in Older Men With Coronary Artery Disease



Reza Amiri¹, *Heydar Sadeghi^{2,3}, Zohreh Borhani Kakhki⁴

1. Department of Sport Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2. Department of Sport Biomechanics and Injury Sports Pathology, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran.
3. Department of Sports Biomechanics & Rehabilitation, Kinesiology Research Center Kharazmi University, Tehran, Iran.
4. Department of Physical Education, Farhangian University, Tehran, Iran.



Citation Amiri R, Sadeghi H, Borhani Kakhki Z. [The Effect of Cardio, Aerobic and Concurrent Rehabilitation on Hemodynamic and Biomechanical Indicators in Older Men With Coronary Artery Disease (Persian)]. J Rehab Med. . *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2023; 12(3):432-445. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.3.2>

doi <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.3.2>



ABSTRACT

Background and Aims Nowadays, due to technological advances and sedentary or inactive lifestyle, non-communicable diseases have caused many health problems such as cardiovascular diseases. This study aims to examine the effect of two methods of aerobic training and concurrent training for cardiac rehabilitation on selected hemodynamic and biomechanical factors in older men with coronary artery disease.

Methods This is a quasi-experimental causal-comparative study using the pre-test/post-test design. Participants were 24 older men with coronary artery disease, randomly divided into three groups of aerobic training, concurrent training, and control. They first underwent cardiac assessment using the echo Doppler device as well as sports performance test. Then, they were referred to the biomechanics laboratory of the Physical Medicine Center to start cardiac rehabilitation training. After 8 weeks of training, they underwent post-test assessments. The mean and standard deviation were used to describe the data. The Shapiro-Wilk test was used to check the normality of data distribution and the Levene's test was used to determine the homogeneity of variances. The paired t-test was used to assess between-group differences and independent t-test was used for assessing differences between pretest and post-test scores of the groups. The significance level was set at 0.05.

Results Significant improvement was reported in functional capacity, left ventricular ejection fraction (LVEF), and resting heart rate after both aerobic and concurrent training methods ($P < 0.05$), but no significant difference in diastolic blood pressure and systolic blood pressure were observed ($P > 0.05$). The improvements were more in the concurrent training group.

Conclusion Both cardiac rehabilitation methods (aerobic and concurrent training) can improve functional capacity, LVEF, and resting heart rate of older mean with coronary artery disease, where concurrent training is more effective.

Keywords Exercise, Cardiac rehabilitation, Biomechanics of cardiac function, Coronary artery disease

Received: 09 Apr 2022

Accepted: 19 Apr 2022

Available Online: 23 Jul 2023

*** Corresponding Author:**

Heydar Sadeghi

Address: Department of Sport Biomechanics and Injury Sports Pathology, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran.

Tel: +98 (912) 2453175

E-Mail: sadeghih@yahoo.com

Extended Abstract

Introduction

With aging, changes in the cardiac structure occur. On the other hand, with the increase of blood pressure, the cardiac function changes, which is also due to aging. Coronary artery disease caused by atherosclerosis and heart failure is directly related to aging. Heart failure and coronary artery disease are common in older men. To be able to return to normal life, they should undergo a supervised cardiac rehabilitation course, in addition to clinical treatment. Exercise-based cardiac rehabilitation can improve functional capacity, circulatory system, cardiac risk indicators, quality of life (QoL), and psychological risk factors. Cardiac rehabilitation is a standard care plan for patients with coronary artery disease. In rehabilitation courses, aerobic exercise is recommended due to its effect on improving aerobic performance of patients.

Both aerobic and concurrent exercises can cause functional and structural improvement in the biomechanical variables of blood and central arteries in patients with coronary angioplasty. Although the importance of cardiac rehabilitation is clear, there is scant research on its effect on different cardiovascular parameters including hemodynamical and biomechanical performance of the heart, especially in older men with coronary artery disease. This study sought to answer the question whether eight weeks of cardiac rehabilitation affect selected hemodynamic and biomechanical parameters of older men with coronary artery disease following a cardiac event or therapeutic interventions. Specifically, the purpose of the present study is to determine the effect of two aerobic and concurrent training methods for cardiac rehabilitation on selected hemodynamic and biomechanical parameters of older men with coronary artery disease following cardiac event or therapeutic interventions.

Materials and Methods

This is a quasi-experimental causal-comparative study using the pre-test/post-test design. Participants were 24 older men with coronary artery disease, randomly divided into three groups of aerobic training, concurrent training, and control. They first underwent cardiac assessment using the echo Doppler device as well as sports performance test. Then, they were referred to the biomechanics laboratory of the Physical Medicine Center to start cardiac rehabilitation training. After 8 weeks of training, they underwent post-test assessments. The mean and standard deviation were used to describe the data. The

Shapiro-Wilk test was used to check the normality of data distribution and the Levene's test was used to determine the homogeneity of variances. The paired t-test was used to assess the between group differences and independent t-test was used for assessing differences between pretest and post-test scores of the groups. The significance level was set at 0.05.

Results

In aerobic training group, the results of paired t-test showed a significant difference between pre-test and post-test scores of functional capacity, left ventricular ejection fraction (LVEF), and resting heart rate after eight weeks of training ($P < 0.05$), but no significant difference was observed between pre-test and post-test systolic blood pressure and diastolic blood pressure ($P > 0.05$). Therefore, it can be said that eight weeks of aerobic training could affect functional capacity, LVEF, systolic blood pressure, and resting heart rate of patients. In concurrent training group, the results of paired t-test also showed a significant difference between pre-test and post-test scores of functional capacity, LVEF, and resting heart rate ($P \leq 0.05$), but no significant difference was observed in diastolic blood pressure and systolic blood pressure ($P > 0.05$). Thus, it can be said that concurrent training could affect functional capacity, LVEF, and resting heart rate of patients.

Conclusion

Eight weeks of aerobic training and concurrent training have significant effects on functional capacity, LVEF, and resting heart rate of older men with coronary artery disease, but they have no significant effect on their systolic and diastolic blood pressures. The concurrent training is more effective than aerobic training.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This study was approved by the ethics committee of Kharazmi University (Code: IR.KHU.KRC.1000.163). All ethical principles were considered in this article. The participants were informed about the study objectives and methods. They were also assured of the confidentiality of their information and were free to leave the study at any time.

Funding

This research did not receive any grant from funding agencies in the public, commercial, or non-profit sectors.

Authors' contributions

The authors contributed equally to preparing this article.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

We express our gratitude to all individuals who assisted us in the execution of this research, with special recognition extended to the Rehabilitation Department of [Sadr Heart Clinic](#) in Tehran.



مقاله پژوهشی

تأثیر توان بخشی قلب، هوازی و موازی بر شاخص های همودینامیکی و بیومکانیکی مردان سالمند دارای بیماری عروق کرونری

رضا امیری^۱، *حیدر صادقی^{۲،۳}، زهره برهانی کاخکی^۴

۱. گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۲. گروه بیومکانیک و آسیب شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
۳. گروه بیومکانیک ورزشی، پژوهشکده علوم حرکتی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
۴. گروه آموزشی تربیت بدنی، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران.



Citation Amiri R, Sadeghi H, Borhani Kakhki Z. [The Effect of Cardio, Aerobic and Concurrent Rehabilitation on Hemodynamic and Biomechanical Indicators in Older Men With Coronary Artery Disease (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2023; 12(3):432-445. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.3.2>

doi <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.3.2>

چکیده



مقدمه و اهداف: امروزه بیماری های غیرواگیر به علت پیشرفت فناوری و تغییر سبک زندگی به صورت ساکن، بی تحرک و غیرفعال، سبب بروز مشکلاتی در رابطه با سلامتی و تندرستی مانند بیماری های قلبی عروقی و بیماری های شریان کرونری شده است. هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تأثیر دو شیوه تمرین هوازی و موازی توان بخشی قلب بر شاخص های منتخب همودینامیکی و بیومکانیکی مردان سالمند مبتلا به بیماری عروق کرونری به دنبال رویداد قلبی یا مداخلات درمانی بود.

مواد و روش ها: در این مطالعه نیمه آزمایشی و کاربردی، طرح پژوهش پیش آزمون و پس آزمون و مدل آن تأثیرسنجی (علی مقایسه ای) بود. ۲۴ مرد سالمند مبتلا به بیماری عروق کرونری که به صورت تصادفی و به تساوی، در ۳ گروه کنترل، تمرین هوازی و تمرین موازی تقسیم شدند. آزمودنی ها با انجام معاینه توسط پزشک متخصص قلب و تأیید پزشک، برای انجام مرحله پیش آزمون به مرکز تصویربرداری (اکو داپلر) و تست ورزش معرفی شدند. بیماران برای شروع تمرین توان بخشی قلب به آزمایشگاه بیومکانیک مرکز طب فیزیکی معرفی شدند. با گذشت ۸ هفته تمرین، مرحله پس آزمون انجام شد. به منظور تجزیه و تحلیل داده ها از شاخص های میانگین و انحراف معیار، برای توصیف داده ها، از آزمون شاپیرو ویلک برای بررسی نرمال بودن توزیع طبیعی، از آزمون لون برای تعیین تجانس واریانس گروه ها، از آزمون تی وابسته جهت اختلاف درون گروهی و از آزمون تی مستقل جهت اختلاف پیش آزمون، پس آزمون گروه های تمرینی با گروه کنترل جهت تأیید آزمون تی وابسته، به صورت جداگانه (هوازی-کنترل، موازی-کنترل)، در سطح معناداری ($P \leq 0.05$) استفاده شد.

یافته ها: بهبود معنادار در شاخص های میزان متابولیسم استراحتی، کسر تخلیه ای بطن چپ، سرعت ضربان قلب استراحتی، متعاقب هر دو تمرین هوازی و موازی مشاهده شد ($P \leq 0.05$)، اما بهبود معناداری در فشارخون دیاستولیک و فشارخون سیستولیک، مشاهده نشد ($P > 0.05$). این بهبود در گروه موازی برجسته تر بود.

نتیجه گیری: هر دو روش توان بخشی قلبی (تمرینات هوازی و موازی) می توانند ظرفیت عملکردی، LVEF و ضربان قلب در حالت استراحت را در افراد مسن مبتلا به بیماری عروق کرونر بهبود بخشند که در آن تمرین موازی مؤثرتر است.

کلیدواژه ها: تمرین، عارضه قلبی، بیومکانیک عملکرد قلب، بیماری عروق کرونر

تاریخ دریافت: ۲۰ فروردین ۱۴۰۱

تاریخ پذیرش: ۳۰ فروردین ۱۴۰۱

تاریخ انتشار: ۰۱ مرداد ۱۴۰۲

* نویسنده مسئول:

حیدر صادقی

نشانی: تهران، دانشگاه خوارزمی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، گروه بیومکانیک و آسیب شناسی ورزشی.

تلفن: ۲۴۵۳۱۷۵ (۹۱۲) ۹۸+

رایانامه: sadeghih@yahoo.com

مقدمه

می‌باشد [۱۱]، کاربرد مداخله تمرین‌های هوازی می‌تواند در بهبود شاخص‌های قلبی-عروقی نقش داشته باشد [۱۲]. دوره‌های توان‌بخشی قلبی مبتنی بر ورزش علاوه بر ظرفیت عملکردی قلب و عروق، موجب کاهش عمده شروع ابتلاء به بیماری‌های قلبی-عروقی و مرگ‌ومیر ناشی از آن می‌شوند [۱۳]. تمرین‌های ورزشی در هر دو سطح (هوازی و موازی) باعث بهبود عملکردی و ساختاری در متغیرهای بیومکانیک خون و عروق شریان مرکزی بیماران آنژیوپلاستی عروق کرونر شده است [۱۴]. تمرین ورزشی هوازی در بیماران انفارکتوس قلبی سبب افزایش توانایی، افزایش ظرفیت تنفسی و افزایش مدت زمان فعالیت بدنی، کاهش معنادار میزان عود بیماری و بستری مجدد می‌شوند. وانگهی، اجرای تمرین‌های ترکیبی (مقاومتی-استقامتی) نسبت به اجرای تنها تمرین‌های مقاومتی یا استقامتی اثربخشی بالاتری بر عوامل خطرزای قلبی-عروقی دارند [۱۵].

اکنون اهمیت توان‌بخشی قلبی به‌خوبی اثبات شده است، اما در مورد تأثیر آن در شاخص‌های متفاوت قلبی-عروقی و به‌ویژه همودینامیکی و بیومکانیک عملکردی قلب، پژوهش‌های کمی به‌خصوص درباره افراد سالمند مبتلا به بیماری عروق کرونر انجام شده است. در این پژوهش تلاش شد تا به این پرسش پاسخ داده شود که آیا ۸ هفته تمرین توان‌بخشی قلب بر شاخص‌های منتخب همودینامیکی و بیومکانیکی مردان سالمند دارای بیماری عروق کرونر به‌دنبال رویداد قلبی یا مداخلات درمانی، تأثیرگذار است؟

به‌طور مشخص هدف از انجام پژوهش حاضر، تعیین اثر دو شیوه تمرین هوازی و موازی توان‌بخشی قلب بر شاخص‌های منتخب همودینامیکی و بیومکانیکی مردان سالمند مبتلا به بیماری عروق کرونر به‌دنبال رویداد قلبی یا مداخلات درمانی بود.

مواد و روش‌ها

روش این پژوهش نیمه‌آزمایشی و آینده‌نگر با طرح پیش و پس‌آزمون، مدل علی-مقایسه‌ای (تأثیر سنجی) و نوع پژوهش نیز کاربردی بود. جامعه آماری پژوهش متشکل از مردان سالمند دارای بیماری عروق کرونر که ۱ ماه پس از رویداد قلبی (انفارکتوس قلبی) یا مداخلات درمانی (عمل جراحی پیوند عروق کرونر و نیز آنژیوپلاستی عروق کرونر)، بود. این افراد ۱ ماه پس از بروز بیماری برای ادامه درمان و به توصیه و تشخیص پزشک متخصص قلب جهت انجام توان‌بخشی قلب به بخش توان‌بخشی **کلینیک قلب صدر تهران** معرفی شده بودند. این افراد منعی برای ورزش کردن نداشتند. حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار جی‌پاور و با در نظر گرفتن سطح معناداری ۰/۰۵، توان ۰/۸ و اندازه اثر ۰/۵ و با استفاده از دستور Outlier در نسخه ۲۴ نرم‌افزار SPSS تعیین شد. اساس انتخاب آزمودنی‌ها در مرحله اول عدم استعمال دخانیات، مشروبات الکلی و داروهای اثرگذار

با افزایش سن، تغییرات در ساختار قلب رخ می‌دهد. همچنین با افزایش فشارخون، عملکرد قلب تغییر پیدا می‌کند که این موضوع نیز با افزایش سن اتفاق می‌افتد [۱]. از آنجایی که افزایش سن یکی از مهم‌ترین علل نارسایی قلبی در افراد سالمند به شمار می‌رود، طبیعی است سالمندان با بیماری‌های قلبی-عروقی مواجه باشند [۲]. سالمندان اغلب توانایی‌های احیاکننده محدود دارند و نسبت به بزرگسالان جوان در برابر بیماری‌های قلبی-عروقی مانند بیماری‌های عروق کرونر آسیب‌پذیرتر و مستعدتر هستند [۳]. بیماری‌های عروق کرونر به‌دلیل آترواسکلروز و همچنین نارسایی قلبی با افزایش سن ارتباط مستقیمی دارد [۲]. تبعات ناشی از بروز این بیماری‌ها، انواع ناتوانی‌ها و معلولیت‌ها می‌باشد که بیماران بعد از رویداد قلبی با آن دست به‌گریبان هستند [۴]. نارسایی قلبی و بیماری‌های عروق کرونر در سالمندان بسیار شایع است [۲]. درمان بیماران مبتلا به بیماری عروق کرونر باتوجه‌به شرایط بیمار و تشخیص متخصص شامل درمان دارویی، آنژیوپلاستی کرونر از راه جلد و پیوند بای‌پس شریان کرونر است. ظرفیت ورزشی این بیماران تا حد زیادی کاهش یافت [۵]. مطالعه روی بیماران دچار بیماری شریان کرونری با تاریخچه شخصی انفارکتوس میوکارد نشان می‌دهد کسانی که فعالیت ورزشی بیشتری انجام می‌دهند، تا اندازه‌ای دارای کاهش پیشرونده در مرگ‌ومیر ناشی از بیماری عروق کرونری می‌باشند [۶]. برای اینکه این بیماران شرایط بازگشت به زندگی روزمره را پیدا کنند باید هم‌زمان با درمان بالینی، وارد یک دوره توان‌بخشی قلبی تحت نظارت شوند.

تمرین‌های توان‌بخشی قلب در بیماران عروق کرونر دارای فواید فیزیولوژیکی و روان‌شناختی است [۵]. تمرین‌های ورزشی و فعالیت‌های بدنی منظم محافظت در مقابل وقایع قلبی-عروقی عمده را فراهم می‌آورند [۷]. توان‌بخشی قلبی به‌عنوان یک روش درمانی و توان‌بخشی بعد از سکته قلبی و عمل پیوند عروق کرونری با تعدیل عوامل خطر ساز این بیماری همراه می‌باشد [۸]. توان‌بخشی قلبی مبتنی بر ورزش موجب بهبود ظرفیت عملکردی، دستگاه گردش خون، بهبود شاخص‌های ریسک قلبی و بهبود کیفیت زندگی و فاکتورهای ریسک روان‌شناختی خواهند شد [۷]. توان‌بخشی قلب یک طرح مراقبتی مداوم و اساسی برای بیماران عروق کرونری می‌باشد [۹]. توان‌بخشی قلبی مبتنی بر ورزش و فعالیت بدنی به‌جز کاهش احتمال ریسک بروز بیماری، موجب کاهش عوارض بعد از بروز حوادث قلبی-عروقی می‌شوند [۷]. در دوره‌های توان‌بخشی، فعالیت ورزشی هوازی برای بیماران قلبی توصیه می‌شود که می‌توان دلیل آن را تأثیر تمرین‌های هوازی در بهبود آمادگی هوازی و عملکرد بیماران بیان کرد [۱۰]. درحالی‌که تأثیر تمرین‌های مقاومتی در کاهش میزان تحلیل‌توده عضلانی، قدرت و توان برای این بیماران مورد تأیید

شدند و برای آماده‌سازی و انجام آزمون‌های اولیه^۴، از افراد تست ورزش و اکوکاردیوگرافی به عمل آمد. آنگاه بیماران برای شروع برنامه توان‌بخشی قلب که شامل یک دوره تمرین هوازی بود و زیر نظر پرستار آشنا به مانیتورینگ انجام می‌شد به آزمایشگاه بیومکانیک مرکز طب فیزیکی معرفی شدند. از تست ورزش ناختون^۵ به منظور اندازه‌گیری ظرفیت عملکردی آزمودنی‌ها برای تعیین توانایی قلبی-عروقی و تعیین شدت تمرین‌های توان‌بخشی قلب استفاده شد. در ضمن همه بیماران شرکت‌کننده در هر ۳ گروه جزء بیماران کم‌خطر^۶ محسوب می‌شدند.

برای جمع‌آوری داده‌ها و اجرای پروتکل پژوهش، مراحل اجرایی شامل ست آپ سیستم، جهت اجرای آزمون محل استقرار دستگاه از قبل مشخص و کالیبره شد. محیط برگزاری آزمون برای اجرای آزمون از قبل آماده شد و شرایط محیطی نور، دما و غیره) تحت کنترل قرار گرفته است. با گذشت ۸ هفته از برنامه توان‌بخشی به‌منظور بررسی اثرات تمرین بر شاخص‌های مورد نظر از آزمودنی‌ها، پس از آزمون^۷ به عمل آمد. در انتها بر روی داده‌های به‌دست‌آمده، پردازش داده‌ها شامل چک کردن داده‌ها، فیلتر کردن داده‌ها، معمولی کردن داده‌ها و تحلیل داده‌ها انجام شد.

برای توصیف داده‌ها از میانگین و انحراف‌معیار استفاده شد، برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون شاپیرو ویلک^۸ و از آزمون لون^۹ برای بررسی همگن بودن واریانس داده‌ها استفاده شد. باتوجه به نرمال بودن داده‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون میزان ظرفیت عملکردی، کسر تخلیه‌ای بطن چپ، فشارخون سیستولیک، فشارخون دیاستولیک و ضربان قلب استراحتی در دو نوع تمرین موازی و هوازی، از آزمون تی وابسته^{۱۰} جهت اختلاف درون گروهی و از آزمون تی مستقل^{۱۱} جهت اختلاف پیش‌آزمون، پس‌آزمون گروه‌های تمرینی با گروه کنترل در جهت تأیید آزمون تی وابسته، به‌صورت جداگانه، پیش‌آزمون هوازی-کنترل، پس‌آزمون هوازی-کنترل و نیز پیش‌آزمون موازی-کنترل، پس‌آزمون موازی-کنترل در سطح معناداری ($P \leq 0.05$) استفاده شد. نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه^{۱۲} نشان داد تفاوتی بین دو شیوه تمرین‌های موازی و هوازی وجود ندارد، اما باتوجه به نتایج آمار توصیفی به نظر می‌رسد تأثیر تمرین‌های موازی از هوازی بهتر است. کلیه محاسبات با استفاده از نسخه ۲۲ نرم‌افزار SPSS انجام شده است.

بر متغیرهای پژوهش بود. آزمودنی‌ها پرسش‌نامه اطلاعات فردی را پاسخ دادند. برای ارزیابی وضعیت قلبی-عروقی از پرسش‌نامه سلامت فیزیولوژیکی، از دستگاه سنجش ترکیب‌های بدن مدل تانیتا ۴۸۰ بی‌سی^۱، ساخت کشور ژاپن، برای سنجش قد، وزن و شاخص توده بدنی^۲ آزمودنی‌ها، به‌منظور اندازه‌گیری جهت عملکرد سیستولیک بطن چپ، از دستگاه اکو داپلر مدل (Vivid-S5 ساخت کمپانی جنرال الکتریک) و به منظور تعیین ظرفیت و توانمندی قلب، سرعت ریکاوری قلب و کاهش پالس استراحتی از دستگاه تست ورزش^۳ مدل (CosMED) استفاده شد.

بعد از انجام معاینه‌های تشخیصی و احراز معیارهای ورود به پژوهش توسط آزمودنی‌ها، برای رعایت ملاحظه‌های اخلاقی از همه آن‌ها جهت حضور در این پژوهش رضایت‌نامه آگاهانه کتبی دریافت شد. آزمودنی‌ها برای انجام مرحله پیش‌آزمون به مرکز تصویربرداری (اکو داپلر) و تست ورزش معرفی شدند. آنگاه بیماران برای شروع تمرین توان‌بخشی قلب به آزمایشگاه بیومکانیک مرکز طب فیزیکی معرفی شدند و با گذشت ۸ هفته تمرین، از آزمودنی‌ها، مرحله پس‌آزمون انجام شد. آزمودنی‌های پژوهش به‌طور تصادفی به ۳ گروه تمرین‌های هوازی (۸ نفر)، گروه تمرین‌های موازی (۸ نفر) و گروه کنترل (۸ نفر) تقسیم شدند. گروه‌های تمرینی به‌مدت ۸ هفته و ۳ بار در هفته تمرین‌های زیر بیشینه انجام دادند. شدت تمرین برای هر آزمودنی به‌صورت جداگانه براساس فرمول کارونن محاسبه شد (فرمول شماره ۱). با استفاده از معادله کارونن براساس ضربان قلب نشان یا نسبتی از ضربان قلب ذخیره، شدت تمرین برای هر فرد تعیین شد. برای اطمینان از پایش دقیق شدت تمرین‌ها، پایش ضربان قلب هم مدنظر قرار گرفت. آزمودنی‌های گروه کنترل در طول این ۸ هفته فعالیت ورزشی منظمی نداشتند.

۱. (ستراحت-HR-بیشینه HR) × (درصد شدت موردنظر) + استراحت HR = هدف HR

پروتکل تمرینی به‌کار گرفته‌شده شامل ۳ جلسه در هفته تمرین‌های توان‌بخشی شامل گرم کردن، تمرین اصلی و سرد کردن بود. مدت زمان هر جلسه فعالیت توان‌بخشی ۴۰ تا ۶۰ دقیقه بود. بدین ترتیب بنابر بهبود وضعیت جسمانی، مدت زمان فاز اصلی ورزش هر جلسه ۱ دقیقه و شدت آن هر هفته به‌طور تقریبی ۴ درصد حداکثر ضربان قلب افزایش می‌یافت (مدت زمان جلسه اول تمرین ۲۰ دقیقه بود). ضربان قلب، فشارخون و تغییرات احتمالی اکوکاردیوگرام هنگام ورزش کنترل می‌شد (جدول شماره ۱).

از بین بیماران مراجعه‌کننده به پزشک متخصص قلب و با تأیید پزشک، آزمودنی‌ها برای شرکت در برنامه بازتوانی انتخاب

4. Pre test
5. Naughton
6. Low Risk
7. Post test
8. Shapiro-Wilk
9. Levene's test
10. Paired-Sample T Test
11. Independent Samples T-Test
12. one-way ANOVA

1. Tanita 480 BC
2. Body Mass Index (BMI)
3. Cardiac Stress Test System.

یافته‌ها

ویژگی‌های جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها در جدول شماره ۲ ارائه شده است. نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه نشان داد اختلافی بین ویژگی‌های جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها وجود ندارد ($P > 0.05$).

نتایج آمار توصیفی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون ظرفیت عملکردی، کسر تخلیه‌ای بطن چپ، فشارخون سیستولیک، فشارخون و دیاستولیک ضربان قلب استراحتی به شکل میانگین و انحراف معیار در گروه کنترل سالمند، سالمند هوازی و سالمند موازی، بهبود در شاخص‌های همودینامیکی و عملکردی قلب را نشان می‌دهند. در شاخص‌های ظرفیت عملکردی، کسر تخلیه‌ای بطن چپ، فشارخون سیستولیک، فشارخون و دیاستولیک ضربان قلب استراحتی تغییرات معناداری مشاهده می‌شود ($P \leq 0.05$). در تفاوت بین گروه‌ها نیز تغییرات معناداری مشاهده شد.

در تمرین هوازی، نتایج آزمون تی مستقل تفاوت معناداری در پیش‌آزمون شاخص‌های ظرفیت عملکردی، کسر تخلیه‌ای، سرعت ضربان قلب استراحتی، فشارخون سیستولیک و دیاستولیک گروه سالمند (هوازی) و گروه کنترل را نشان نداد ($P > 0.05$). نتایج آزمون تی وابسته نیز نشان داد تفاوت معناداری بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون در شاخص‌های ظرفیت عملکردی، کسر تخلیه‌ای بطن چپ و سرعت ضربان قلب استراحتی گروه سالمند در ۸ هفته تمرین‌های هوازی وجود دارد ($P < 0.05$)، اما تفاوت معناداری بین فشارخون سیستولیک و فشارخون سیستولیک مشاهده نشد ($P > 0.05$) (جدول شماره ۳). نتایج آزمون تی مستقل نشان داد تفاوت معناداری در پس‌آزمون شاخص‌های ظرفیت عملکردی، کسر تخلیه‌ای بطن چپ، ضربان قلب استراحتی گروه سالمند و گروه کنترل بعد از انجام تمرینات هوازی وجود دارد، اما تفاوت معناداری در فشارخون دیاستولیک و فشارخون سیستولیک، مشاهده نشد ($P > 0.05$). باتوجه به نتایج، می‌توان گفت ۸ هفته تمرین‌های هوازی شاخص‌های ظرفیت عملکردی، کسر تخلیه‌ای بطن چپ، فشارخون سیستولیک و ضربان قلب استراحتی گروه سالمند مؤثر بوده است.

در تمرین موازی نتایج آزمون تی مستقل تفاوت معناداری در پیش‌آزمون شاخص‌های ظرفیت عملکردی، کسر تخلیه‌ای، ضربان قلب استراحتی، فشارخون سیستولیک و دیاستولیک گروه سالمند (موازی) و گروه کنترل را نشان نداد ($P > 0.05$)، درحالی‌که نتایج آزمون تی وابسته نشان داد تفاوت معناداری بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون در شاخص‌های ظرفیت عملکردی، کسر تخلیه‌ای بطن چپ، سرعت ضربان قلب استراحتی گروه سالمند در تمرین‌های موازی وجود دارد ($P \leq 0.05$)، اما تفاوت معناداری در فشارخون دیاستولیک و فشارخون سیستولیک مشاهده نشد ($P > 0.05$) (جدول شماره ۴). نتایج آزمون تی مستقل نشان داد تفاوت معناداری در پس‌آزمون شاخص‌های ظرفیت عملکردی، کسر تخلیه‌ای بطن

بحث

هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تأثیر دو شیوه تمرین هوازی و موازی توان‌بخشی قلب بر شاخص‌های منتخب همودینامیکی و بیومکانیکی مردان سالمند مبتلا به بیماری عروق کرونری به دنبال مداخلات درمانی بود. یافته‌های پژوهش تأثیر معنادار ۸ هفته تمرین هوازی و نیز تمرین موازی بر شاخص‌های ظرفیت عملکردی، کسر تخلیه‌ای و ضربان قلب استراحتی مردان سالمند مبتلا به بیماری عروق کرونری را نشان دادند، درحالی‌که، هیچ‌کدام از این تمرین‌ها بر شاخص‌های فشار سیستولیک و دیاستولیک خون تأثیر معناداری نداشته است.

یافته‌های پژوهش درباره تأثیر ۸ هفته تمرین هوازی و نیز تمرین موازی بر فشارخون سیستولیک مردان سالمند مبتلا به بیماری عروق کرونری نشان داد تفاوت معناداری در فشارخون سیستولیک به دنبال یک دوره تمرین ایجاد نشد. این نتایج با یافته‌های برخی از پژوهش‌های انجام‌شده [۱۶، ۱۷] هم‌خوانی داشت و با نتایج گزارش‌شده از سوی برخی پژوهشگران [۱۸-۲۴] هم‌خوانی نداشت. یافته‌های پژوهش درباره تأثیر ۸ هفته تمرین هوازی و نیز تمرین موازی بر فشارخون دیاستولیک مردان سالمند مبتلا به بیماری عروق کرونری نشان داد تفاوت معناداری در فشارخون دیاستولیک به دنبال یک دوره تمرین ایجاد نشد. این نتایج با یافته‌های ارائه‌شده از سوی برخی پژوهشگران [۲۵، ۲۶] هم‌خوانی داشت و با یافته‌های تعدادی دیگر از پژوهش‌های انجام‌شده هم‌خوانی نشان نداشت [۱۶، ۱۷].

پژوهش‌ها بر بهبود فشارخون سیستولیک و دیاستولیک به دنبال شرکت در یک دوره تمرین‌های ورزشی تأکید دارند، این پژوهش‌ها درخصوص تأثیر تمرین‌های ورزشی بر شاخص‌های همودینامیکی بیان کردند که شاخص‌های همودینامیکی چون فشارخون سیستولیک به واسطه کاهش مقاومت عروقی، بهبود می‌یابند. از پیامدهای سالمندی ضخیم و سخت‌شدن شریان‌های بزرگ، به دلیل رسوب کلاژن و کلسیم و از دست دادن الاستیک تارها در لایه میانی، افت فشارخون دیاستولی و افزایش فشارخون سیستولی در نتیجه کاهش خاصیت ارتجاعی آئورت می‌باشد [۱]. دلیل عدم اثرگذاری تمرین بر فشارخون سیستولیک و دیاستولیک شرکت‌کنندگان در این پژوهش را علاوه بر شرایط سالمندی، شاید بتوان انجام مداخلات جراحی، بالا نبودن فشارخون سیستولیک اغلب بیماران قبل از شروع دوره توان‌بخشی، تحت کنترل بودن

جدول ۱. پروتکل تمرین‌های توان‌بخشی قلب مبتنی بر تمرین‌های ورزشی

تصویر	جزئیات تمرین	مراحل تمرین
	تمرین‌های ورزشی گرم کردن به دو مرحله ۵ دقیقه‌ای تقسیم شد: - رام‌فتن و دوچرخه‌سواری سبک با افزایش تدریجی بر شدت آن‌ها. (با هدف گرم کردن عضلات و آماده‌سازی آن‌ها) برای حرکات کششی و افزایش تدریجی ضربان قلب) - فعالیت کششی شامل کشش عضلات قسمت فوقانی تنه و سینه، کشش عضلات کمر و پایین پشت، عضلات پشت ساق پا (calf)، عضلات همسترینگ و عضلات چهارسر ران بودند. (هر حرکت کششی برای ۱۰ تا ۱۵ ثانیه اجرا شد).	گرم کردن
	کار بر روی دوچرخه ثابت پایی و دستی، تردمیل، دستگاه مسگری و کار با دستگاه الپتیکال، در ابتدا با شدت ۶۰ تا ۶۵ درصد حداکثر ضربان قلب پیشینه (در ابتدا به مدت ۲۰ دقیقه و در ادامه به‌طور تدریجی، مدت و شدت تمرین افزایش یافت)، با بهبود وضعیت جسمانی، مدت زمان فاز اصلی ورزش هر جلسه ۱ دقیقه و شدت آن هر هفته تقریباً ۴ درصد حداکثر ضربان قلب افزایش می‌یافت. ضربان قلب، فشارخون و تغییرات احتمالی الکتروکاردیوگرام هنگام ورزش کنترل می‌شد.	هوازی
	علاوه بر انجام تمرین‌های هوازی، انجام ۲ بار در هفته و هر بار به مدت ۱۵ دقیقه تمرین‌های مقاومتی به‌ترتیب با استفاده از وزنه‌های ۱ یا ۲ کیلوگرمی با ۲ ست در هر جلسه و با ۱۰ تا ۲۰ تکرار که در ادامه طی هفته چهارم و هفتم، ۵/۰ کیلوگرم بر وزن وزنه‌ها اضافه شد و استفاده از دستگاه آپ شپیر که در شروع کار با ۱ ست ۵ دقیقه‌ای و در ادامه تمرین‌های این زمان تا ۸ دقیقه افزایش یافت. حرکات اختصاصی با وزنه شامل آبلگشن شانه و بالا بردن وزنه‌ها به بالای سر در حالت نشسته، فلکشن افقی شانه در حالت خوابیده بود.	موازی
	هدف از انجام آن کاهش تدریجی ضربان قلب و پایین آوردن تدریجی آهنگ حرکت و برگرداندن بدن به حالت استراحت بود. در طی سردکردن برای کمک به کاهش درد عضلانی حین تمرین، فعالیت‌های کششی انجام شدند. سردکردن کامل در مدت ۱۰ دقیقه انجام شد.	بازگشت به حالت اولیه

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها

شاخص	آزمون	گروه	میانگین $\pm$ انحراف معیار		
			کنترل	هوازی	موازی
سن (سال)	-	-	۶۲/۲۵ $\pm$ ۷/۰۵	۶۲/۲۵ $\pm$ ۱/۸۳	۶۱/۶۲ $\pm$ ۱/۹۹
قد (سانتی‌متر)	-	-	۱۷۵/۱۲ $\pm$ ۴/۴۲	۱۷۳/۵۰ $\pm$ ۲/۶۶	۱۷۰/۲۵ $\pm$ ۶/۵۸
وزن (کیلوگرم)	پیش‌آزمون		۷۵/۲۷ $\pm$ ۵/۲۰	۷۶/۲۵ $\pm$ ۷/۵۹	۷۷ $\pm$ ۷/۷۰
	پس‌آزمون		۷۵/۲۵ $\pm$ ۳/۹۵	۷۵/۶۲ $\pm$ ۶/۴۷	۷۵/۲۵ $\pm$ ۶/۴۹
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	پیش‌آزمون		۲۴/۵۸ $\pm$ ۱/۱۲	۲۵/۳۵ $\pm$ ۲/۳۷	۲۶/۵۲ $\pm$ ۱/۸۳
	پس‌آزمون		۲۴/۵۲ $\pm$ ۰/۷۳	۲۵/۱۳ $\pm$ ۲/۱۳	۲۵/۹۳ $\pm$ ۱/۳۷
مساحت سطح بدن (متر مربع)	پیش‌آزمون		۱/۹۱ $\pm$ ۰/۰۸	۱/۹۱ $\pm$ ۰/۱۰	۱/۹۰ $\pm$ ۰/۱۲
	پس‌آزمون		۱/۹۱ $\pm$ ۰/۰۷	۱/۹۰ $\pm$ ۰/۰۸	۱/۸۸ $\pm$ ۰/۱۱

طب توانبخشی

بهبود ضربان قلب استراحتی پس از تمرینات ورزشی تأکید دارند. این پژوهش‌ها درخصوص تأثیر تمرین‌های ورزشی بر متغیرهای همودینامیکی نشان دادند شاخص‌های همودینامیکی چون ضربان قلب استراحتی به واسطه بهبود عملکرد سیستولیک قلب و بهبود عملکرد عروقی به واسطه افزایش اتساع‌پذیری و کاهش مقاومت عروقی بهبود یافتند. بنابراین، تمرین‌های ورزشی اثر مثبتی بر ضربان قلب استراحتی و ضربان قلب بیشینه دارند.

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد کسر تخلیه‌ای بطن چپ بر اثر تمرین هوازی و نیز تمرین موازی در مردان سالمند مبتلا به بیماری عروق کرونری بهبود پیدا کرد. این بهبود در جهت افزایش معنادار کسر تخلیه‌ای در گروه‌های تمرینی نسبت به

فشارخون سیستولیک و دیاستولیک به واسطه مصرف داروهای ضدفشارخون و داشتن رژیم غذایی کنترل‌شده برشمرده شد. تمرینی به کار گرفته‌شده در این تمرین‌ها نیز می‌تواند از دلایل عدم تأثیرگذاری معنادار تمرین بر میزان فشارخون سیستولیک و دیاستولیک بیماران به شمار رود.

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد ضربان قلب استراحتی بر اثر تمرین هوازی و نیز تمرین موازی در مردان سالمند مبتلا به بیماری عروق کرونری بهبود پیدا کرد. این بهبود در جهت کاهش معنادار سرعت ضربان قلب استراحتی در گروه‌های تمرینی نسبت به قبل از تمرین توان بخشی بود. این نتایج با یافته‌های پژوهشگران قبلی هم‌خوانی داشت [۱۶-۲۲]. پژوهش‌های پیش‌گفت بر

جدول ۳. نتایج آزمون تی وابسته شاخص‌های منتخب همودینامیکی و بیومکانیکی مربوط به تمرین هوازی

شاخص	آزمون	میانگین $\pm$ انحراف معیار	df	t	P
بیومکانیکی	میزان متابولیسم استراحتی (کیلوکالری بر کیلوگرم ساعت)	پیش‌آزمون ۷/۲۰ $\pm$ ۲/۲۶	۷	-۵/۸۱	۰/۰۱*
		پس‌آزمون ۹/۶۱ $\pm$ ۲/۲۱			
	کسر تخلیه‌ای بطن چپ (درصد)	پیش‌آزمون ۵۳/۱۲ $\pm$ ۶/۵۱	۷	-۷/۰۰	۰/۰۰*
		پس‌آزمون ۵۷/۵۰ $\pm$ ۶/۵۴			
همودینامیکی	فشارخون سیستولیک (سانتی‌متر جیوه)	پیش‌آزمون ۱۱۸/۷۵ $\pm$ ۸/۳۴	۷	-۰/۶۳	۰/۷۳
		پس‌آزمون ۱۲۰ $\pm$ ۵/۳۴			
	فشارخون دیاستولیک (سانتی‌متر جیوه)	پیش‌آزمون ۷۶/۸۷ $\pm$ ۴/۵۸	۷	۱/۰۰	۰/۳۵
		پس‌آزمون ۷۵ $\pm$ ۳/۷۷			
	سرعت ضربان قلب استراحتی (ضربان در دقیقه)	پیش‌آزمون ۷۱/۵۰ $\pm$ ۱۲/۲۲	۷	۳/۸۶	۰/۰۶*
		پس‌آزمون ۶۶/۲۵ $\pm$ ۹/۱۶			

* نشانه معناداری بودن

طب توانبخشی

جدول ۴. نتایج آزمون تی وابسته شاخص‌های منتخب همودینامیکی و بیومکانیکی مربوط به تمرین موازی

شاخص	آزمون	میانگین $\pm$ انحراف معیار	df	t	P
بیومکانیکی	میزان متابولیسم استراحتی (کیلوکالری بر کیلوگرم ساعت)	پیش آزمون: $5/50 \pm 2/64$ پس آزمون: $8/15 \pm 2/26$	۷	-۹/۰۱	۰/۰۰*
	کسر تخلیه‌ای بطن چپ (درصد)	پیش آزمون: $45 \pm 11/95$ پس آزمون: $52/50 \pm 9/63$	۷	-۷/۹۳	۰/۰۰*
	فشارخون سیستولیک (سانتی‌متر جیوه)	پیش آزمون: $120 \pm 9/25$ پس آزمون: $120 \pm 5/34$	۷	۰/۰۰	۱/۰۰
	فشارخون دیاستولیک (سانتی‌متر جیوه)	پیش آزمون: $76/25 \pm 5/82$ پس آزمون: $73/12 \pm 3/72$	۷	۱/۹۳	۰/۹۵
همودینامیکی	سرعت ضربان قلب استراحتی (ضربان در دقیقه)	پیش آزمون: $66/87 \pm 12/51$ پس آزمون: $59/37 \pm 7/76$	۷	۳/۹۷	۰/۰۵*

* نشانه معناداری بودن

طب توانبخش

محدودیت‌های پژوهش حاضر شامل قومیت، شغل، فعالیت‌های روزانه و زمان استراحت، سطح درآمد، وضعیت رفاهی و سطح آرامش، کنترل استرس و مسائل روحی و روانی، رژیم غذایی، داروهای مصرفی، عدم کنترل دقیق بیمار و ابتلا به بیماری‌های زمینه‌ای دیگر مانند دیابت، پرفشاری خون و غیره می‌باشد.

نتیجه‌گیری

باتوجه به نتایج حاصل از پژوهش حاضر، ضمن تأیید اثرگذاری هر دو نوع تمرین هوازی و موازی در بهبود شاخص‌های همودینامیکی و بیومکانیک عملکردی قلب در افراد سالمند دارای بیماری عروق کرونری به دنبال رویداد قلبی و مداخلات درمانی، تأکید بر اولویت بهره‌گیری از تمرین‌های ورزشی موازی نسبت به تمرین هوازی را می‌توان، مورد توجه قرار داد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در اجرای پژوهش ملاحظات اخلاقی مطابق با دستورالعمل کمیته اخلاق پژوهشکده علوم حرکتی دانشگاه خوارزمی در نظر گرفته شده و کد اخلاق به شماره (IR-KHU.KRC.1000.163) دریافت شده است.

حامی مالی

این مقاله هیچ‌گونه کمک مالی از سازمان تأمین‌کننده مالی در بخش‌های عمومی و دولتی، تجاری، غیرانتفاعی دانشگاه یا مرکز تحقیقات دریافت نشده است.

قبل از تمرین توان‌بخشی بود. این نتایج با یافته‌های تعدادی از پژوهشگران هم‌خوانی داشته است [۱۶، ۲۷-۳۰] و با یافته‌های دیگری از پژوهشگران که مقادیر کسر تخلیه‌ای را بدون تغییر گزارش کردند، هم‌خوانی ندارد [۱۱، ۳۱]. عملکرد ضعیف پمپ و اتساع بطن چپ موجب کاهش کسر تخلیه‌ای بطن چپ می‌شود. از آنجایی که کسر تخلیه‌ای، به‌عنوان شاخص عملکرد کلی قلب به شمار می‌رود، بهبود عملکرد پمپ و کاهش حجم‌های بطن چپ (محدود کردن اتساع بطن چپ) که از اهداف مهم درمانی می‌باشند، موجب افزایش کسر تخلیه‌ای می‌شوند [۳۲]. انجام تمرین‌های ورزشی به‌واسطه تأثیر مستقیم بر عضله قلب و تقویت این عضله، با بهبود کسر تخلیه‌ای همراه خواهد بود.

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد ظرفیت عملکردی بر اثر تمرین هوازی و نیز تمرین موازی در مردان سالمند مبتلا به بیماری عروق کرونری بهبود پیدا کرد. این بهبود در جهت افزایش معنادار ظرفیت عملکردی در گروه‌های تمرینی نسبت به قبل از تمرین توان‌بخشی بود. این نتایج با یافته‌های محققان قبلی هم‌خوانی داشت [۱۶، ۲۰، ۳۳-۳۶]. شواهد پیشنهاد می‌کند توان‌بخشی قلبی مبتنی بر ورزش علاوه بر ظرفیت عملکردی، موجب بهبود ساختار عروقی و کاهش عمده شروع ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی و مرگ‌ومیر ناشی از آن می‌شوند. این تمرین‌ها باعث بهبود میزان متابولیسم استراحتی در بیماران قلبی می‌شود. بهبود در میزان متابولیسم استراحتی احتمالاً ناشی از سازگاری‌های محیطی در نتیجه فعالیت ورزشی بوده است. بهبود ظرفیت عملکردی می‌تواند متأثر از بهبود در همودینامیک تمرین، کاهش مقاومت محیطی و افزایش مقادیر برون‌ده قلبی و حجم ضربه‌ای شود [۳۷].

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده‌سازی این مقاله مشارکت یکسان داشتند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

از تمامی افرادی که ما را در انجام این پژوهش یاری کردند، به‌ویژه بخش توان‌بخشی **کلینیک قلب صدر تهران** تقدیر و تشکر می‌شود

References

- [1] Sagiv MS. Exercise cardiopulmonary function in cardiac patients. [F. Darianush, M. Mohazab, E. Naderian, S. Shahi, SM. Hosseini, M. Kamali, Persian trans]. Tehran: Hatmi Publications; 2014. [\[Link\]](#)
- [2] Vasan RS, Sullivan LM, Roubenoff R, Dinarello CA, Harris T, Benjamin EJ, et al. Framingham heart study. Inflammatory markers and risk of heart failure in elderly subjects without prior myocardial infarction: The framingham heart study. *Circulation*. 2003; 107(11):1486-91. [\[DOI:10.1161/01.CIR.0000057810.48709.F6\]](#) [\[PMID\]](#)
- [3] Mansoorian M, Qorbani M, Shafieyan N, Asayesh H, Rahimzadeh Barzaki H, Shafieyan Z, et al. [Association between life style and hypertension in rural population of Gorgan (Persian)]. *Journal of Health Promotion Management*. 2012; 1(2):7-66. [\[Link\]](#)
- [4] Krauss RM, Fletcher BJ, Grundy SM. Obesity: Impact on cardiovascular disease. *Circulation*. 1998; 98(14):1472-6. [\[DOI:10.1161/01.CIR.98.14.1472\]](#)
- [5] Naghibi S, Kordi MR, Maleki MJ, Yarmohammadi M. [Effect of concurrent training on hemodynamic responses in male patients with coronary artery disease (Persian)]. *Archives of Rehabilitation*. 2007; 8(3):6-11. [\[Link\]](#)
- [6] Lavie CJ, Arena R, Swift DL, Johannsen NM, Sui X, Lee DC, et al. Exercise and the cardiovascular system: Clinical science and cardiovascular outcomes. *Journal of Circulation Research*. 2015; 117(2):207-19. [\[DOI:10.1161/CIRCRESAHA.117.305205\]](#) [\[PMID\]](#) [\[PMCID\]](#)
- [7] Anderson L, Thompson DR, Oldridge N, Zwisler AD, Rees K, Martin N, et al. Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2016; 2016(1):CD001800. [\[DOI:10.1002/14651858.CD001800.pub3\]](#) [\[PMID\]](#)
- [8] Shabani R, Gaeini A, Nikoo M, Nikbackt H, Sadegifar M. [Comparison the effects of cardiac rehabilitation program (concurrent endurance and resistance training) on exercise capacity of men and women patients with coronary artery disease (Persian)]. *Journal of Guilan University of Medical Sciences*. 2010; 19(74):48-57. [\[Link\]](#)
- [9] Savage PD, Sanderson BK, Brown TM, Berra K, Ades PA. Clinical research in cardiac rehabilitation and secondary prevention: Looking back and moving forward. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*. 2011; 31(6):333-41. [\[DOI:10.1097/HCR.0b013e31822f0f79\]](#) [\[PMID\]](#) [\[PMCID\]](#)
- [10] Singh MA. Exercise comes of age: Rationale and recommendations for a geriatric exercise prescription. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*. 2002; 57(5):M262-82. [\[DOI:10.1093/gerona/57.5.M262\]](#) [\[PMID\]](#)
- [11] Rognmo Ø, Moholdt T, Bakken H, Hole T, Mølsted P, Myhr NE, et al. Cardiovascular risk of high-versus moderate-intensity aerobic exercise in coronary heart disease patients. *Circulation*. 2012; 126(12):1436-40. [\[DOI:10.1161/CIRCULATIONAHA.112.123117\]](#) [\[PMID\]](#)
- [12] Stauffer BL, Hoetzer GL, Smith DT, DeSouza CA. Plasma C-reactive protein is not elevated in physically active postmenopausal women taking hormone replacement therapy. *Journal of Applied Physiology*. 2004; 96(1):143-8. [\[DOI:10.1152/jappl-physiol.00360.2003\]](#) [\[PMID\]](#)
- [13] Anderson L, Oldridge N, Thompson DR, Zwisler AD, Rees K, Martin N, et al. Exercise-Based cardiac rehabilitation for coronary heart disease: Cochrane systematic review and meta-analysis. *Journal of the American College of Cardiology*. 2016; 67(1):1-12. [\[DOI:10.1016/j.jacc.2015.10.044\]](#) [\[PMID\]](#)
- [14] Cobb FR, Williams RS, McEwan P, Jones RH, Coleman RE, Wallace AG. Effects of exercise training on ventricular function in patients with recent myocardial infarction. *Circulation*. 1982; 66(1):100-8. [\[DOI:10.1161/01.CIR.66.1.100\]](#) [\[PMID\]](#)
- [15] Davoodvand S, Elahi N, Haghighizadeh M. [Effectiveness of short-term cardiac rehabilitation on clinical manifestations in post-MI patients (Persian)]. *Iranian Journal of Hayat*. 2009; 15(3):66-73. [\[Link\]](#)
- [16] Razaghi A, Sadeghi H, Johari Moghadam A, Azma K, Motamedi P. [The Effect of exercise-based cardiac rehabilitation in two ways aerobic and aerobic-resistance exercises on the biomechanical function of cardiac patients (MI, PCI, and CABG) (Persian)]. *Razi Journal of Medical Sciences*. 2020; 26(12):138-48. [\[Link\]](#)
- [17] Sheykholeslami Vatani D, Ahmadi S, Mojtahedi H, Marandi M, Ahmadi Deharshid K, Faraji H, et al. [Effect of moderate and high intensity resistant exercises on cardiovascular risk factors in none-athlete university students (Persian)]. *Iranian Kowsar Medical Journal*. 2011; 16(2):115-21. [\[Link\]](#)
- [18] Fomovsky GM, Clark SA, Parker KM, Ailawadi G, Holmes JW. Anisotropic reinforcement of acute anteroapical infarcts improves pump function. *Circulation-Heart Failure Journal*. 2012; 5(4):515-22. [\[DOI:10.1161/CIRCHEARTFAILURE.111.965731\]](#) [\[PMID\]](#) [\[PMCID\]](#)
- [19] Ghashghaei FE, Sadeghi M, Marandi SM, Ghashghaei SE. Exercise-based cardiac rehabilitation improves hemodynamic responses after coronary artery bypass graft surgery. *ARYA Atheroscler*. 2012; 7(4):151-6. [\[PMID\]](#) [\[Link\]](#)
- [20] Lavie CJ, Thomas RJ, Squires RW, Allison TG, Milani RV. Exercise training and cardiac rehabilitation in primary and secondary prevention of coronary heart disease. *Mayo Clinic Proceedings*. 2009; 84(4):373-83. [\[DOI:10.4065/84.4.373\]](#) [\[PMID\]](#) [\[PMCID\]](#)
- [21] Lee KW, Blann AD, Jolly K, Lip GY, BRUM Investigators. Plasma haemostatic markers, endothelial function and ambulatory blood pressure changes with home versus hospital cardiac rehabilitation: The Birmingham rehabilitation uptake maximisation study. *Heart*. 2006; 92(12):1732-8. [\[DOI:10.1136/hrt.2006.092163\]](#) [\[PMID\]](#) [\[PMCID\]](#)
- [22] Kargarfard M, Rouzbehani R, Basati F. Effects of exercise rehabilitation on blood pressure of patients after myocardial infarction. *International Journal of Preventive Medicine*. 2010; 1(2):124-30. [\[PMID\]](#) [\[Link\]](#)
- [23] Gaeini AA, Sattarifard S, Cafi Zadeh 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)]. *Cardiovascular Nursing Journal*. 2013; 2(1):34-41. [\[Link\]](#)

- [24] Abtahi F, Tahamtan M, Homayouni K, Moaref A, Zamirian M. The assessment of cardiac rehabilitation on echocardiographic parameters of left ventricular systolic function in patients treated by primary percutaneous coronary intervention due to acute st-segment elevation myocardial infarction: A randomized clinical trial. *International Cardiovascular Research Journal*. 2017; 11:130-6. [\[Link\]](#)
- [25] Basati F, Kargarfard M, Sadeghi M, Golabchi A, Rozbahani R. [Effects of a cardiac rehabilitation program on left ventricular systolic function and mass in patient after myocardial infarction (Persian)]. *Journal of Isfahan Medical School*. 2012; 30(187):561-71. [\[Link\]](#)
- [26] Attarbashi Moghaddam B, Badakhash M, Teymori Z, Abdollahi AR, Zarbakhsh M. [Survey of transferrin level changes in healthy subjects following a session of exercise program: A preliminary study (Persian)]. *Journal of Modern Rehabilitation*. 2009; 3(1):17-20. [\[Link\]](#)
- [27] Sarrafzadegan N, Rabiei K, Kabir A, Asgary S, Tavassoli A, Khosravi A, et al. Changes in lipid profile of patients referred to a cardiac rehabilitation program. *European Journal of Preventive Cardiology*. 2008; 15(4):467-72. [\[DOI:10.1097/HJR.0b013e328300271f\]](#) [\[PMID\]](#)
- [28] Baghban-Baghdadabad M, Sadeghi H, Matinhomae H, Sokhangooi Y. [The effect of two methods of aerobic and parallel training on selected biomechanical variables of blood on bilateral femoral artery in patients 40 to 65 years old following coronary angioplasty (Persian)]. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2021; 10(3):508-21. [\[DOI:10.32598/SJRM.10.3.11\]](#)
- [29] Di Maio F, Rizzo V, Campbell SV, Petretto F, Corbellini A, Bianchi A, et al. Effects of cardiac rehabilitation on atrial wave in patients after myocardial infarction. *Angiology*. 2001; 52(12):827-33. [\[DOI:10.1177/000331970105201204\]](#) [\[PMID\]](#)
- [30] Kargarfard M, Basati F, Sadeghi M, Rouzbehani R, Golabchi A. [Effects of a cardiac rehabilitation program on diastolic filling properties and functional capacity in patients with myocardial infarction (Persian)]. *Journal of Isfahan Medical School*. 2011; 29(131):243-52. [\[Link\]](#)
- [31] Sadeghi M, Esteki Ghashghaei F, Rouhafza H. Comparing the effects of a cardiac rehabilitation program on functional capacity of obese and non-obese women with coronary artery disease. *ARYA Atherosclerosis*. 2012; 8(2):55-8. [\[PMID\]](#)
- [32] Khaledan AA, Hamidi Tehrani J. [The Effect of aerobic exercises on cardiac function of patients with myocardial infarction (Persian)]. *Harakat*. 2000; 4(4):5-20. [\[Link\]](#)
- [33] Shokrallahnia-Roshan A, Sadeghi H, Shirani S, Nejatian M. [Effects of strength training and cardiac rehabilitation programs on the biomechanical parameters of blood flow velocity and blood flow rate and its relation with arterial stiffness index in brachial and femoral arteries with coronary artery bypass grafting patients (CABG) (Persian)]. *Archives of Rehabilitation*. 2013; 14(2):38-45. [\[Link\]](#)
- [34] Naqibi S, Maleki J. [The effect of exercise training on anaerobic threshold and exercise capacity of coronary artery patients-social medicine approach (Persian)]. *Social Research*. 2011; 4(11):17-33. [\[Link\]](#)
- [35] Smart N, Haluska B, Jeffriess L, Marwick TH. Exercise training in systolic and diastolic dysfunction: Effects on cardiac function, functional capacity, and quality of life. *American Heart Journal*. 2007; 153(4):530-6. [\[DOI:10.1016/j.ahj.2007.01.004\]](#) [\[PMID\]](#)
- [36] Mohammad Amoli S, Sadeghi H. [The effect of physical activity on structural and functional arterial adaptations in humans: A narrative review (Persian)]. *Ebnesima Journal*. 2022; 24(1):65-78. [\[Link\]](#)
- [37] Jensen D, Atwood JE, Froelicher V, McKirnan MD, Battler A, Ashburn W, et al. Improvement in ventricular function during exercise studied with radionuclide ventriculography after cardiac rehabilitation. *The American Journal of Cardiology*. 1980; 46(5):770-7. [\[DOI:10.1016/0002-9149\(80\)90427-0\]](#) [\[PMID\]](#)

This Page Intentionally Left Blank