Research Paper

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

Masumeh Baghban Baghdadabad¹ , *Heydar Sadeghi^{2,3} , Hasan Matinhomae¹ , Yahya Sokhangoi⁴

1. Department of Sports Physiology and Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2. Department of Sport Biomechanics and Injuries, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran.
3. Department of Sport Biomechanics, Kinesiology Research Center, Kharazmi University, Tehran, Iran.
4. Department of Physiotherapy, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran.

Citation Baghban Baghdadabad M, Sadeghi H, Matinhomae H, Sokhangoi Y. [The Effect of Two Methods of Aerobic and Parallel Training on Selected Blood Biomechanical Variables in Bilateral Femoral Artery in Patients 40-65 Years Old After Coronary Angioplasty (Persian)]. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2021; 10(3):508-521. <https://doi.org/10.32598/sjrm.10.3.11>

doi <https://doi.org/10.32598/sjrm.10.3.11>

Received: 27 Oct 2020

Accepted: 22 Dec 2020

Available Online: 23 Jul 2021

Keywords:

Coronary angioplasty, Femoral artery, Angioplasty, Femoral artery, Middle aged, Male and female, Exercise, Blood biomechanic

ABSTRACT

Background and Aims Considering the exclusive effects of different training programs on structural, functional, and physiological responses of heart, vessels, and blood, cardiac rehabilitation programs have rehabilitated and therapeutic usage after heart attacks or angioplasty to reduce the rate of deaths caused by cardiovascular diseases. The research aims to examine the effects of two methods, aerobic and parallel exercises, on selected biomechanical variables of blood in the bilateral femoral artery in patients 40-65 years old after coronary angioplasty.

Methods The research method is semi-experimental and prospective. The research was performed as pretest-posttest, with 90 male and female patients with coronary heart disease who had undergone angioplasty divided into three experiments (aerobic and parallel) and control groups. Forty minutes of aerobic exercise based on the American College of Sports Medicine (ACSM) guidelines followed by 20 minutes of resistance training twice a week was performed in the parallel exercise group. The Mean $\pm$ SD was used for data description, Kolmogorov-Smirnov test was used for reviewing data distribution, Kruskal-Wallis non-parametric and Mann-Whitney post hoc test were used for abnormal variables, and ANOVA, Welch's test, and Tukey post-hoc test were used for standard variables at a significance level of 0.05.

Results The results showed a significant difference in diastolic blood pressure of the left femoral after performing aerobic and parallel exercises. A significant difference was also seen in the velocity of blood flow in the left femoral's diastole phase and blood pressure of the left femoral in the systole phase after performing parallel exercises. Comparing the effect of two training methods on selected biomechanical variables of blood, no significant difference was observed between the two methods.

Conclusion It is recommended to use the beneficial effects of aerobic and parallel exercises to improve biomechanical variables of blood with appropriate intensity and duration in patients 40 to 65 years old following coronary angioplasty.

***Corresponding Author:**

Heidar Sadeghi, PhD.

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

Tel: +98 (21) 88329220-3

E-Mail: H.sadeghi@khu.ac.ir

Extended Abstract

1. Introduction

Due to the unique effect of different training methods on cardiovascular structural and functional responses, cardiac rehabilitation programs as a treatment and rehabilitation program after myocardial infarction and angioplasty reduce mortality due to heart disease. Coronary artery disease is the most critical cardiovascular disorder and a significant health problem in developing and developed countries. At the beginning of the twentieth century, cardiovascular disease accounted for less than 10% of deaths worldwide.

By the end of this century, heart disease accounted for nearly half of all deaths in developed countries and about 25% in developing countries and is projected to cause almost 25 million deaths by the end of 2020. Occur from cardiovascular disorders in the year. One of the essential issues in health in people over the age of 40 is cardiovascular disease, especially atherosclerotic arteries of the aorta, coronary artery, carotid artery and peripheral arteries, including the brachial, femoral arteries. The pathogenic changes of atherosclerosis progress with age and ultimately lead to disability and mortality in old age.

Physical activities and exercises put forth positive effects on the body in two ways: from one side strengthen the heart muscle, with pulse more potent, more stable and can accommodate more resulting in the survival of life, on the other side, activities fit physical body and strengthens other muscles of arteries and increase blood flow and heart rate artery stenosis prevents the deposition of fatty substances in the arteries (atherosclerosis). This study investigated the effect of two methods of aerobic and parallel exercise on selected biomechanical variables of blood on a bilateral femoral artery in patients aged 40-65 years after coronary angioplasty.

2. Methods

The research method is semi-experimental and prospective. The research was designed in pretest-posttest. A total of 90 male and female patients with coronary heart disease who had undergone angioplasty were divided into three experiments (aerobic and parallel) and control groups. Forty minutes of aerobic exercise based on ACSM guidelines followed by 20 minutes of resistance training, twice a week performed in the parallel exercise group. The Mean $\pm$ SD used for data description, Kolmogorov-Smirnov test was used for reviewing data distribution, Kruskal-Wallis non-parametric and Mann-Whitney post-hoc test were used for abnormal variables,

and ANOVA, Welch's test, and Tukey post-hoc test were used for standard variables at a significance level of 0.05.

3. Results

Regarding selected biomechanical variables of blood, the results of the intragroup comparison test showed a significant difference in the left femoral diastolic blood pressure variable between groups ($P=0.004$). The results of the intergroup comparison test showed a significant difference in the left femoral diastolic blood pressure variable between the aerobic and control exercise groups ($P=0.007$) and between the parallel and control exercise groups ($P=0.003$). Still, between the two, There was no significant difference between aerobic and parallel training methods.

The results of the intragroup comparison test showed a significant difference in the variables of blood flow velocity in the systolic phase ($P=0.006$). They left femoral diastole ($P=0.005$) between the groups but in the variable of systolic femoral blood pressure. There was no significant difference between the left groups ($P=0.001$). Post hoc test for comparison between groups showed a significant difference in blood flow velocity variables in the left femoral diastole phase ($P=0.02$) and blood pressure in the left femoral systole phase ($P=0.01$) after exercise between the two exercise groups. It was aerobic and control and in the variables of blood flow velocity in systolic phase ($P=0.005$) and left femoral diastole ($P=0.006$) and blood pressure in left femoral systole phase ($P=0.005$) following exercise between two groups of parallel exercise and was in control. It is observed that there is no significant difference between the two methods of aerobic and parallel training on selected biomechanical variables of blood after comparing the effect of two training methods on selected biomechanical variables of blood.

4. Discussion and Conclusion

The results showed that aerobic exercise increased arterial diameter and decreased heart rate by reducing arterial blood pressure and consequently increasing the speed and intensity of blood flow. Due to the importance of resistance training and aerobic training (which affects the thickness and strength of arteries and the ratio of collagen to elastin in vascular tissue), increased left femoral diastolic blood pressure and decreased right femoral systolic blood pressure, and reduced blood flow observed. Regarding the increase in diastolic blood pressure in the right femoral artery following resistance training, it can be considered as the effect of the superior limb in applying pressure during resistance training that there is more

work on the role of the upper limb in this type of training for future research. As a recommendation to improve blood biomechanical variables in middle-aged people after coronary angioplasty, aerobic exercise seems more appropriate than parallel (aerobic-resistance) practice.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All ethical principles are considered in this article. 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 PhD. thesis of first author at the Department of Sports Physiology and Biomechanics, Faculty of physical education and Sports Sciences, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran.

Authors' contributions

Conceptualization and supervision, data collection: Heydar Sadeghi; Methodology: Masoumeh Baghban; Investigation, writing – original draft, and writing – review & editing: All authors; Data analysis: Heydar Sadeghi and Masoumeh Baghban.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

مقاله پژوهشی

تأثیر دو شیوه تمرین هوازی و موازی بر متغیرهای منتخب بیومکانیک خون بر شریان فمورال دوطرفه در بیماران ۴۰ تا ۶۵ سال متعاقب آنژیوپلاستی عروق کرونر

معصومه باغبان بغدادآباد^۱، حیدر صادقی^{۲،۳}، حسن متین‌همایی^۱، یحیی سخنگویی^۴

۱. گروه فیزیولوژی و بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۲. گروه بیومکانیک و آسیب‌شناسی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
۳. گروه بیومکانیک ورزشی، پژوهشکده علوم حرکتی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
۴. گروه فیزیوتراپی، دانشگاه علوم بهزیستی، تهران، ایران.

چکیده

مقدمه و اهداف: با توجه به اثر منحصر به فرد شیوه‌های مختلف تمرینی بر پاسخ‌های ساختاری و عملکردی قلب و عروق، برنامه‌های بازتوانی قلبی به‌عنوان یک برنامه درمانی و توان‌بخشی بعد از سکته قلبی و آنژیوپلاستی جهت کاهش میزان مرگ‌ومیر ناشی از بیماری قلبی عروقی کاربرد دارد. هدف پژوهش حاضر تأثیر دو شیوه تمرین هوازی و موازی بر متغیرهای منتخب بیومکانیک خون بر شریان فمورال دوطرفه در بیماران ۴۰ تا ۶۵ سال، پس از آنژیوپلاستی عروق کرونر است.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش نیمه‌آزمایشگاهی و آینده‌نگر با طرح پیش و پس‌آزمون، نود زن و مرد بیمار عروق کرونر قلب که آنژیوپلاستی شده، به صورت تصادفی در دسترس در سه گروه آزمایش (تمرین هوازی و موازی) و گروه کنترل تقسیم شدند. چهل دقیقه تمرین هوازی برگرفته از دستورالعمل ACSM جهت بازتوانی بیماران به مدت هشت هفته و سپس بیست دقیقه تمرین مقاومتی هفتگی دو جلسه در گروه تمرین موازی انجام شد. در بخش توصیف داده‌ها از میانگین و انحراف استاندارد، از آزمون کولموگوروف اسمیرنوف برای بررسی توزیع داده‌ها، از آزمون کروسکال والیس و آزمون تعقیبی یومن ویتنی در متغیرهای غیرنرمال و از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه، ولج و آزمون تعقیبی توکی در متغیرهای نرمال در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج تحقیق نشان داد که در متغیر فشار خون دیاستولی فمورال چپ متعاقب اعمال تمرین هوازی و موازی تفاوت معناداری وجود ندارد. در متغیرهای سرعت جریان خون در فاز دیاستول فمورال چپ و فشار خون در فاز سیستول فمورال چپ متعاقب اعمال تمرین هوازی و در متغیرهای سرعت جریان خون در فاز سیستول و دیاستول فمورال چپ و فشار خون در فاز سیستول فمورال چپ متعاقب تمرین موازی تفاوت معناداری مشاهده شد و با مقایسه تأثیر دو شیوه تمرین بر متغیرهای منتخب بیومکانیک خون تفاوتی بین دو شیوه تمرین در متغیرهای منتخب بیومکانیک خون مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: استفاده از تأثیرات سودمند تمرین هوازی و موازی در راستای بهبود متغیرهای بیومکانیک خون با شدت و مدت زمان مناسب در بیماران ۴۰ تا ۶۵ سال، متعاقب آنژیوپلاستی عروق کرونر توصیه می‌شود.

تاریخ دریافت: ۰۶ آبان ۱۳۹۹

تاریخ پذیرش: ۰۲ دی ۱۳۹۹

تاریخ انتشار: ۰۱ مرداد ۱۴۰۰

کلیدواژه‌ها:

آنژیوپلاستی عروق کرونر، شریان فمورال، زنان و مردان بیمار میانسال، تمرین هوازی، تمرین موازی، بیومکانیک خون

مقدمه

نیمی از کل مرگ‌ومیر کشورهای پیشرفته و حدود ۲۵ درصد کشورهای در حال توسعه را شامل می‌شد و پیش‌بینی شد تا پایان سال ۲۰۲۰ نزدیک به ۲۵ میلیون مرگ ناشی از اختلال قلبی عروقی در سال رخ دهد [۱].

بر این اساس از هر سه مورد مرگ، یک مورد آن به علت اختلال قلبی عروقی خواهد بود. طبق تعریف سازمان بهداشت جهانی فاصله سنی بین ۴۰ تا ۶۵ سالگی دوران میان‌سالی نامیده

بیماری‌های عروق کرونر، مهم‌ترین اختلال قلبی عروقی و یک مشکل مهم بهداشتی در کشورهای در حال توسعه و توسعه‌یافته است. به‌طوری‌که در شروع قرن بیستم، اختلال قلبی عروقی کمتر از ۱۰ درصد کل مرگ‌ومیر در جهان را شامل می‌شد. این در حالی است که در اواخر این قرن، بیماری‌های قلبی نزدیک به

* نویسنده مسئول:

دکتر حیدر صادقی

نشانی: تهران، دانشگاه خوارزمی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، گروه بیومکانیک و آسیب‌شناسی ورزشی.

تلفن: ۰۳-۸۸۳۲۹۲۲۰ (۲۱) ۹۸+

رایانامه: H.sadeghi@khu.ac.ir

می‌شود که تغییرات جسمانی و روانی در افراد حاصل می‌شود. دوره میان‌ساله بارورترین دوره زندگی محسوب می‌شود و افراد نمی‌توانند حداکثر استفاده را از نیروهای ذهنی و جسمی خود داشته باشند. در این دوره از سن، تغییرات متابولیسمی در بدن به وجود می‌آید [۱، ۲].

یکی از مسائل مهم در حوزه سلامت کشور در افراد با سنین بالای چهل سال، بیماری‌های قلبی عروقی و در رأس آن‌ها آترواسکلروتیک شریان‌های آئورت، کرونر، کاروتید و شریان‌های محیطی، از جمله شریان بازویی و رانی است. تغییرات بیماری‌زای آترواسکلروز با افزایش سن پیشرفت می‌کند و در نهایت به ناتوانی و مرگ‌ومیر در دوران سالمندی می‌انجامد [۳].

فعالیت بدنی مناسب و ورزش از دو طریق اثرات مفید و مثبت خود را در بدن اعمال می‌کنند. از یک طرف سبب تقویت عضله قلب می‌شود، با ضربانی قوی‌تر، منظم‌تر و گنجایش بیشتر، که در نتیجه موجب ادامه حیات و زندگی می‌شود، از طرفی دیگر فعالیت بدنی مناسب موجب تقویت سایر عضلات بدن شده و با گشاد شدن عروق و افزایش جریان خون و تعداد ضربان قلب مانع از تنگی عروق در اثر رسوب مواد چربی در داخل رگ‌ها (آترواسکلروز) می‌شود [۲، ۳].

مکانیسم‌های اولیه شناسایی‌شده در زمینه سازگاری‌های عروقی ناشی از تمرینات ورزشی بر افزایش میزان جریان خون تمرکز دارد. اندوتلیوم عروقی یک لایه نازک سلولی است که به عنوان پوششی بیولوژیک بین چرخه خون و عضلات صاف دیواره عروق قرار گرفته و نقشی حیاتی در فرایند هموستاتیک عروقی دارد [۴]. به عبارت ساده‌تر، اجرای تمرینات ورزشی با افزایش ضربان قلب و بالا بردن فشار خون موجب افزایش جریان خون و فشار انتقالی به عروق شده و در نتیجه استرس و کشش محیطی عروق بالا می‌رود [۵].

در بسیاری از مطالعات، اثر مستقیم تمرینات ورزشی در کاهش فشار خون که یکی از فاکتورهای خطر ساز در بیماران قلبی و عروقی است به وضوح اثبات شده و نشان داده شده است که ورزش مداوم کنترل بارو رفلکس را خفیف و فعالیت عصب سمپاتیک را کم کرده و در نتیجه باعث کاهش فشار خون می‌شود [۶، ۷]. همچنین مطالعه روی پارامترهای بیومکانیکی خون نشان می‌دهد که تغییر در سرعت و شدت جریان می‌تواند بر خصوصیات رگ، به‌ویژه در نواحی خاص مانند شریان کاروتید، بازویی و رانی که در اثر آترو اسکلوئوسیس دچار افزایش ضخامت شده‌اند، تأثیرگذار باشد [۸].

شریان‌های محیطی مانند شریان فمورال مشترک نسبت به شریان‌های مرکزی، خاصیت الاستیک کمتری دارند و بافت ماهیچه‌ای آنها غالب است؛ بنابراین پارامتر سفتی شریان‌های محیطی بیش از شریان‌های مرکزی است [۹]. با توجه به این

مطلب که با افزایش سن، تغییر در سفتی شریان‌ها بسیار زودتر از رشد بیماری آترواسکلروز نمایان می‌شود [۱۰]؛ بنابراین وجود سفتی بیشتر شریان‌های محیطی نسبت به شریان‌های مرکزی موجب می‌شود که تشخیص درستی از ابتلا به عوامل بیماری‌زا وجود نداشته باشد. پس برآورد سفتی شریان‌های محیطی سالم به عنوان معیار سلامت شریان و مقایسه آن با شریان‌های مرکزی حائز اهمیت است. بدیهی است با وجود سفتی شریان‌های محیطی نسبت به شریان‌های مرکزی، بروز آترواسکلروز، به‌ویژه در مراحل ابتدایی در عروق محیطی شکل می‌گیرد.

با بروز بیماری آترواسکلروز شریان‌های محیطی رفتار الاستیک متفاوتی نسبت به شریان مرکزی خواهد داشت، چنانچه منگل و همکاران [۹] با انجام مطالعه‌ای روی کودکان ادعا کردند که شریان‌های مرکزی‌تر خاصیت اتساع‌پذیری بیشتری نسبت به عروق محیطی دارند. این مطلب نشان‌دهنده آن است که شریان‌های محیطی‌تر و دورتر از قلب، سفتی بیشتری نسبت به عروق مرکزی دارند. بیماری آترواسکلروز ماهیت منتشره دارد و شریان فمورال مشترک در محل قبل از دوشاخه شدن شریان، یک موضع معمول و شایع در برای بیماری آترواسکلروز است.

تخمین درجه اتساع‌پذیری یا سفتی شریان به‌عنوان یک جانشین خوب برای تشخیص بیماری آترواسکلروز، خصوصاً در عروق کرونری است، ولی با فرض مطرح‌شده مبنی بر تغییرات کمتر عروق ماهیچه‌ای بر اثر بیماری آترواسکلروز نسبت به عروق الاستیک، تشخیص بیماری آترواسکلروز و تغییر خواص مکانیکی دیواره شریان‌های ماهیچه‌ای را در مراحل اولیه بیماری واضح ندانستند [۱۱].

محمد آملی و همکاران با مقایسه ویژگی‌های مکانیکی خون و شریان کاروتید بسکتبالیست‌های حرفه‌ای و افراد غیرفعال نشان دادند که بسکتبالیست‌ها نسبت به گروه غیرورزشکار تعداد ضربان قلب کمتر و ضخامت اینتیمای مدیا در فاز دیاستول بیشتری داشتند، اما سرعت جریان خون در فاز سیستول، دیاستول و کمپلیناس در گروه غیرورزشکار بیشتر بود که با توجه به یافته‌های پژوهش، به نظر می‌رسد افزایش سفتی شریان در بسکتبالیست‌ها می‌تواند سازگاری فیزیولوژیکی به افزایش فشار خون طی تمرین و مسابقات باشد [۱۲].

پارک و همکاران، تأثیر ۲۴ هفته تمرین هوازی و قدرتی بر ضخامت شریان کاروتید و سرعت جریان در پنجاه زن سالخورده مبتلا به چاقی سارکوپنیک بررسی کردند. گروه آزمایش، تمرینات ترکیبی را طی ۲۴ هفته انجام دادند و نشان داد که ۲۴ هفته تمرین ترکیبی به‌طور مؤثر باعث کاهش ضخامت اینتیمای مدیا شریان کاروتید و افزایش سرعت جریان کاروتید و نسبت برشی دیواره می‌شود [۱۳]. استبینگ و همکاران، با مطالعه اثر هشت تمرین مقاومتی روی اندام تحتانی ۲۱ آزمودنی جوان و سالم (یازده مرد و مرد زن) نشان دادند که این تمرینات باعث افزایش

معناداری در قطر استراحتی و سرعت جریان خون در شریان‌های کاروتید و فمورال شده است و پس از چهار هفته بی‌تمرینی کاهش معناداری را در قطر و سرعت جریان خون هر دو شریان مشاهده کردند [۱۴].

هرچند در نگاه اول به نظر می‌رسد تمرین ترکیبی، هوازی مقاومتی نسبت به تمرین هوازی به تنهایی در بهبود وضعیت بیمار پس از آنژیوپلاستی عروق کرونر مؤثرتر است، اما در عمل مطالعات معدودی در این گروه از بیماران قلبی انجام شده که این فرضیه را تأیید کرده‌اند. از طرف دیگر، هرچند پژوهش‌های انجام‌شده در این باره نشان داده‌اند که هر دو برنامه تمرینی ترکیبی و هوازی ایمن هستند و موجب بهبود وضعیت عملکردی و کیفیت زندگی بیماران قلبی می‌شوند، هنوز اختلاف‌های زیادی در مورد شدت، مدت و نوع برنامه تمرینی بهینه جهت استفاده از مزایای حداکثری این قبیل برنامه‌ها وجود دارد.

مطالعات قلبی نشان داده‌اند که بین رفتار و حرکت جریان خون و عملکرد ساختاری عروق با فرایند آترواسکلروز ارتباط مستقیمی وجود داشته که توسط مشاهده ساختار عروقی و جریان خون از طریق سونوگرافی داپلر می‌تواند قابل پیش‌بینی باشد [۸]. اما پژوهش‌های موجود به بررسی و مقایسه بیشتر این فرایند در عروق کرونر، آئورت و شریان کاروتید افراد سالم و بیمار پرداخته و عروق محیطی مانند شریان‌های بازویی و رانی یا بیماران میانسال را کمتر شامل شده است. با وجود اینکه این گروه از بیماران استنوزیس کرونر دارند، احتمال دارد که فرایند آترواسکلروسیس در عروق محیطی آن‌ها نیز گسترش پیدا کرده باشد [۱۵].

از این‌رو، با فرض اثرگذاری تمرین، هدف این پژوهش، تعیین تأثیر دو شیوه تمرین هوازی و موازی بر متغیرهای منتخب بیومکانیک خون (سرعت جریان خون و شدت جریان خون در دو فاز سیستول و دیاستول) بر شریان فمورال دوطرفه در بیماران ۴۰ تا ۶۵ سال متعاقب آنژیوپلاستی عروق کرونر بود.

مواد و روش‌ها

روش پژوهش از نوع نیمه آزمایشگاهی و آینده‌نگر و طرح پژوهش پیش و پس‌آزمون است. جامعه آماری پژوهش را بیماران میانسال ۴۰ تا ۶۵ سال مراجعه‌کننده به مرکز بازتوانی بیمارستان قلب تهران که عمل آنژیوپلاستی عروق کرونر انجام داده و منعی برای ورزش کردن ندارند، تشکیل دادند.

برای تعیین تعداد آزمودنی مورد نیاز برای مطالعه، با استفاده از نرم‌افزار $G Power$ ۳/۱ با در نظر گرفتن دستیابی به توان آماری ۰/۸ و اندازه اثر برابر ۰/۵ در سطح آلفا ۰/۰۵، ۷۵ نفر به دست آمد. با پیش‌بینی احتمال انصراف تعدادی از شرکت‌کنندگان در دوره برنامه تمرینی نود نفر که ملاک‌های ورود به مطالعه را داشتند، به صورت تصادفی در دسترس در سه گروه تمرین

هوازی (پانزده نفر زن و پانزده نفر مرد)، تمرین موازی (پانزده نفر زن و پانزده نفر مرد) و کنترل (پانزده نفر زن و پانزده نفر مرد) قرار گرفتند.

معیارهای ورود به پژوهش، قرار گرفتن افراد در گروه بیماران کم‌خطر^۱ قلبی ۴۰ تا ۶۵ سال (میانسال) پس از آنژیوپلاستی عروق کرونر از مسیر سرخرگ شریانی، دچار بودن به یک تا سه نارسی قلبی در بیماران از نظر طبقه‌بندی انجمن قلب نیویورک (NYHA)^۲، موافقت پزشک برای شرکت در برنامه تمرینی، داشتن کسر تخلیه‌ای (EF)^۳ برابر یا بالاتر از ۵۰ درصد، داشتن ظرفیت عملکردی (FCE)^۴ برابر یا بالاتر از ۷ مت، عدم مشکلات ارتوپدی، عدم استعمال دخانیات و عدم مصرف مشروبات الکلی بود. بر این اساس، افراد واجد شرایط به شکل تصادفی و با توجه به در دسترس بودن (آزمودنی‌هایی که شهرستانی بوده یا دارای مشغله کاری بوده و شرایط شرکت در تمرینات منظم را نداشتند، در گروه کنترل قرار گرفتند) در گروه‌ها تقسیم بندی شدند.

برای اجرای پژوهش، مراحل زیر اجرا شد:

- ست آپ سیستم: برای اجرای آزمون دستگاه سونوگرافی در محلی مناسب نسبت به تختی که قرار است آزمودنی‌ها روی آن دراز بکشند قرار گرفته و کالیبره و شرایط محیط برگزاری آزمون از قبیل نور، دما، سکوت و... کنترل شد. هر آزمودنی ده دقیقه در حالت درازکش و به صورت ریلکس قرار گرفته و سپس اندازه‌گیری انجام شد، برای بالا بردن دقت سه بار از هر آزمودنی تست گرفته و میانگین ثبت شد.

- آماده‌سازی آزمودنی‌ها: نوع و شدت بیماری افراد از طریق معاینه توسط پزشک حاضر در کلینیک تشخیص داده شد. افراد با پر کردن پرسش‌نامه، اطلاعات فردی و سلامت فیزیولوژیکی خود را در اختیار محقق قرار دادند. توضیحات کاملی در رابطه با هدف پژوهش، روش انجام آن و محرمانه بودن اطلاعات به آزمودنی‌ها ارائه شد و رضایت‌نامه جهت اعلام موافقت آزمودنی‌ها برای شرکت در پژوهش اخذ و تمام تست‌ها در بیمارستان مرکز قلب تهران انجام شد.

- اجرای آزمون: آزمودنی‌ها (بیماران آنژیوپلاستی عروق کرونر) پس از مراجعه به پزشک متخصص قلب و عروق و تأیید پزشک جهت شرکت در پژوهش، برای انجام آزمایشات Pre-test به مرکز تصویربرداری (داپلر، اکو و تست ورزش) معرفی شدند. سپس بیماران برای شروع برنامه تمرینی که شامل یک دوره تمرین هوازی و موازی (هوازی مقاومتی) بود و زیر نظر پرستار (آشنا به مانیتورینگ) انجام می‌شد، به مرکز بازتوانی بیمارستان قلب تهران معرفی شدند.

1. Low risk
2. New York Heart Association Functional
3. Ejection fraction
4. Functional capacity

اساس دستورالعمل استاندارد ACSM، در گروه تمرین هوازی، بیماران با توجه به پروتکل تمرین هوازی زیربیشینه که به مدت هشت هفته، هفته‌ای سه جلسه و هر جلسه به مدت چهار دقیقه با دستگاه‌های تردمیل، ارگومتر بازویی و دوچرخه کارسج انجام شد و بیماران در هر جلسه پس از گرم کردن بدن، ابتدا با دستگاه تردمیل به مدت ده تا بیست دقیقه و با شدت ۶۰ درصد ضربان قلب ذخیره بر اساس فرمول کارونن [۱۶] که با سرعت حداکثر پنج کیلومتر بر ساعت در ابتدای دوره و در ادامه جلسات تمرین به ۸۰ درصد ضربان قلب ذخیره و با سرعت حداکثر ۹/۵ کیلومتر بر ساعت افزایش یافت، به فعالیت پرداختند و سپس با دستگاه ارگومتر بازویی و دوچرخه ثابت هر کدام به ترتیب به مدت هشت تا ده دقیقه و با شدت پنجاه وات و در ادامه جلسات به شدت هشتاد وات افزایش یافت، به تمرین خود ادامه دادند.

در گروه تمرین موازی، بیماران به صورت ترکیبی، ۷۰ درصد تمرین هوازی و ۳۰ درصد تمرین مقاومتی در هفته داشتند. ابتدا بیماران با توجه به پروتکل تمرین هوازی زیربیشینه که در بالا به آن اشاره شد به تمرین پرداخته و سپس تمرین مقاومتی را دو بار در هفته به مدت بیست دقیقه به ترتیب با چهار دستگاه اداکتور ران، پرس سینه نشسته، اکستنسور پا و شکم انجام دادند. شدت این تمرینات در ابتدا با ۴۰ تا ۵۰ درصد 1RM و در ادامه با ۶۰ تا ۷۰ درصد 1RM و با هشت الی دوازده تکرار در دو تا سه ست انجام شد [۱۷]. جهت تعیین یک تکرار بیشینه از روش غیرمستقیم و فرمول برزینسکی استفاده شد [۱۸].

در طول اجرای تمرینات ضربان قلب بیماران از طریق مسئولین مربوطه مرتب پایش و بررسی شد تا در صورت لزوم اگر فشار تمرین برای بیمار بیش از حد مطلوب بوده و احتمال آسیب به بیمار وجود داشت، در جهت توقف یا کاهش فعالیت اقدام شود. همچنین شدت تمرینات بعد از هر تمرین هوازی مقاومتی بر اساس مقیاس بورگ ارزیابی و در صورت بالا بودن شدت تمرین، میزان آن در جلسه بعد ثابت نگه داشته می‌شد. به همه گروه‌ها علاوه بر توصیه‌های تغذیه‌ای، توصیه به سه روز پیاده‌روی در هفته شد.

روش‌های آماری

در این پژوهش از میانگین و انحراف استاندارد برای توصیف داده‌ها، از آزمون کولموگروف اسمیرنوف برای بررسی توزیع داده‌ها، با توجه به تعداد گروه‌ها برای آزمون فرضیات جهت متغیرهایی که به لحاظ توزیع، غیرنرمال بودند از آزمون غیرپارامتری کروسکال والیس^۹ استفاده شد. همچنین آزمون تعقیبی مقایسه دوتایی گروه‌ها برای این متغیرها، با استفاده از آزمون یومن ویتنی صورت گرفت. برای متغیرها با توزیع نرمال از آزمون تحلیل واریانس یک

پس از طی هشت هفته تمرین به منظور بررسی اثرات کوتاه‌مدت تمرین بر پارامترهای مورد نظر، Post-test گرفته شد. یک روز قبل از شروع برنامه تمرینی با هماهنگی ایجاد شده توسط محقق با آزمودنی‌ها با دستگاه فشارسنج، فشارخون گرفته و برای تعیین شاخص توده بدن^۵، قد و وزن اندازه‌گیری شد. برای تعیین جریان خون سیستولیک و دیاستولیک، فشار خون سیستولیک و دیاستولیک در شریان فمورال (از قسمت کامن^۶ فمورال با پروب خمیده^۷ در فرکانس پنج مگاهرتز)، آزمودنی‌ها تحت امواج دستگاه اولتراسوند داپلر و داپلکس قرار گرفتند، ظرفیت عملکردی، کسر تخلیه‌ای جهت ورود بیماران به تحقیق به‌عنوان گروه کم‌خطر با اکوکاردیوگرافی و انجام تست ورزش اندازه‌گیری و اطلاعات حاصل ثبت شد. از طریق داده‌های میانگین سرعت جریان خون در شریان‌ها و فرمول‌های موجود، فاکتورهای دیگر موجود محاسبه شد.

آزمودنی‌های گروه‌های تجربی به صورت جداگانه به مدت هشت هفته و هر هفته سه جلسه با شدت و زمان معین طی برنامه تمرینی هر فرد به تمرین پرداختند. در این دوره، قبل و بعد از انجام تمرین در هر جلسه تعداد ضربان و فشار خون برآکیال ثبت شد. بعد از پایان هشت هفته برنامه تمرینی پارامترهایی که قبلاً ذکر شد، مجدداً از همه نود آزمودنی اندازه‌گیری انجام شد.

• تست ورزش: به بیماران توصیه شد سه ساعت قبل از زمان تعیین‌شده جهت انجام آزمون، از خوردن غذاهای سنگین خودداری کنند. همچنین از همه بیماران خواسته شد داروهای قلبی خود را مصرف نکنند. پروتکل تست ورزش بروس اصلاح شده بود. آزمون بدین صورت انجام شد که بعد از ورود بیمار به اتاق آزمون، دوازده اشتقاق مربوط به ارزیابی نوار قلب بیمار بر روی سینه نصب شد و کابل‌های مربوطه در جای مخصوص به خود نصب شد. سپس بیمار به روی تردمیل فراخوانده شد و با اجرا کردن برنامه از طریق رایانه متصل به تردمیل مراحل آزمون طبق پروتکل آغاز شد. از بیمار خواسته شد تا هنگام تست ورزش در صورت بروز درد در ناحیه سینه یا در اندام و تنگی نفس این موضوع را گزارش دهد.

علاوه بر این، در انتهای هر مرحله از آزمون فشارخون بیمار از طریق دستگاه فشار خون اندازه‌گیری و EKG^۸ بیمار ثبت شد تا در صورت بروز هرگونه مشکل اعم از افت قطعه ST، معکوس شدن موج T و همچنین وجود اختلال در ریتم ضربان، درد در ناحیه سینه، درد در اندام، خستگی عمومی و... آزمون قطع می‌شد و دلیل قطع شدن تست روی گزارش آزمون ذکر شد.

• پروتکل تمرین: بیماران شرکت‌کننده در این پروتکل بر

5. Body Mass Index
6. Common Femoral Artery
7. Curvilinear Probe
8. Electrocardiogram

9. One rep maximum
10. Kruskal-wallis

تصویر ۱. میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های جمعیت‌شناختی بیماران PCI در سه گروه آزمایش (تمرین هوازی، تمرین موازی) و کنترل

شریانی^{۱۴}، هر سه گروه به تفکیک آورده شده است. مشخصات جمعیت‌شناختی همه بیماران در تصویر شماره ۱ آمده است. نتایج آزمون کولموگروف اسمیرنف نشان داد که گروه‌ها از لحاظ ویژگی‌های جمعیت‌شناختی با یکدیگر همگن هستند و داده‌ها از توزیع نرمالی برخوردار هستند ($P \geq 0.05$).

نتایج آمار توصیفی متغیرهای منتخب بیومکانیک خون متعاقب اعمال تمرین هوازی و موازی نشان‌دهنده اختلاف میانگین‌های مقادیر پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون در گروه‌های تمرین هوازی، تمرین موازی و کنترل به ترتیب در جدول شماره ۱ گزارش شد.

در رابطه با متغیرهای منتخب بیومکانیک خون، نتایج آزمون مقایسه‌ی درون‌گروهی نشان‌دهنده تفاوت معنادار در متغیر فشارخون دیاستولی فمورال چپ بین گروه‌ها بود ($P=0.004$) (جدول شماره ۲). نتایج آزمون مقایسه بین‌گروهی نشان‌دهنده

طرفه استفاده شد. برای این منظور، ابتدا آزمون لوین برای بررسی همگن بودن واریانس گروه‌ها انجام شد. برای متغیرهای دارای تجانس واریانس از مقادیر اصلی F و برای آزمون تعقیبی نیز از آزمون توکی استفاده شد. برای متغیرها با عدم تجانس واریانس از مقادیر آماره ولچ^{۱۱} استفاده شد. در این متغیرها جهت آزمون تعقیبی از آزمون تام‌هانی^{۱۲} استفاده شد. همه محاسبات آماری به وسیله نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ و در سطح معناداری ۰/۰۵ انجام گرفت.

یافته‌ها

در تصویر شماره ۱ مشخصات اولیه آزمودنی‌ها مانند سن، قد، وزن، ضربان قلب استراحتی و بیشینه^{۱۳}، فشار متوسط

11. Welch
12. Tamhane's T2
13. Rest HR and Max HR

14. SBP and DBP

جدول ۱. نتایج آمار توصیفی متغیرهای منتخب بیومکانیک خون، متعاقب اعمال تمرین در گروه‌های آزمایش و کنترل

متغیر	مرحله آزمون	میانگین $\pm$ انحراف معیار	
		تمرین هوازی	تمرین موازی
فشار خون سیستولیک فمورال راست (میلی متر جیوه)	پیش آزمون	۲/۶۳ $\pm$ ۱/۲۰	۲/۹۷ $\pm$ ۱/۹۵
	پس آزمون	۲/۷۳ $\pm$ ۱/۶۲	۳/۱۸ $\pm$ ۱/۹۳
فشار خون دیاستولیک فمورال راست (میلی متر جیوه)	پیش آزمون	۰/۹ $\pm$ ۰/۰۸	۰/۱ $\pm$ ۰/۰۷
	پس آزمون	۰/۰۸ $\pm$ ۰/۰۷	۰/۰۷ $\pm$ ۰/۰۴
فشار خون سیستولیک فمورال چپ (میلی متر جیوه)	پیش آزمون	۲/۹۵ $\pm$ ۱/۹۰	۳/۶۴ $\pm$ ۲/۰۱
	پس آزمون	۲/۸ $\pm$ ۱/۰۲	۳/۳۷ $\pm$ ۱/۵۸
فشار خون دیاستولیک فمورال چپ (میلی متر جیوه)	پیش آزمون	۰/۰۹ $\pm$ ۰/۰۶	۰/۰۱ $\pm$ ۰/۰۷
	پس آزمون	۰/۰۸ $\pm$ ۰/۰۶	۰/۰۹ $\pm$ ۰/۰۵
سرعت جریان خون در فاز سیستول فمورال راست (سانتی متر بر ثانیه)	پیش آزمون	۷۹/۵۷ $\pm$ ۱۸/۱۶	۸۴/۱۸ $\pm$ ۲۲/۶۹
	پس آزمون	۷۷/۸۱ $\pm$ ۱۴/۵	۸۲/۶۲ $\pm$ ۱۵/۸۲
سرعت جریان خون در فاز دیاستول فمورال راست (سانتی متر بر ثانیه)	پیش آزمون	۱۴/۳۵ $\pm$ ۴/۸۴	۱۳/۹۲ $\pm$ ۵/۲۳
	پس آزمون	۱۲/۷۷ $\pm$ ۳/۸۸	۱۲/۶ $\pm$ ۳/۹۲
سرعت جریان خون در فاز سیستول فمورال چپ (سانتی متر بر ثانیه)	پیش آزمون	۸۲/۰۱ $\pm$ ۲۳/۸۸	۹۱/۳۵ $\pm$ ۲۴/۷۴
	پس آزمون	۸۲/۹۲ $\pm$ ۱۵/۴۱	۸۵/۷۳ $\pm$ ۱۵/۷۶
سرعت جریان خون در فاز دیاستول فمورال چپ (سانتی متر بر ثانیه)	پیش آزمون	۱۳/۲۹ $\pm$ ۵/۲۳	۱۴/۳۶ $\pm$ ۵/۸۵
	پس آزمون	۱۳/۶۶ $\pm$ ۴/۵۶	۱۳/۸۵ $\pm$ ۴/۶
شدت جریان خون فمورال راست (ml/s)	پیش آزمون	۲۳۹/۲۷ $\pm$ ۷۳/۱۴	۲۱۸/۲۳ $\pm$ ۸۵/۸۲
	پس آزمون	۲۳۳/۲ $\pm$ ۵۹/۲	۲۳۷/۱ $\pm$ ۶۲/۹۶
شدت جریان خون فمورال چپ (ml/s)	پیش آزمون	۲۳۷/۵۷ $\pm$ ۸۷/۵۳	۲۳۶/۸۹ $\pm$ ۸۶/۱۷
	پس آزمون	۲۵۱/۳۵ $\pm$ ۷۴/۹۵	۲۵۹/۹۹ $\pm$ ۸۹/۱۵

طب توانبخش

معنادار در متغیرهای سرعت جریان خون در فاز دیاستول فمورال چپ ($P=0/02$) و فشار خون در فاز سیستول فمورال چپ ($P=0/01$) متعاقب اعمال تمرین بین دو گروه تمرین هوازی و کنترل بود و در متغیرهای سرعت جریان خون در فاز سیستول ($P=0/05$) و دیاستول فمورال چپ ($P=0/06$) و فشار خون در فاز سیستول فمورال چپ ($P=0/05$) متعاقب اعمال تمرین بین دو گروه تمرین موازی و کنترل بود. همچنین با مقایسه تأثیر دو شیوه تمرین بر متغیرهای منتخب بیومکانیک خون مشاهده شد که بین دو شیوه تمرین هوازی و موازی بر متغیرهای منتخب بیومکانیک خون تفاوت معناداری وجود ندارد (جدول شماره ۴).

تفاوت معنادار در متغیر فشارخون دیاستولی فمورال چپ بین گروه تمرین هوازی و کنترل ($P=0/07$) و بین گروه تمرین موازی و کنترل ($P=0/03$) بود، اما بین دو شیوه تمرین هوازی و موازی تفاوت معناداری مشاهده نشد. همچنین نتایج آزمون مقایسه‌ی درون گروهی نشان‌دهنده تفاوت معناداری در متغیرهای سرعت جریان خون در فاز سیستول ($P=0/06$) و دیاستول فمورال چپ ($P=0/05$) بین گروه‌ها بود، ولی در متغیر فشار خون سیستولی فمورال چپ بین گروه‌ها تفاوت معناداری گزارش نشد ($P=0/01$) (جدول شماره ۳).

آزمون تعقیبی جهت مقایسه بین گروهی نشان‌دهنده تفاوت

جدول ۲. آزمون ناپارامتریک کروسکال والیس. مقایسه درون گروهی تأثیر تمرین بر متغیرهای بیومکانیک خون

متغیر	مجدور کای	درجه آزادی	اندازه اثر	سطح معناداری
فشار خون سیستولی فمورال راست	۰/۳۴	۲	۰/۲۷	۰/۸۴
فشار خون دیاستولی فمورال راست	۵/۱۰	۲	۰/۴۸	۰/۰۷
فشار خون دیاستولی فمورال چپ	۱۰/۹۸	۲	۰/۶۷	۰/۰۰*
سرعت جریان خون در فاز دیاستول فمورال راست	۴/۸۸	۲	۰/۳۷	۰/۰۸

* تفاوت معناداری در سطح $P \leq 0/05$

طب توانبخش

بحث

هدف تحقیق حاضر، بررسی تأثیر دو شیوه تمرین هوازی و موازی (هوازی مقاومتی) بر متغیرهای منتخب بیومکانیک خون (سرعت جریان خون و فشار خون در دو فاز سیستول و دیاستول، شدت جریان خون) بر شریان فمورال دوطرفه در بیماران (زنان و مردان) ۴۰ تا ۶۵ سال، پس از آنژیوپلاستی عروق کرونر بود؛ بنابراین در این مطالعه به بررسی برخی از تغییرات مشاهده شده ناشی از تمرینات توانبخشی قلب بر متغیرهای منتخب بیومکانیک خون در بیماران قلبی عروقی پرداختیم.

مطالعه روی پارامترهای بیومکانیکی خون شامل فشار خون سیستول و دیاستولی شریان فمورال دوطرفه، سرعت جریان خون در فاز سیستول و دیاستول و شدت جریان خون در شریان فمورال دوطرفه در گروه تمرین هوازی نشان داد که هشت هفته تمرین هوازی بر مقادیر فشار خون سیستولی و دیاستولی فمورال چپ (با کاهش همراه بود) و سرعت جریان خون در فاز دیاستول فمورال چپ (با افزایش همراه بود) تأثیرگذار است. نتایج تحقیق ما با مطالعات محمد آملی و همکاران در متغیر سرعت جریان خون ناهمخوانی داشت [۱۲] که می‌تواند ناشی از سن آزمودنی‌ها، ورزشکار بودن و نیز افزایش سفتی شریان در آن‌ها به دلیل ماهیت ورزش انجام شده، باشد. نتایج تحقیق با نتایج مطالعات تاناکا و همکاران، سیگر و همکاران، کولیر و همکاران، تایجیسن و همکاران و هامبرجت و همکاران همخوانی داشت [۱۹-۲۳].

همچنین مطالعات روی پارامترهای بیومکانیکی خون نشان می‌دهد که تغییر در سرعت و شدت جریان می‌تواند بر خصوصیات رگ، به‌ویژه در نواحی خاص مانند شریان کاروتید، بازویی و رانی که در اثر آترواسکلروسیس دچار افزایش ضخامت شده‌اند، تأثیرگذار باشد [۸]. در مطالعات نشان داده شده است که ورزش مداوم فعالیت عصب سمپاتیک را کم کرده و در نتیجه باعث کاهش فشار خون می‌شود. همچنین تغییر در سرعت جریان خون می‌تواند بر خصوصیات رگ، به‌ویژه در نواحی خاصی مانند شریان کاروتید که در اثر آترواسکلروز دچار افزایش ضخامت شده‌اند، تأثیرگذار باشد [۸].

همچنین مطالعه روی پارامترهای بیومکانیکی خون شامل فشار خون سیستول و دیاستولی شریان فمورال دوطرفه، سرعت جریان خون در فاز سیستول و دیاستول و شدت جریان خون در شریان فمورال دوطرفه در گروه تمرین موازی نشان داد که هشت هفته تمرین موازی بر مقادیر فشار خون در فاز سیستول فمورال چپ (با کاهش همراه بود) و در فاز دیاستول فمورال چپ (با افزایش همراه بود) و سرعت جریان خون در فاز سیستول و دیاستول چپ (با کاهش همراه بود) تأثیرگذار است. در رابطه با تأثیرگذاری تمرینات هوازی مقاومتی نتایج تحقیق با نتایج تحقیق شرودر و همکاران در رابطه با کاهش فشار خون سیستولی همخوانی داشت [۲۴].

پارک و همکاران، تأثیر ۲۴ هفته تمرین هوازی و قدرتی بر ضخامت شریان کاروتید و سرعت جریان در پنجاه زن سالخورده

جدول ۳. آزمون پارامتریک ولج. مقایسه درون گروهی تأثیر تمرین بر متغیرهای منتخب بیومکانیک خون

متغیر	F	اندازه اثر	سطح معناداری
سرعت جریان خون فاز سیستول فمورال راست	۰/۶۲	۰/۲	۰/۵۴
سرعت جریان خون فاز سیستول فمورال چپ	۵/۳۶	۰/۶	۰/۰۰*
سرعت جریان خون فاز دیاستول فمورال چپ	۵/۶۷	۰/۶۲	۰/۰۰*
شدت جریان خون فمورال چپ	۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۹۱
فشار خون سیستولی فمورال چپ	۶/۴۱	۰/۶۶	۰/۰۰*
شدت جریان خون فمورال راست	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۴۹

* تفاوت معناداری در سطح $P \leq 0/05$

طب توانبخش

جدول ۴. مقایسه بین گروهی تأثیر تمرین بر متغیرهای منتخب بیومکانیک خون

متغیر	آزمون	گروه	خطای استاندارد	سطح معناداری
فشار خون دیاستولی فمورال چپ	یومن ویتنی	تمرین هوازی کنترل	-۲/۶۷	۰/۰۰*
		تمرین هوازی کنترل	-۳/۰۲	۰/۰۰*
		تمرین هوازی تمرین هوازی	-۰/۳۱۲	۰/۷۵
سرعت جریان خون فاز سیستول فمورال چپ	توکی	تمرین هوازی کنترل	۶/۶۹	۰/۰۷
		تمرین هوازی کنترل	۶/۶۹	۰/۰۰*
		تمرین هوازی تمرین هوازی	۶/۶۹	۰/۵۹
سرعت جریان خون فاز دیاستول فمورال چپ	توکی	تمرین هوازی کنترل	۱/۵۷	۰/۰۲*
		تمرین هوازی کنترل	۱/۵۷	۰/۰۰*
		تمرین هوازی تمرین هوازی	۱/۵۷	۰/۸۴
فشار خون سیستولی فمورال چپ	تام هانی	تمرین هوازی کنترل	۰/۵۵	۰/۰۱*
		تمرین هوازی کنترل	۰/۵۴	۰/۰۰*
		تمرین هوازی تمرین هوازی	۰/۵۰	۰/۹۹

* تفاوت معناداری در سطح $P \leq 0.05$

طب توانبخشی

او کاموتو و همکاران با مطالعه ترکیب هشت هفته تمرین هوازی و مقاومتی مشاهده کردند که این تمرین باعث افزایش معنادار سرعت و شدت جریان خون شریان براکیال مردان و زنان جوان و سالم شده است که در رابطه با متغیر سرعت جریان خون با یافته‌های ما هم‌خوانی ندارد که می‌تواند ناشی از سن، شدت تمرین و به طور کلی پروتکل تمرینی مورد استفاده باشد [۲۵].

سلیگ و همکاران با انجام تمرین مقاومتی روی بیماران با نارسایی احتقانی قلب^{۱۶} بیان داشتند که سه ماه تمرین ورزشی باعث افزایش معنادار سرعت جریان خون استراحتی در شریان ساعد بیماران زن و مرد سالمند شده است که این با نتایج تحقیق ما ناهم‌خوان است [۲۶] و می‌تواند ناشی از مصرف دارو، رژیم غذایی و نوع بیماری باشد که خود به خود با افزایش فشار خون و در نتیجه افزایش سرعت جریان خون همراه است. از طرف دیگر، افزایش سطح مقطع در شریان یکی دیگر از علل افزایش شدت جریان خون است.

درباره کاهش فشار خون سیستول و دیاستولی در شریان فمورال متعاقب تمرین هوازی و کاهش فشارخون سیستولی و افزایش فشار خون دیاستولی در شریان فمورال متعاقب تمرین هوازی باید گفت که متأسفانه تاکنون تحقیقات متمرکز در رابطه با شریان فمورال و به‌ویژه فشار خون سیستول و دیاستولی فمورال به دست نیامده است. عاطفه شکرالله نیا و همکاران، تأثیر تمرین قدرتی و برنامه بازتوانی قلبی بر پارامترهای بیومکانیکی سرعت و شدت جریان خون و ارتباط آن با سختی رگ در عروق

مبتلا به چاقی سارکوپنیک^{۱۵} بررسی کردند. نتایج نشان داد که ۲۴ هفته تمرین ترکیبی به طور مؤثر باعث کاهش ضخامت اینتیمای مدیا شریان کاروتید و افزایش سرعت جریان کاروتید و نسبت برشی دیواره می‌شود. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیق ما در رابطه با سرعت جریان خون در شریان فمورال که مدنظر ما بود، هم‌خوانی نداشت که این تفاوت می‌تواند ناشی از مدت زمان تمرین و شریان مورد بررسی باشد [۱۳].

استبینگ و همکاران با مطالعه اثر هشت تمرین مقاومتی روی اندام تحتانی ۲۱ آزمودنی جوان و سالم (یازده مرد و ده زن) نشان دادند که این تمرینات باعث افزایش معناداری در قطر استراحتی و سرعت جریان خون در شریان‌های کاروتید و فمورال شده است که با نتایج تحقیق ما در سرعت جریان خون هم‌خوانی ندارد و می‌تواند ناشی از سن آزمودنی‌ها و شدت پروتکل تمرینی مورد استفاده و نیز نوع شریان مورد بررسی باشد [۱۴].

کولیر و همکاران با مطالعه چهار هفته تمرین مقاومتی روی بیماران با فشار خون بالا به این نتیجه دست یافتند که سرعت و شدت جریان خون در شریان مرکزی در این گروه از بیماران افزایش معناداری داشت که در رابطه با متغیر سرعت جریان خون با یافته‌های ما هم‌خوانی ندارد [۲۱] که می‌تواند ناشی از نوع بیماری و داروهای مصرفی و نیز تفاوت پروتکل تمرینی باشد و بهتر بود تا تغییرات فشار سیستول و دیاستول تحقیق ذکر شده را نیز داشتیم تا مقایسه دقیق‌تری از نتایج آن با تحقیق ما بر این اساس انجام می‌شد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

اصول اخلاقی تماماً در این مقاله رعایت شده است. شرکت کنندگان اجازه داشتند هر زمان که مایل بودند از پژوهش خارج شوند. همچنین همه شرکت کنندگان در جریان روند پژوهش بودند. اطلاعات آن‌ها محرمانه نگه داشته شد.

حامی مالی

این مقاله برگرفته از رساله دکترای نویسنده اول در گروه فیزیولوژی و بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران است.

مشارکت نویسندگان

مفهوم پردازی، نظارت، گردآوری اطلاعات: حیدر صادقی؛ روش شناسی: معصومه باغبان؛ بررسی، نگارش - پیش نویس اصلی، و نگارش - بررسی و ویرایش: همه نویسندگان؛ تجزیه و تحلیل داده‌ها: حیدر صادقی و معصومه باغبان.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

بازویی و رانی را در بیماران پیوند عروق کرونری بررسی کردند.

یافته‌ها نشان داد تغییرات معناداری در میزان اختلاف میانگین قطر سیستول و دیاستول شریان رانی و بازویی، سرعت جریان سیستول و دیاستولی شریان بازویی و رانی، فشار خون سیستول و دیاستول در گروه آزمایش وجود داشت، شاخص سختی رگ و شدت جریان خون بیماران گروه آزمایش در شریان‌ها تغییر معناداری نداشت. نتایج به دست آمده با نتایج تحقیق ما در گروه موازی هم خوانی داشت [۲۷].

محققین ثابت کرده‌اند که سفت‌شدگی شریان‌های بزرگ می‌تواند علت یا معلول فشار خون باشد [۲۸، ۲۹] نیز پیش‌بینی می‌شود که بتوان از این شاخص فیزیکی میزان رشد بیماری آترواسکلروز را تخمین زد [۳۰]. مطالعات نشان می‌دهد افزایش سفتی شریان با سن به صورت پیوسته و مشابه در مردان و زنان است. وجود ریسک فاکتورها از قبیل افزایش فشار خون، افزایش چربی خون، بیماری دیابت نوع دو و بیماری‌های کلیوی موجب افزایش سفتی شریان می‌شود [۳۱].

مطالعه روی پارامترهای منتخب بیومکانیک خون نشان داد که بین دو گروه هوازی و موازی در متغیرهای منتخب بیومکانیک خون تفاوت معناداری مشاهده نشد، ولی با تفاوت به میزان تأثیر در هریک از دو شیوه تمرین می‌توان این‌گونه برداشت کرد که به دلیل شدت تمرینات مقاومتی و غالب بودن تمرین هوازی در پروتکل تمرین موازی بدلائل شرایط خاص افراد که بیماران قلبی بودند، نوع تمرین و استفاده از تمرینات مقاومتی بیشتر توانست با ایجاد تفاوت در سختی شریان و کاهش انعطاف‌پذیری نسبت به تمرین هوازی باعث تغییر در فشار خون دیاستولی شود.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که ورزش هوازی با افزایش اندازه قطر عروق و کاهش ضریب قلب، به کاهش فشار خون شریانی و به تبع آن افزایش سرعت و شدت جریان خون منجر می‌شود. با توجه به اهمیت تمرین مقاومتی در کنار تمرین هوازی (که روی ضخامت و مقاومت عروق و نسبت کلارژن به الاستین بافت عروق تأثیر گذار است)، افزایش فشار خون دیاستولی فمورال چپ و کاهش فشار خون سیستولی فمورال راست و کاهش سرعت جریان خون مشاهده شد. در رابطه با افزایش فشار خون دیاستولی در شریان فمورال راست متعاقب اجرای تمرینات مقاومتی، می‌توان آن را متأثر از نقش اندام برتر در اعمال فشار هنگام تمرین مقاومتی دانست که برای تحقیقات آینده، جایی کار بیشتری روی نقش اندام برتر در این نوع تمرینات وجود دارد. همچنین به عنوان توصیه در راستای بهبود متغیرهای بیومکانیک خون در افراد میانسال پس از آنژیوپلاستی عروق کرونر انجام تمرین هوازی مناسب‌تر از تمرین موازی (هوازی مقاومتی) به نظر می‌رسد.

References

- [1] Lea CS, Gordon NP, Prebil LA, Eremam R, Uratsu CS, Powell M. Differences in reproductive risk factors for breast cancer in middle-aged women in Marin County, California and a sociodemographically similar area of Northern California. *BMC Women's Health*. 2009; 9:6. [DOI:10.1186/1472-6874-9-6] [PMID] [PMCID]
- [2] Golyan Tehrani S, Ghobadizadeh M, Arastou M. [Promoting health status of menopausal women by educating self care strategies (Persian)]. *Journal of Hayat*. 2007; 13(3):67-75. <https://hayat.tums.ac.ir/article-1-172-en.html>
- [3] Golbidi S, Laher I. Exercise and the cardiovascular system. *Cardiology Research and Practice*. 2012; 2012:210852. [DOI:10.1155/2012/210852] [PMID] [PMCID]
- [4] Thompson PD. Historical concepts of the athlete's heart. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2004; 36(3):363-70. [DOI:10.1249/01.mss.0000117117.67849.f6] [PMID]
- [5] Prior BM, Lloyd PG, Yang H, Terjung RL. Exercise-induced vascular remodeling. *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 2003; 31(1):26-33. [DOI:10.1097/00003677-200301000-00006] [PMID]
- [6] Naghibi S, Kordi MR, Maleki MJ, Yarmohammadi M. Effect of concurrent training on hemodynamic responses in male patients with coronary artery disease. *Archives of Rehabilitation*. 2007; 8(4):6-11. https://rehabilitationj.uswr.ac.ir/browse.php?a_id=195&sid=1&slc_lang=en&ftxt=1
- [7] Heffernan KS, Fahs CA, Iwamoto GA, Jae SY, Wilund KR, Woods JA, et al. Resistance exercise training reduces central blood pressure and improves microvascular function in African American and white men. *Atherosclerosis*. 2009; 207(1):220-6. [DOI:10.1016/j.atherosclerosis.2009.03.043] [PMID]
- [8] Järhult SJ. Hyperemic brachial artery blood flow velocity [PhD. Dissertation]. Sweden: Acta Universitatis Upsalensis; 2010. <https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:359636>
- [9] 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]
- [10] Skrabal F. [Arterial elasticity, arterial hypertension and antihypertensive therapy (German)]. *Wiener Medizinische Wochenschrift*. 2004; 154(1-2):24-6. [DOI:10.1007/s10354-004-0006-y] [PMID]
- [11] Ahlgren AR, Astrand H, Sandgren T, Vernersson E, Sonesson B, Länne T. Dynamic behaviour of the common femoral artery: Age and gender of minor importance. *Ultrasound in Medicine & Biology*. 2001; 27(2):181-8. [DOI:10.1016/S0301-5629(00)00339-2]
- [12] Mohammad Amoli S, Sadeghi H, Mokhtari M, Rajabi H. [Comparison of selected blood hemodynamic variables and carotid artery structure of non-athletic young men with basketball elite players by ultrasound imaging method (Persian)]. *Studies in Sport Medicine*. 2019; 11(25):143-58. [DOI:10.22089/SMJ.2019.7349.1371]
- [13] Park J, Kwon Y, Park H. Effects of 24-week aerobic and resistance training on carotid artery intima-media thickness and flow velocity in elderly women with sarcopenic obesity. *Journal of Atherosclerosis and Thrombosis*. 2017; 24(11):1117-24. [DOI:10.5551/jat.39065] [PMID] [PMCID]
- [14] Stebbings GK, Morse CI, McMahon GE, Onambele GL. Resting arterial diameter and blood flow changes with resistance training and detraining in healthy young individuals. *Journal of Athletic Training*. 2013; 48(2):209-19. [DOI:10.4085/1062-6050-48.1.17] [PMID] [PMCID]
- [15] Ozcan H, Oztekin P, Zergeroglu AM, Ersöz G, Fiçıcılar H, Ustüner E. Doppler ultrasound evaluation of the structural and hemodynamic changes in the brachial artery following two different exercise protocols. *Diagnostic and Interventional Radiology*. 2006; 12(2):80-4. [PMID]
- [16] Zakavi I, Karimian A, Isazadeh R, Bahadoram M, Salehiniya H, Mohammadian-Hafshejani A, et al. Effect of aquatic extract of *ferulago angulata* boiss with aerobic exercises on serum levels of interleukin-10 and c-reactive protein of obese males. *Crescent Journal of Medical and Biological Sciences*. 2018; 5(4):320-6. <http://eprints.skums.ac.ir/7348/>
- [17] American College Of Sports Medicine. ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription. 10th ed. Philadelphia; Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins; 2017. <https://voyagercatalog.kumc.edu/Record/237091/TOC>
- [18] Brzycki M. Strength testing-predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*. 1993; 64(1):88-90. [DOI:10.1080/07303084.1993.10606684]
- [19] Tanaka M, Sugawara M, Niki K, Kodera H, Izumi T. Effects of moderate short-term intermittent aerobic exercise on arterial stiffness-evaluation by stiffness parameter and pressure-strain elastic modulus. In: Jobbágy A, editor. 5th European Conference of the International Federation for Medical and Biological Engineering. 2011 September 14-18, Budapest, Hungary. [DOI:10.1007/978-3-642-23508-5_111]
- [20] Seeger J, Thijssen D, Noordam K, Cranen M, Hopman M, Nijhuis-van der Sanden M. Exercise training improves physical fitness and vascular function in children with type 1 diabetes. *Diabetes, Obesity and Metabolism*. 2011; 13(4):382-4. [DOI:10.1111/j.1463-1326.2011.01361.x] [PMID]
- [21] Collier SR, Frechette V, Sandberg K, Schafer P, Ji H, Smulyan H, et al. Sex differences in resting hemodynamics and arterial stiffness following 4 weeks of resistance versus aerobic exercise training in individuals with pre-hypertension to stage 1 hypertension. *Biology of Sex Differences*. 2011; 2(1):9. [DOI:10.1186/2042-6410-2-9] [PMID] [PMCID]
- [22] Thijssen DH, Maiorana AJ, O'Driscoll G, Cable NT, Hopman MT, Green DJ. Impact of inactivity and exercise on the vasculature in humans. *European Journal of Applied Physiology*. 2010; 108(5):845-75. [DOI:10.1007/s00421-009-1260-x] [PMID] [PMCID]
- [23] Hambrecht R, Wolf A, Gielen S, Linke A, Hofer J, Erbs S, et al. Effect of exercise on coronary endothelial function in patients with coronary artery disease. *New England*

- Journal of Medicine. 2000; 342(7):454-60. [DOI:10.1056/NEJM200002173420702] [PMID]
- [24] Schroeder EC, Ranadive SM, Yan H, Lane-Cordova AD, Kappus RM, Cook MD, et al. Effect of acute maximal exercise on vasodilatory function and arterial stiffness in African-American and white adults. *Journal of Hypertension*. 2019; 37(6):1262-8. [DOI:10.1097/HJH.0000000000002049] [PMID] [PMCID]
- [25] Okamoto T, Masuhara M, Ikuta K. Combined aerobic and resistance training and vascular function: Effect of aerobic exercise before and after resistance training. *Journal of Applied Physiology*. 2007; 103(5):1655-61. [DOI:10.1152/jappphysiol.00327.2007] [PMID]
- [26] Selig SE, Carey MF, Menzies DG, Patterson J, Geerling RH, Williams AD, et al. Moderate-intensity resistance exercise training in patients with chronic heart failure improves strength, endurance, heart rate variability, and forearm blood flow. *Journal of Cardiac Failure*. 2004; 10(1):21-30. [DOI:10.1016/S1071-9164(03)00583-9]
- [27] Shokrallahniah-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. <http://rehabilitationj.uswr.ac.ir/article-1-1121-en.html>
- [28] Arnett DK, Claas SA, Glasser SP. Pharmacogenetics of antihypertensive treatment. *Vascular Pharmacology*. 2006; 44(2):107-18. [DOI:10.1016/j.vph.2005.09.010] [PMID]
- [29] Safar ME, London GM. Therapeutic studies and arterial stiffness in hypertension: Recommendations of the European Society of Hypertension. *Journal of Hypertension*. 2000; 18(11):1527-35. [DOI:10.1097/00004872-200018110-00001] [PMID]
- [30] Mokhtari-Dizaji M, Nikanjam N, Saberi H. Detection of initial symptoms of atherosclerosis using estimation of local static pressure by ultrasound. *Atherosclerosis*. 2005; 178(1):123-8. [DOI:10.1016/j.atherosclerosis.2004.08.008] [PMID]
- [31] Rahmani-Cherati T, Mokhtari-Dizaji M, Gity M. Association between atherosclerosis in carotid artery and elastic modulus of brachial artery. *The Journal of Tehran University Heart Center*. 2007; 2(1):15-9. [DOI:10.1016/S1567-5688(07)71503-9]
- [32] Samavat T, Hojjatzadeh A, Shams M. Ways to prevent and control cardiovascular diseases. Tehran: Ministry of Health. Treatment and Medical Education. Deputy Minister of Health; 2013.