SALMAND
IRANIAN JOURNAL OF AGEING

Autumn 2024. Vol 19. Issue 3

Research Paper

Effects of Resistance Training on Selected Hemodynamic and Functional Factors in Older Men

Sajad Karami[1], Hamid Rajabi[2]

1. Department of Physical Education and Sport Sciences, School of Physical Education and Sports Sciences, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran.
2. Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation Karami S, Rajabi H. [Effects of Resistance Training on Selected Hemodynamic and Functional Factors in Older Men (Persian)]. Iranian Journal of Ageing. 2024; 19(3):382-397. http://dx.doi.org/10.32598/sija.2024.2548.1

http://dx.doi.org/10.32598/sija.2024.2548.1

ABSTRACT

Objectives Changes in hemodynamic factors such as blood pressure, rate of pressure product (RPP) and flow mediated dilation (FMD), are the most important cardiovascular changes in older age. This study aims to investigate the effect of resistance training on some hemodynamic and functional factors in older men.

Methods & Materials In this quasi-experimental study, 24 older men were selected from among 100 older residents of Kahrizak Nursing Home in Alborz Province, Iran and were randomly divided into control and training groups. Before and after eight weeks of resistance training, mean blood pressure (MBP), RPP, FMD, hand grip strength and timed up & go (TUG) time were measured. The difference in the variables between the two groups was analyzed by independent and paired t-test using SPSS software version 25. The significance level was set at 0.05

Results The mean of age of participants was 67.75 years. Decreased MBP (P=0.027), increased FMD changes (P=0.022), decreased RPP (P=0.023), increased hand grip strength (P=0.019), and decreased TUG time (P=0.032) were reported in the training group.

Conclusion Resistance training can reduce the load on the cardiovascular system by improving hemodynamic factors and possibly prevent the occurrence of cardiovascular diseases related to older age. Therefore, resistance training with sufficient intensity can be considered as a supplement to aerobic training in old age.

Keywords Mean aortic pressures, Blood pressure, Hemodynamics, Resistance training, Older adults

Article Info:
Received: 30 Oct 2023
Accepted: 07 Jan 2024
Available Online: 01 Oct 2024

* *Corresponding Author:*
Sajad Karami, PhD.
Address: Department of Physical Education and Sport Sciences, School of Physical Education and Sports Sciences, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran.
Tel: +98 (912) 4162864
E-mail: karami.sp@gmail.com

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

Changes in hemodynamic factors, such as blood pressure, rate of pressure product (RPP) and flow mediated dilation (FMD), are the most important cardiovascular changes in old age. Aerobic exercise in the elderly with hypertension reduces systolic and diastolic blood pressures by 11 and 8 mm Hg, respectively [4]. On the other hand, older adults are unable to do long-term aerobic exercises due to low physical strength or chronic diseases. It is possible that resistance training can improve the strength and mass of skeletal muscle, physical performance, and balance and prevent diseases related to aging and be an effective non-pharmacological method in the treatment of hypertension in the elderly [8]. Resistance training can be a supplement to aerobic exercise for the treatment, control or prevention of hypertension [9]. This study aims to investigate the effect of resistance training on some hemodynamic and functional factors in older men.

Methods

This is a quasi-experimental study. The study population included all older men over 65 years of age residing in Kahrizak Nursing Home in Alborz Province, Iran (n=100). Of these, 24 men were selected using convenience and purposive sampling methods and randomly divided into two groups of training (n=12) and control (n=12). They were asked to avoid any sports activity and consuming fatty and salty foods 24 hours before the start of the study. After anthropometric evaluations [17] before and after eight weeks of resistance training, FMD of the brachial artery, timed up & go test (TUG), hand grip strength test using a hand dynamometer, and maximum strength test were performed. Also, on the day of the test, systolic blood pressure, diastolic blood pressure, mean blood pressure (MBP), heart rate and RPP were measured. The resistance training protocol included seven movements for the front arm, back of the arm, front thigh, back of the leg, chest, head, and abdomen [14]. In the first two weeks, participants performed each movement in 4 set of 10 repetitions with an intensity of 45-50 % of one repetition maximum (1RM) for 40 minutes. At the end of each two weeks, 5% of 1RM was added to the training intensity. Independent t-test and paired t-test were used to examine the differences in the baseline and assess within-group changes in the pre-test and post-test stages.

Results

The results of the independent t-test showed no significant difference in the anthropometric characteristics between the two control and training groups at baseline. Within-group comparison by t-test indicated an increase in hand grip strength (P=0.028), a significant de-

Table 1. Mean scores of the study variables in the control and training groups

Group		Mean±SD		Independent Samples T-test			Paired Sample T-test		
		Control	Training	df	t	P	df	t	P
Hand grip Strength (kg)	Pre-test	16.17±4.55	16.45±2.17	1	0.40	0.78	11	0.801	0. 22
	Post-test	16.31±2.44	18.75±1.51	1	42.04	0.019#	11	1.50	0.028*
TUG (s)	Pre-test	7.24±2.8	6.45±4.2	1	5.71	0.114	11	0.731	0.24
	Post-test	7.35±3.2	5.60±3.2	1	18.32	0.032#	11	2.387	0.018*
MBP (mm Hg)	Pre-test	108.3±3.85	101.5±8.31	1	0.39	0.74	11	0.365	0.44
	Post-test	110.5±4.41	92.5±4.11	1	0.65	0.027#	11	0.475	0.033*
FMD (%)	Pre-test	5.19±1.55	6.12±2.21	1	0.60	0.65	11	0.570	0.29
	Post-test	4.99±2.94	7.33±3.83	1	27	0.022#	11	2.357	0.019*
Bpm (mm Hg)	Pre-test	12.79.32±704.78	11870±228.38	1	0.38	0.42	11	0.509	0.24
	Post-test	11985.32±912.78	10245.25±114.51	1	36.07	0.023#	11	1.32	0.032*

*Significant compared to pre-test (P<0.05), #Significant compared to the control group (P<0.05).

SALMAND
IRANIAN JOURNAL OF AGEING

crease in TUG time (P=0.018), a significant decrease in MBP (P=0.033), a significant increase in FMD changes (P=0.019) and a significant decrease in RPP (P=0.032) in the training group after eight weeks of resistance training. Also, the between-group comparison by t-test showed an increase in the hand grip strength (P=0.019), a significant decrease in the TUG time (P=0.032), a significant decrease in MBP (P=0.027), a significant increase in FMD changes (P=0.022) and a significant decrease in RPP (P=0.023) in the training group compared to the control group after eight weeks of resistance training (Table 1).

Conclusion

The results of the present study showed that eight weeks of resistance training led to a decrease in MBP, RPP, TUG time and an increase in FMD and hand grip strength in older men. These results confirm the important role of resistance training in improving the hemodynamic and functional conditions of the elderly. The decrease in vasomotor tonus and increase in parasympathetic activity following resistance training can be possible causes of lower MBP and RPP after resistance training. Also, the increase of mediators such as nitric oxide can have a positive effect on increasing the vagal tone of the training group, which might cause changes in blood pressure. The increase in FMD is probably because of endothelial growth factors, prostaglandins, nitric oxide, adenosine and potassium, which cause a decrease in peripheral vascular resistance [34].

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This study was approved by the Ethics Committee of the Sport Sciences Research Institute of Iran, Tehran, Iran (Code: IR.SSRI.REC.1397.219).

Funding

This article was extracted from PhD dissertation of Sajad Karami, approved by the Department of Physical Education and Sport Science, School of Physical Education and Sports Sciences, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran.

Authors' contributions

All authors equally contributed to preparing this article.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors would like to thank the Kahrizak Charity Foundation in Karaj City and all seniors participated in this study for their cooperation.

مقاله پژوهشی

تأثیر تمرین مقاومتی بر فاکتورهای منتخب همودینامیکی و عملکردی سالمندان مرد ساکن آسایشگاه سالمندی کهریزک

*سجاد کرمی[۱]، حمید رجبی[۲]

۱. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران.
۲. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

Use your device to scan and read the article online

Citation Karami S, Rajabi H. [Effects of Resistance Training on Selected Hemodynamic and Functional Factors in Older Men (Persian)]. Iranian Journal of Ageing. 2024; 19(3):382-397. http://dx.doi.org/10.32598/sija.2024.2548.1

http://dx.doi.org/10.32598/sija.2024.2548.1

چکیده

اهداف تغییر در عوامل همودینامیکی نظیر فشار خون، حاصل‌ضرب ضربان در فشار و اتساع عروقی ناشی از جریان خون، مهم‌ترین تغییرات قلبی‌عروقی در سالمندی هستند. هدف از این مطالعه، بررسی تأثیر تمرین مقاومتی بر برخی فاکتورهای همودینامیکی و عملکردی در سالمندان است.

مواد و روش‌ها در مطالعه نیمه‌تجربی حاضر، ۲۴ مرد سالمند از بین ۱۰۰ سالمند به‌صورت دردسترس و هدفمند انتخاب و به ۲ گروه برابر کنترل و آزمایش تقسیم شدند. قبل و بعد از ۸ هفته تمرین مقاومتی فشار خون متوسط شریانی، حاصل‌ضرب ضربان در فشار، اتساع عروقی ناشی از جریان خون، قدرت عضلات دست و زمان برخاستن و رفتن اندازه‌گیری شد. تفاوت مقادیر متغیرها در ۲ گروه با روش آماری تی همبسته و مستقل در سطح $P\leq ۰/۰۵$ با استفاده از نسخه ۲۵ نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها میانگین سنی آزمودنی‌ها ۶۷/۷۵ سال بود. کاهش میزان فشار خون متوسط شریانی (P=۰/۰۲۷)، افزایش تغییرات اتساع عروقی ناشی از جریان خون (P=۰/۰۲۲)، کاهش حاصل‌ضرب ضربان در فشار (P=۰/۰۲۳)، افزایش قدرت عضلات دست (P=۰/۰۱۹) و کاهش زمان برخاستن و رفتن (P=۰/۰۳۲) در گروه آزمایش مشاهده شد.

نتیجه‌گیری تمرین مقاومتی می‌تواند با بهبود عوامل همودینامیکی بار وارده به سیستم قلبی‌عروقی را کاهش دهد و احتمالاً از بروز بیماری‌های قلبی‌عروقی مرتبط با سالمندی پیشگیری کند. همچنین با افزایش قدرت عضلات و تعادل در سالمندان خطر افتادن کاهش و کیفیت زندگی در آنان افزایش خواهد یافت. بنابراین با احتیاط می‌توان گفت تمرین مقاومتی که از شدت کافی برخوردار باشد می‌تواند به‌عنوان مکمل تمرینات هوازی در سالمندی مورد توجه قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها فشار خون متوسط شریانی، فشار خون، همودینامیک، تمرین مقاومتی، سالمندان

اطلاعات مقاله:
تاریخ دریافت: ۰۸ آبان ۱۴۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۷ دی ۱۴۰۲
تاریخ انتشار: ۱۰ مهر ۱۴۰۳

* نویسنده مسئول:
دکتر سجاد کرمی
نشانی: تهران، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی.
تلفن: ۴۱۶۲۸۶۴ (۹۱۲) ۹۸+
پست الکترونیکی: karami.sp@gmail.com

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

سالمندی پدیده اجتناب‌ناپذیری است که با خاتمه رشد در همه اشخاص به‌تدریج شروع شده و در نتیجه آن کارایی بدن کاهش می‌یابد. در میان تغییرات فیزیولوژیکی، ساختاری و عملکردی که به‌واسطه افزایش سن و کاهش فعالیت بدنی رخ می‌دهد، تغییر در عوامل همودینامیکی نظیر فشار خون، حاصل‌ضرب ضربان در فشار[1] و اتساع عروقی ناشی از جریان خون[2] مهم‌ترین تغییرات ازنظر سلامت قلبی‌عروقی است. پرفشاری خون، شایع‌ترین بیماری قلبی‌عروقی در سالمندان است و هزینه درمانی و مراقبتی بالایی را به خود اختصاص می‌دهد [۱]. مصرف دارو در بیماران سالمند مستلزم رعایت مسائل فراوانی، ازجمله تداخل دارویی است. امروزه پژوهشگران روش‌های غیردارویی را به‌جای رژیم دارویی و یا در کنار رژیم دارویی توصیه می‌کنند. روش‌های غیردارویی شامل تعدیل سبک زندگی، از قبیل دریافت رژیم غذایی کم‌سدیم، کم‌چربی، پُر پتاسیم، پُر کلسیم، کاهش وزن در افراد چاق و ورزش روزانه است [۲، ۳].

مطالعات نشان داده‌اند که ورزش هوازی در سالمندان دارای پرفشار خونی باعث کاهش فشار خون سیستول و دیاستول به میزان ۱۱ و ۸ میلی‌متر جیوه می‌شود [۴]. به‌هرحال یک برنامه فعالیت ورزشی منظم در سالمندان باید به‌تدریج شروع شود و به مدت ۳۰ تا ۴۵ دقیقه در اغلب روزهای هفته تداوم پیدا کند. این سطح از فعالیت می‌تواند فشار خون را بدون درمان دارویی کنترل کند [۵]. درحقیقت به نظر می‌رسد که انواع فعالیت ورزشی بتوانند اثرات نسبتاً مشابهی روی فشار خون داشته باشند. در این راستا فورجاز و همکاران (۱۹۹۸) ۳ شیوه فعالیت ورزشی هوازی، مقاومتی و ترکیبی را با هم مقایسه و مشاهده کردند فعالیت هوازی و مقاومتی به‌تنهایی و در ارتباط با هم کاهش فشار خون موقت را ایجاد می‌کند، اما ترکیب این دو با هم این کاهش در فشار خون را تقویت نکرد [۶]. در ارتباط با تأثیر انواع دیگر ورزش‌ها و شدت پروتکل‌های مختلف تمرینی بر عوامل اثرگذار در فشار خون، به‌ویژه در سالمندان اما و اگرهای بسیاری وجود دارد [۶].

از طرفی دیگر سالمندان به دلیل ناتوانی‌های حرکتی، بیماری‌های مزمن و توان جسمی ناکافی قادر به انجام ورزش‌های هوازی طولانی‌مدت نیستند. بنابراین این امکان وجود دارد که ورزش مقاومتی بتواند قدرت و توده عضله اسکلتی، عملکرد جسمانی و تعادل را بهبود بخشد و از بیماری حاد و عفونی مرتبط با افزایش سن جلوگیری کند و روش مؤثر غیردارویی در درمان پرفشاری خونی سالمندان را معرفی کند. در همین راستا مشخص شده است حتی یک جلسه ورزش مقاومتی می‌تواند اثر کوتاه‌مدت کاهشی در فشار خون استراحتی داشته باشد، این کاهش موقت فشار خون، افت فشار خون پس از فعالیت[3] نامیده می‌شود [۷] و از جمله دلایل آن باید به کاهش فعالیت سیستم عصب سمپاتیک و کاهش حساسیت‌پذیری عروق به فعالیت گیرنده‌های آلفای آدرنرژیک اشاره کرد [۸]. چنین یافته‌هایی تمرینات مقاومتی را به‌عنوان مکمل تمرینات هوازی به جهت درمان، کنترل و یا پیشگیری از پرفشاری خون معرفی می‌کند [۹]. مشخص شده است که این نوع تمرین همچنین باعث تغییر در ساختار و عملکرد دستگاه قلبی‌عروقی نیز می‌شود [۱۰] و ارتباط معنی‌داری بین میزان فعالیت ورزشی و سطح آمادگی جسمانی افراد با شاخص‌های عملکردی قلبی‌عروقی مانند فشار خون متوسط شریانی، حاصل‌ضرب ضربان در فشار و اتساع عروقی ناشی از جریان خون وجود دارد [۱۱].

حاصل‌ضرب ضربان در فشار ازطریق کنش متقابل بین گسترش تنش و انقباض‌پذیری میوکارد و ضربان قلب تعیین می‌شود و به‌عنوان شاخص نسبی کار قلب تا حد زیادی با اندازه‌گیری مستقیم اکسیژن مصرفی میوکارد ارتباط دارد [۶]. با افزایش بار کار قلب حاصل‌ضرب ضربان در فشار نیز افزایش می‌یابد و به هنگام فعالیت، نیاز عضله قلبی را به خون کافی فراهم می‌کند و همین امر منجر به این شده است که ضربان قلب و فشار خون به ساده‌ترین و درعین‌حال هشداردهنده‌ترین متغیرهای قلب و عروق تبدیل گردند. همچنین اتساع عروقی ناشی از جریان خون به‌عنوان شاخص نسبی در بررسی عملکرد عروق مورد استفاده قرار می‌گیرد [۶]. اتساع عروقی ناشی از جریان خون شامل اندازه‌گیری قطر سرخرگ بازویی قبل و پس از پرخونی واکنشی است و درصد اتساع شریان در پاسخ به افزایش جریان خون را نشان می‌دهد. ازآنجاکه افزایش جریان خون منجر به تحریک اندوتلیوم و رهاسازی عوامل گشادکننده عروقی، مانند نیتریک اکسید می‌شود، اتساع شریان را در پی خواهد داشت و اتساع شریان در زمان پرخونی نشان‌دهنده عملکرد بهتر اندوتلیوم عروق خواهد بود، بنابراین بهبود این شاخص در نتیجه تمرینات ورزشی می‌تواند نشانگر غیرمستقیم از عملکرد بهتر اندوتلیال عروق باشد و آترواسکلروز و وسعت گرفتاری عروق را پیش‌بینی کند [۱۲، ۱۳].

از دیگر تغییراتی که در سالمندی رخ می‌دهد، تغییر در قدرت و تعادل است که می‌تواند منشأ بسیاری از مشکلات در سالمندی باشد، به‌نحوی‌که مطالعات نشان داده‌اند عدم فعالیت ورزشی منظم، یکی از عوامل مهم ایجادکننده و تشدیدکننده کاهش قدرت عضلانی و تعادل در سالمندان است [۱۴، ۱۵]. در همین راستا به نظر می‌رسد تمرین مقاومتی می‌تواند گزینه مناسبی برای سالمندان باشد. بنابراین دستیابی به شیوه‌های تمرینی اثرگذار بر بهبود قدرت و تعادل در سالمندان از ضرورت و اهمیت خاصی برخوردار است. به‌هرحال باتوجه‌به تأثیرات مثبت فعالیت ورزشی

1. Rate of Pressure Product (RPP)
2. Flow Mediated Dilation (FMD)
3. Post Exercise Hypertension (PHE)

مقاومتی در افراد سالمند، لزوم مطالعه تأثیر این نوع از فعالیت به‌عنوان تداخل غیردارویی بر شاخص‌های ذکرشده از ضرورت خاصی برخوردار است. بنابراین در مطالعه حاضر فرض ما بر این موضوع استوار است که به دنبال مداخله ۸ هفته تمرین مقاومتی در افراد سالمند، سازگاری‌های کسب‌شده بتواند ضمن بهبود عملکرد حرکتی (قدرت و تعادل)، تنش‌های واردشده به سیستم قلبی‌عروقی را تعدیل کند. بنابراین باتوجه‌به پیشینه مطالعات انجام‌گرفته که بیشتر به‌صورت حاد و پروتکل‌های ورزشی هوازی صورت گرفته و تحقیقات محدود درزمینه تأثیر فعالیت ورزشی مقاومتی در سازگاری شاخص‌های همودینامیکی و عملکردی سالمندان، این مطالعه سعی بر شناسایی ویژگی‌های سازگاری طولانی‌مدت به تمرین مقاومتی در افراد سالمند دارد. مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر تمرین مقاومتی بر برخی فاکتورهای همودینامیکی و عملکردی در سالمندان انجام گرفت و بدیهی است نتایج آن می‌تواند در تدوین برنامه‌های تمرینی اثربخش در جامعه سالمندان راهنما و راهگشا باشد که این مهم خود یکی از ضرورت‌های پژوهش حاضر به شمار می‌رود.

روش مطالعه

جامعه آماری مطالعه حاضر شامل مردان سالمند بالای ۶۵ سال حاضر در محل مراقبت‌های روزانه آسایشگاه خیریه کهریزک استان البرز به تعداد ۱۰۰ نفر بود. براساس تعریف سازمان بهداشت جهانی کسی که سن ۶۰ سالگی را پشت سر گذاشته باشد، سالمند است [۱۶، ۱۷]، همچنین آزمودنی‌های مطالعه حاضر را افراد با دامنه سنی ۶۵ تا ۷۵ سال تشکیل دادند. نمونه آماری مطالعه ۲۴ نفر بود که به‌صورت دردسترس و هدفمند از میان جامعه مذکور انتخاب شدند و به‌طور تصادفی در ۲ گروه برابر آزمایش (n=۱۲) و کنترل (n=۱۲) قرار گرفتند. قبل از اجرای روند مطالعه، پروتکل مطالعه حاضر در پژوهشگاه علوم ورزشی براساس موازین اخلاقی وزرات علوم به شماره IR.SSRI.REC.1397.219 (43453) به تصویب رسید. سپس به‌منظور انتخاب سالمندان ازطریق ارائه معرفی‌نامه از دانشگاه و هماهنگی قبلی با مدیر آسایشگاه و همچنین رئیس بخش مراقبت‌های روزانه انجام شد. با ارائه گزارش از چگونگی انجام مطالعه در جلسه کمیته سلامت آسایشگاه موافقت ایشان برای انجام مطالعه و در اختیار گذاشتن امکانات و آزمودنی‌ها جلب شد. سپس با برگزاری یک جلسه، سالمندان از چگونگی انجام مطالعه آگاه و جهت اجرا گزینش شدند. در همین راستا با استناد به پرونده پزشکی و سلامت آزمودنی‌ها و همچنین پزشک حاضر در مرکز مراقبت‌های روزانه، سالمندان کاملاً سالم که فقط ازنظر فیزیولوژیکی سالمند بودند انتخاب شدند. معیارهای ورود به مطالعه: نداشتن سابقه ارتوپدی در ۵ سال گذشته، نداشتن مشکل بینایی، عدم بیماری‌های قلبی، عروقی، ریوی و دیابت، نداشتن سابقه افتادن در ۱ سال گذشته، استفاده نکردن از عصا یا واکر، توانایی در راه رفتن مستقل، نداشتن برنامه تمرینی ورزشی منظم، عدم سابقه هرگونه مصرف داروی خاص و مکمل ورزشی [۱۴، ۱۵]. از آزمودنی‌های مطالعه خواسته شد در ۲۴ ساعت قبل آغاز روند مطالعه از انجام هرگونه فعالیت ورزشی و مصرف غذای چرب و پرنمک پرهیز کنند. همچنین سابقه ابتلا به بیماری‌های حاد و مزمن جسمی، شناختی، روانی که مانع از انجام ورزش می‌شود، شرکت در فعالیت‌های ورزشی دیگر که مشابه فعالیت ورزشی موردمطالعه بود، داشتن مشکلاتی که به منع انجام ورزش منجر می‌شود، داشتن عیوب شنوایی و بینایی و همچنین داشتن مشکلات تعادلی به‌عنوان معیارهای خروج از مطالعه در نظر گرفته شدند [۱۵]. در مطالعه حاضر محققین و شرکت‌کنندگان در خصوص گروه‌ها کورسازی نشده بودند و فقط در سطح تجزیه‌وتحلیل آماری کورسازی صورت گرفت، به‌این‌ترتیب که کارشناس آمار نسبت به گروه‌های آزمایش آگاه نبود.

اندازه‌گیری عملکرد اندوتلیالی ناشی از پاسخ‌دهی شریان براکیال: پس از ارزیابی‌های آنتروپومتریک [۱۷] و قبل از هرگونه آزمون، فعالیت بدنی و ورزش و دقیقاً یک روز قبل از آغاز مطالعه، محقق سعی بر انجام آزمون عملکرد اندوتلیالی ناشی از پاسخ‌دهی شریان براکیال کرد. بدین صورت که یک روز قبل از آغاز مطالعه، شاخص پاسخ‌دهی شریان براکیال آزمودنی‌ها پس از ۱۲ ساعت ناشتایی بین ساعات ۱۰ تا ۱۲ صبح همان روز توسط پزشک متخصص سونوگرافی مستقر در درمانگاه آسایشگاه خیریه کهریزک کرج ارزیابی شد. عملکرد اندوتلیالی ازطریق پاسخ شریان بازویی به‌طور غیرتهاجمی اندازه‌گیری شد. در این آزمون بازوی سالمند بر روی سطحی قابل‌تنظیم ثابت بود و جریان خون توسط دستگاه پروب (پروب ۷/۵ مگاهرتز یا پروب شماره ۲ دستگاه سونوگرافی داپلر مدل M-Turboساخت کمپانی Sonosite آمریکا) که زاویه ۶۵ درجه با سرخرگ بازویی داشت، اندازه‌گیری شد. قطر پایه سرخرگ در وضعیت ناشتایی و در حالت استراحت و درازکش در یک اتاق ساکت (به‌طوری‌که آزمودنی سالمند ۱۰ دقیقه در وضعیت درازکش قرار داشت) اندازه‌گیری شد. سپس کاف زیر آرنج ۵ دقیقه و به مقدار ۵۰ میلی‌متر جیوه بالاتر از فشار سیستولی فرد باد شد و هنگام خالی شدن باد، تغییرات قطر رگ اندازه‌گیری شد. تصاویر تا ۹۰ ثانیه پس از تخلیه باد، ۳ بار تکرار شد و بیشترین اندازه به‌عنوان قطر ثانویه در نظر گرفته شد و ۱۰ دقیقه پس از خالی شدن هوا دوباره تصویر به‌منظور اطمینان از بازگشت رگ به حد طبیعی اندازه‌گیری شد. اندازه قطر اولیه و ثانویه رگ قبل و پس از اعمال ایسکمی مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. سپس ازطریق فرمول شماره ۱ به محاسبه اتساع عروقی ناشی از جریان خون، درصد تغییرات گشادی شریان وابسته به اندوتلیوم در هریک از سالمندان اندازه‌گیری شد [۱۸].

۱.

$$\%FMD = \frac{\text{قطر اولیه سرخرگ} - \text{قطر ثانویه سرخرگ}}{\text{قطر اولیه سرخرگ}} \times 100$$

آزمون برخاستن و راه رفتن زماندار[4]

این آزمون با پایایی ۹۹ درصد به‌عنوان آزمونی عملکردی در مطالعه حاضر و به‌منظور پیش‌بینی خطر افتادن اجرا شد تا تأثیر پروتکل تمرین مقاومتی اجراشده در مطالعه بر تعادل پویای شرکت‌کنندگان به‌عنوان یک فاکتور وابسته به قدرت عضلانی و سازگاری‌های عصبی در ۲ گروه کنترل و آزمایش ارزیابی شود. این آزمون شامل ۳ مرحله برخاستن از صندلی، ۳ متر راه رفتن، چرخیدن و برگشتن است که زمان اجرای آزمون به‌عنوان متغیر وابسته به‌وسیله زمان‌سنج اندازه‌گیری شد. از هنگامی که آزمودنی حاضر بودن خود را اعلام می‌کرد، زمان‌سنج شروع به کار می‌کرد و در برگشت هنگامی که پشت آزمودنی با صندلی برخورد می‌کرد، زمان‌سنج توسط کارشناس ورزش متوقف می‌شد [۱۹].

آزمون دینامومتر دست

آزمون دینامومتر دست به‌عنوان آزمونی عملکردی در مطالعه حاضر و به‌منظور پیش‌بینی قدرت ایستای دست[5] انجام شد تا تأثیر پروتکل تمرینی اجراشده در مطالعه بر قدرت شرکت‌کنندگان در ۲ گروه کنترل و آزمایش ارزیابی شود. به‌منظور سنجش قدرت ایستای دست از دینامومتر دست (مدل YAGAMI TY-300i, Na-goya, Japan) استفاده شد. برای اندازه‌گیری قدرت عضلانی ایزومتریک دست، انگشتان در دستگیره دینامومتر قرار می‌گیرند و بدون حرکت دادن بازو با حداکثر فشار دستگیره را فشار می‌دهند. هر آزمودنی ۳ مرتبه مورد آزمون قرار گرفت و بالاترین عددی که به دست آمد، به‌عنوان قدرت عضلانی ایستای دست توسط کارشناس ورزش ثبت شد.

آزمون قدرت بیشینه

به‌منظور تعیین میزان شدت به کار برده‌شده برای هر آزمودنی در پروتکل تمرینی موردمطالعه، برای تمام حرکات پروتکل تمرین مقاومتی موردمطالعه، آزمون حداکثر قدرت انجام گرفت. به این صورت که با استفاده از روش برزیسکی، آزمودنی‌های شرکت‌کننده تحت نظر مربی و کارشناس ورزش، حداکثر ۶ تا ۸ تکرار از هر حرکت را انجام دادند. سپس میزان وزنه جابه‌جاشده و تکرارها در فرمول گذاشته شد ((۰/۰۲۷۸×تعداد تکرار تا خستگی)-۱/۰۲۷۸)/وزنه جابه‌جا شده (کیلوگرم)= یک تکرار بیشینه) و حداکثر قدرت محاسبه شد [۲۰].

فشار خون سیستولیک، دیاستولیک، متوسط شریانی و ضربان قلب

در ساعت ۸ صبح در محل اتاق پرستاری و درمانگاه تخصصی آسایشگاه خیریه کهریزک توسط پزشک عمومی حاضر در محل فشار خون سیستولیک و دیاستولیک تمامی آزمودنی‌ها با استفاده از گوشی و فشارسنج عقربه‌ای ALPK2 500Cساخت کشور ژاپن با دقت اندازه‌گیری ±۳ میلی‌متر جیوه و ۲ بار در حالت نشسته و از دست راست، پس از حداقل ۱۰ دقیقه استراحت اندازه‌گیری شد. در هنگام انجام کار از آزمودنی خواسته شد کاملاً آرام و در شرایط استراحت باشد. آزمونگر ۲ بار فشار خون را اندازه‌گیری کرد و فاصله استراحت بین هر بار اندازه‌گیری ۵ دقیقه بود. یادداشت و ثبت اطلاعات توسط فرد دومی انجام شد و آزمونگر از نتایج اندازه‌گیری خود آگاه نبود. همچنین فشار خون متوسط شریانی[6] با استفاده از فرمول MAP= DBP 1/3(SBP - DBP) محاسبه شد [۲۰]. کمترین ضربان قلب پس از ۱۰ دقیقه استراحت کامل نیز با استفاده از ضربان‌سنج پلار مدل (AXN 300) به‌عنوان ضربان قلب استراحت تعیین شد.

محاسبه حاصل‌ضرب دوگانه

باتوجه‌به اینکه حاصل‌ضرب دوگانه به‌عنوان شاخص غیرمستقیم و برآوردی از میزان اکسیژن مصرفی عضله قلب به شمار می‌رود و در پیشگویی بروز بیماری عروق کرونری و ایسکمی قلبی اهمیت بالینی بسیاری دارد کاهش این متغیر هنگام استراحت، نشان‌دهنده بهبود کارایی عضله قلبی است [۷] ازاین‌رو در مطالعه حاضر از این شاخص برای برآورد اکسیژن مصرفی میوکارد در قبل و پس از ۸ هفته تمرین مقاومتی در حالت استراحت استفاده شد. بنابراین حاصل ضرب دوگانه آزمودنی‌ها ازطریق ضرب ضربان قلب در فشار سیستولیک توسط محقق محاسبه و یاداشت شد.

ملاحظات پروتکل‌های تمرینی

در روند اجرای پروتکل‌های تمرینی مورداستفاده در مطالعه حاضر باتوجه‌به قرارداد کادوره و همکاران (۲۰۱۰) که در افراد سالمند به کار گرفته شده بود [۲۱] و همچنین توصیه‌های ویژه کالج آمریکایی طب ورزش برای افراد سالمند و تأییدیه کمیته اخلاق پژوهشگاه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، افراد سالمند مبتلا به بیماری‌های مزمن باید قبل از انجام فعالیت ورزشی با پزشک خود مشورت کنند تا اهداف ورزشی براساس توانایی آن‌ها برنامه‌ریزی شود، بنابراین در مطالعه حاضر از ورود سالمندان دارای بیماری‌های مزمن [۱۵] جلوگیری به عمل آمد. بنابراین باتوجه به این مهم که آزمودنی‌ها در این مطالعه مردان بالاتر از ۶۵ سال بودند از آن‌ها «تست استرس ورزشی» توسط متخصص قلب مستقر در درمانگاه تخصصی آسایشگاه به عمل آمد. معیارهای توقف تست استرس ورزشی شامل واماندگی ارادی، ناهنجاری معنی‌دار در درالکتروکاردیوگرافی[7] (افت قطعه ST بیش از ۲ میلی‌متر، یا پاسخ

4. Timed Up and Go Test (TUG)
5. Isometric hand strength
6. Mean Blood Pressure (MBP)
7. Electrocardiogram (ECG)

جدول ۱. جزئیات پروتکل ۸ هفته‌ای تمرین مقاومتی مورداستفاده در مطالعه

	حرکت	دور	تکرار	۱ تکرار بیشینه (درصد)	استراحت بین هر ست (ثانیه)	استراحت بین هر حرکت (ثانیه)
پروتکل تمرین (هفته اول)	جلو بازو	۴	۱۰	۵۰-۴۵	۶۰	۱۲۰
	پشت بازو	۴	۱۰	۵۰-۴۵	۶۰	۱۲۰
	جلو ران	۴	۱۰	۵۰-۴۵	۶۰	۱۲۰
	پشت پا	۴	۱۰	۵۰-۴۵	۶۰	۱۲۰
	قفسه سینه	۴	۱۰	۵۰-۴۵	۶۰	۱۲۰
	سر شانه	۴	۱۰	۵۰-۴۵	۶۰	۱۲۰
	شکم	۴	۱۰	۵۰-۴۵	۶۰	۱۲۰

	هفته	یک تکرار بیشینه (درصد)	زمان کل تمرین (دقیقه)
شدت و زمان تمرین مقاومتی در هر هفته	اول - دوم	۵۰-۴۵	۴۰
	سوم - چهارم	۵۵-۵۰	۴۰
	پنجم - ششم	۶۰-۵۵	۴۰
	هفتم - هشتم	۶۵-۶۰	۴۰

		میانگین±انحراف‌معیار			
	حرکت	دور	تکرار	هفته اول (کیلوگرم)	هفته هشتم (کیلوگرم)
میانگین حجم پروتکل ۸ هفته تمرین مقاومتی در هفته اول و هفته هشتم (کیلوگرم)	جلو بازو	۴	۱۰	۱۰۱/۸۰±۴/۵۶	۱۴۷/۶۵±۳/۷۸
	پشت بازو	۴	۱۰	۱۱۲/۳۶±۵/۱۶	۱۵۶/۸۰±۴/۲۲
	جلو ران	۴	۱۰	۳۲۰/۵۵±۷/۸۴	۵۱۲/۲۱±۶/۳۳
	پشت پا	۴	۱۰	۱۱۷/۴۱±۵/۳۲	۱۸۴/۶۳±۲/۵۵
	قفسه سینه	۴	۱۰	۱۷۸/۲۲±۳/۸۶	۲۶۸/۱۵±۴/۳۵
	سر شانه	۴	۱۰	۱۲۸/۴۴±۴/۳۸	۲۰۸/۳۳±۳/۵۶
	شکم	۴	۱۰	۴۸۰/۷۵±۶/۳۶	۷۴۸/۲۴±۷/۴۷
	حجم پروتکل تمرین (کیلوگرم)			۱۴۴۰	۲۲۲۶

سالمند

غیرطبیعی فشار خون) و بالا بودن میزان درک فشار (آزمون شفاهی بورگ، مقیاس ۱۰ واحدی) بود. باتوجه‌به نتایج منفی (طبیعی)، تست استرس ورزش که حاکی از عدم هیچ‌گونه تغییر الکتروکاردیوگرافیک مربوط به بیماری‌های ایسکمیک قلب بود، آزمودنی‌های این مطالعه مجوز شرکت و انجام پروتکل ورزشی مورداستفاده در این مطالعه را کسب کردند. علاوه‌براین به‌منظور اجتناب از مانور والسالوا (حبس نفس هنگام برداشتن وزنه) الگوهای تنفسی هنگام تمرین مقاومتی توسط مربی و کارشناس ورزش به تمام آزمودنی‌ها آموزش داده شد. به‌هرحال برای اطمینان از اینکه برنامه تمرینی، قابلیت اجرایی دارد، این برنامه در یک گروه کوچک اجرا شد و مشکلی مشاهده نشد.

پروتکل ۸ هفته تمرین مقاومتی

پروتکل تمرین مقاومتی استفاده‌شده در این مطالعه شامل ۷ حرکت جلو بازو، پشت بازو، جلو ران، پشت پا، قفسه سینه (باتر فلای)، سرشانه و شکم بود [۱۴]. تحت نظر مربی و کارشناس ورزش آزمودنی‌ها در ۲ هفته ابتدایی هر حرکت از پروتکل ذکرشده را در ۴ دور و ۱۰ تکرار با شدت برابر ۴۵ تا ۵۰ درصد یک تکرار بیشینه در مدت‌زمان ۴۰ دقیقه و با استفاده از دستگاه ویژه هر حرکت انجام دادند. ضرباهنگ تکرارها به‌وسیله مترونوم تنظیم می‌شد. به‌طوری‌که هر حرکت به مدت ۲ ثانیه (۱ ثانیه درون‌گرا و ۱ ثانیه برون‌گرا) طول می‌کشید. شدت فعالیت در هفته اول در

هر حرکت برای هر آزمودنی برابر با ۴۵ تا ۵۰ درصد یک تکرار بیشینه بود و برای هر آزمودنی جنبه انفرادی داشت. پروتکل تمرین مقاومتی همراه با وهله‌های استراحتی ۶۰ ثانیه‌ای در بین هر دور و وهله‌های استراحتی ۱۲۰ ثانیه‌ای در بین هر حرکت انجام گرفت. در پایان هر ۲ هفته ۵ درصد یک تکرار بیشینه به شدت تمرین اضافه شد (جدول شماره ۱). به دلیل محدودیت در اجرای آزمون بیشینه در هر ۲ هفته باتوجه‌به شرایط آزمودنی‌ها، محقق حداکثر قدرت ثبت‌شده توسط هر آزمودنی در ابتدای مطالعه را ملاک افزایش شدت تمرین و رعایت اصل اضافه‌بار قرار داد. همچنین در طول مدت مطالعه از آزمودنی‌های گروه کنترل خواسته شد که در فعالیت‌های ورزشی شرکت نداشته باشند و به جهت رعایت حقوق سالمندان پس از انجام مطالعه، آزمودنی‌های گروه کنترل نیز پروتکل تمرینی مشابهی تحت نظر مربی ورزش بخش مراقبت‌های روزانه انجام دادند.

به‌منظور بررسی تفاوت در متغیرهای موردمطالعه در ۲ گروه کنترل و آزمایش، با کمک متخصص آمار از آزمون تی مستقل و همبسته به ترتیب برای بررسی اختلاف در حالت پایه و تغییرات درون‌گروهی در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون استفاده شد. همچنین به علت تفاوت در حالت پایه برخی متغیرها، ابتدا از روش دلتا با تفریق پس‌آزمون از پیش‌آزمون و سپس از آزمون تی مستقل برای بررسی اختلاف تغییرات بین‌گروهی در طول مداخله استفاده شد. سطح معنی‌داری P≤۰/۰۵ در نظر گرفته شده است. بنابراین در این بررسی‌ها مقدار P≤۰/۰۵ به معنای رد فرض صفر است. کلیه داده‌ها با استفاده از SPSS نسخه ۲۵ تجزیه‌وتحلیل شد.

یافته‌ها

نتایج آزمون تی مستقل حاکی از عدم تفاوت معنی‌دار بین ویژگی‌های آنتروپومتریکی آزمودنی‌ها در ۲ گروه کنترل و آزمایش در قبل از شروع مطالعه بود که این امر نشان‌دهنده همسان بودن هرچه بیشتر آزمودنی‌ها در هر دو گروه موردمطالعه بود (جدول شماره ۲).

براساس اطلاعات جدول شماره ۳، تحلیل نتایج آزمون تی درون‌گروهی حاکی از افزایش قدرت عضلات دست در گروه آزمایش (P=۰/۰۲۸) و کاهش معنی‌دار زمان آزمون برخاستن و راه رفتن زماندار گروه آزمایش (P=۰/۰۱۸) پس از ۸ هفته تمرین مقاومتی بود. همچنین تحلیل نتایج آزمون تی بین‌گروهی، نشان‌دهنده افزایش قدرت عضلات دست گروه آزمایش (P=۰/۰۱۹) و کاهش معنی‌دار زمان آزمون برخاستن و راه رفتن زماندار گروه آزمایش (P=۰/۰۳۲) پس از ۸ هفته تمرین مقاومتی بود.

جدول ۲. ویژگی‌های آزمودنی‌ها در گروه‌های موردمطالعه قبل از ۸ هفته تمرین مقاومتی(n=۱۲)

گروه	میانگین انحراف‌معیار		P
	کنترل	آزمایش	
سن (سال)	۶۹/۸۳±۲/۴	۶۶/۴۲±۳/۷	۰/۱۵۵
قد (سانتی‌متر)	۱۶۳/۵۵±۴/۷	۱۶۶/۱±۶/۳	۰/۰۷۶
وزن (کیلوگرم)	۶۷/۸۰±۳/۸۰	۶۶/۰۷±۲/۴۰	۰/۱۱۲
شاخص توده بدن (کیلوگرم / متر مربع)	۲۵/۲۰±۷/۲۰	۲۴/۶۰±۴/۴۰	۰/۰۷۳
درصد چربی (درصد)	۱۹/۶۰±۵/۳۰	۱۹/۹۰±۸/۲۰	۰/۰۹۲
توده بدون چربی (کیلوگرم)	۵۱/۳۰±۶/۲۰	۵۲/۰۴±۳/۷۰	۰/۸۴۸
نسبت دور کمر به لگن	۸۷/۴۰±۸/۴۰	۸۶/۵۰±۳/۳۰	۰/۵۲۳
نسبت دور کمر به قد	۴۷/۷۰±۶/۴۰	۴۵/۲۰±۵/۶۰	۰/۰۷۹
ضربان قلب استراحت (ضربان در دقیقه)	۸۳/۰۴±۱۰/۶۸	۸۲/۳۶±۵۵/۸۰	۰/۲۴۴
فشار خون سیستولیک (میلی‌متر جیوه)	۱۴۵/۳۲±۶/۷۸	۱۴۳/۶۴±۸/۹۹	۰/۰۸۴
فشار خون دیاستولیک (میلی‌متر جیوه)	۹۰/۲۳±۱/۹۶	۸۰/۷۲±۲/۱۱	۰/۱۱۴
فشار خون متوسط شریانی (میلی‌متر جیوه)	۱۰۸/۴۳±۳/۸۵	۱۰۱/۵±۸/۳۱	۰/۰۶۲

جدول ۳. مقایسه میانگین عملکردی آزمودنی‌ها در گروه کنترل و آزمایش (میانگین±انحراف معیار)

گروه	میانگین±انحراف‌معیار		تی مستقل			تی همبسته		
	کنترل	آزمایش	df	T	P	df	T	P
قدرت عضلات دست (کیلوگرم) قبل از ۸ هفته	۱۶/۱۷±۴/۵۵	۱۶/۴۵±۲/۱۷	۱	۰/۴۰	۰/۷۸	۱۱	۰/۸۰۱	۰/۲۲
قدرت عضلات دست (کیلوگرم) بعد از ۸ هفته	۱۶/۳۱±۲/۴۴	۱۸/۷۵±۱/۵۱	۱	۴۲/۰۴	۰/۰۱۹#	۱۱	۱/۵۰	۰/۰۲۸*
برخاستن و راه رفتن زماندار (ثانیه) قبل از ۸ هفته	۷/۲۴±۲/۸	۶/۴۵±۴/۲	۱	۵/۷۱	۰/۱۱۴	۱۱	۰/۷۳۱	۲/۳۸۷
برخاستن و راه رفتن زماندار (ثانیه) بعد از ۸ هفته	۷/۳۵±۳/۲	۵/۶۰±۳/۲	۱	۱۸/۳۲	۰/۰۳۳#	۱۱	۰/۲۴	۰/۰۱۸*

* سطح معنی‌داری P≤۰/۰۵ بین قبل از ۸ هفته و بعد از ۸ هفته. # سطح معنی‌داری P≤۰/۰۵ بین گروه کنترل و آزمایش در ۸ هفته بعد تمرین.

همچنین نتایج آزمون تی درون‌گروهی حاکی از کاهش فشار خون متوسط شریانی در گروه آزمایش (P=۰/۰۳۳) پس از ۸ هفته تمرین مقاومتی بود. همچنین تحلیل نتایج آزمون تی بین‌گروهی، نشان‌دهنده کاهش میزان فشار خون متوسط شریانی در گروه آزمایش (P=۰/۰۲۷) پس از ۸ هفته تمرین مقاومتی بود (جدول شماره ۴).

نتایج آزمون تی درون‌گروهی نشان‌دهنده افزایش تغییرات اتساع عروقی ناشی از جریان خون در گروه آزمایش (P=۰/۰۱۹) پس از ۸ هفته تمرین مقاومتی بود. همچنین تحلیل نتایج آزمون تی بین‌گروهی، نشان‌دهنده افزایش تغییرات اتساع عروقی ناشی از جریان خون در گروه آزمایش (P=۰/۰۲۲) پس از ۸ هفته تمرین مقاومتی بود (جدول شماره ۵).

درنهایت براساس اطلاعات جدول شماره ۶، تحلیل نتایج آزمون تی درون‌گروهی حاکی از کاهش حاصل‌ضرب ضربان در فشار گروه آزمایش (P=۰/۰۳۲) پس از ۸ هفته تمرین مقاومتی بود. تحلیل نتایج آزمون تی بین‌گروهی، نشان‌دهنده کاهش حاصل‌ضرب ضربان در فشار گروه آزمایش (P=۰/۰۲۳) پس از ۸ هفته تمرین مقاومتی بود (جدول شماره ۵).

بحث

مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر بلندمدت تمرین مقاومتی بر برخی فاکتورهای همودینامیکی و عملکردی در سالمندان صورت گرفت. باتوجه‌به نتایج مطالعه ما، ۸ هفته تمرین مقاومتی منجر به کاهش شاخص آزمون برخاستن و راه رفتن زماندار، فشار خون متوسط شریانی، حاصل‌ضرب ضربان در فشار و همچنین افزایش اتساع عروقی ناشی از جریان خون و قدرت عضلات دست در سالمندان شد و این نتایج تأییدی بر اهمیت نقش ورزش، به‌ویژه تمرین مقاومتی در بهبود شرایط همودینامیکی و عملکردی سالمندان است. نتایج مطالعه ما حاکی از افزایش قدرت عضلات دست و کاهش زمان برخاستن و راه رفتن زماندار در سالمندان موردمطالعه بود و می‌توان گفت مداخله ۸ هفته تمرین توانسته است عوامل عملکردی (قدرت و تعادل) را ارتقا بخشد و ازاین‌رو در کیفیت زندگی سالمندان ایفای نقش کند. در مخالفت با نتایج مطالعه ما مرو و همکاران [۲۲] مشاهده کردند سطح مقطع تار عضلانی و قدرت عضلات پس از ۲۱ هفته تمرین مقاومتی در گروه سالمند نسبت به گروه جوان تغییر معنی‌داری از خود نشان نداد. در مطالعه آن‌ها گروه جوان نسبت به گروه سالمند، در رژیم غذایی روزانه مقدار کالری و پروتئین بیشتری را در طول مداخله

جدول ۴. مقایسه میانگین فشار خون متوسط شریانی آزمودنی‌ها در گروه کنترل و آزمایش

گروه	میانگین انحراف‌معیار		تی مستقل			تی همبسته		
	کنترل	آزمایش	df	t	P	df	t	P
فشار خون متوسط شریانی قبل از ۸ هفته (میلی‌متر جیوه)	۱۰۸/۳±۳/۸۵	۱۰۱/۵±۸/۳۱	۱	۰/۳۹	۰/۷۴	۱۱	۰/۳۶۵	۰/۴۴
فشار خون متوسط شریانی بعد از ۸ هفته (میلی‌متر جیوه)	۱۱۰/۵±۴/۴۱	۹۲/۵±۴/۱۱	۱	۰/۶۵	۰/۰۲۷#	۱۱	۰/۴۷۵	۰/۰۳۳*

* سطح معنی‌داری P≤۰/۰۵ بین قبل از ۸ هفته و بعد از ۸ هفته. * سطح معنی‌داری P≤۰/۰۵ بین گروه کنترل و آزمایش در ۸ هفته بعد تمرین

جدول ۵. مقایسه میانگین اتساع ناشی از جریان آزمودنی‌ها در گروه کنترل و آزمایش (میانگین±انحراف معیار)

گروه	میانگین±انحراف‌معیار		تی مستقل			تی همبسته		
	کنترل	آزمایش	df	t	P	df	t	P
اتساع عروقی ناشی از جریان خون (درصد) قبل از ۸ هفته	۵/۱۹±۱/۵۵	۶/۱۲±۲/۲۱	۱	۰/۶۰	۰/۶۵	۱۱	۰/۵۷۰	۰/۲۹
اتساع عروقی ناشی از جریان خون (درصد) بعد از ۸ هفته	۴/۹۹±۲/۹۴	۷/۳۳±۳/۸۳	۱	۲۷	۰/۰۲۲#	۱۱	۲/۳۵۷	۰/۰۱۹*

* سطح معنی‌داری P<۰/۰۵ بین قبل از ۸ هفته و بعد از ۸ هفته. # سطح معنی‌داری P<۰/۰۵ بین گروه کنترل و آزمایش در ۸ هفته بعد تمرین.

مصرف کرده بود که می‌تواند بر افزایش سطح مقطع تارهای عضلانی، سازگاری‌های هایپرتروفیک و قدرت عضلات در این گروه تأثیرگذار باشد [۲۲]. از دلایل ناهمسو بودن نتایج مطالعه ما با مطالعه مرو و همکاران می‌توان به شدت و تکرار جلسات در هفته اشاره کرد درواقع مشخص شده است که هیپرتروفی و قدرت عضلانی نیاز به رعایت اصل اضافه‌بار و افزایش شدت در تمرینات مقاومتی و قدرتی دارد.

در تشریح نتایج به‌دست‌آمده دررابطه‌با کاهش فشار خون متوسط شریانی می‌توان به کاهش تونوسیته وازو موتور و افزایش فعالیت عصبی پاراسمپاتیکی به دنبال تمرین ورزشی مقاومتی به‌عنوان علت احتمالی کمتر بودن فشار خون متوسط شریانی و حاصل‌ضرب ضربان در فشار در گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل اشاره کرد. همچنین احتمال افزایش واسطه‌هایی مانند نیتریک اکسید می‌تواند اثر مثبت بر افزایش تونوسیته واگی در گروه آزمایش داشته باشد و همین امر منجر به تغییرات فشار خون شده باشد. همچنین نتایج مطالعات گذشته حاکی از آن هستند که تمرین ورزشی منجر به بهبود دسترسی زیستی اکسید نیتریک و کاهش سطح آنژیوتانسین می‌شود [۲۳]. کارامات و همکاران (۲۰۱۶) و سوکول و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند که میزان بالای کراتین کیناز قبل از شروع فشار خون بالا وجود دارد و مداخلات دارویی و درمان ضد فشار خون بالا منجر به کاهش کراتین کیناز می‌شود. کراتین کیناز بالا می‌تواند منجر به افزایش ظرفیت بافری بالاتر ATP و متعاقب آن افزایش قدرت انقباضی قلبی، افزایش مقاومت عروقی، کاهش دسترسی زیستی نیتریک اکسید و احتباس سدیم شود [۲۴، ۲۵]، بنابراین سازگاری کسب‌شده از تمرینات مقاومتی می‌تواند در کاهش آسیب‌های سلولی و کراتین کیناز و متعاقب آن کاهش فشار خون نقش داشته باشد. احتمالاً تمرین ورزشی به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم منجر به کاهش پروتئین واکنشی سی[8] می‌شود. تمرین مستقیماً تولید سیتوکاین از بافت‌های چربی، عضلانی و سلول‌های منونکلئار را کاهش می‌دهد، به‌صورت غیرمستقیم حساسیت به انسولین را افزایش می‌دهد، منجر به بهبود عملکرد اندوتلیوم می‌شود و وزن بدن را کاهش می‌دهد. تمرین با افزایش آنتی‌اکسیدان‌ها میزان التهاب را کاهش می‌دهد و منجر به کاهش پروتئین واکنشی سی می‌شود. پروتئین واکنشی سی نیز منجر به کاهش بیان نیتریک اکسید می‌شود. بنابراین با اثر مثبت بر تونوسیته واگی موجب کاهش فشار خون می‌شود [۲۶]. به نظر می‌رسد ۸ هفته تمرین مقاومتی موجب برتری نسبی فعالیت عصبی پاراسمپاتیک در گروه آزمایش شده است. در حال حاضر بحث داغی درباره منشأ احتمالی اثرات تمرین بر فعالیت پاراسمپاتیکی و برادیکاردی ناشی از آن وجود دارد و احتمالاً نقش مهم بازشکل‌گیری مورفولوژیک و وضعیت الکتریکی مطرح است. استنادات مهمی وجود دارند مبنی بر اینکه بازشکل‌گیری الکتریکی گره سینوس با تمرین تحریک می‌شود [۲۷]. در پژوهش حاضر فشار خون متوسط شریانی در گروه آزمایش پس از ۸ هفته

8. C-Reactive Protein (CRP)

جدول ۶. مقایسه میانگین حاصل‌ضرب دوگانه آزمودنی‌ها در گروه کنترل و آزمایش

گروه	میانگین±انحراف‌معیار		تی مستقل			تی همبسته		
	کنترل	آزمایش	df	t	P	df	t	P
حاصل‌ضرب ضربان در فشار (ضربان در دقیقه در میلی‌متر جیوه) قبل از ۸ هفته	۱۲۰۷۹/۳۲±۷۰۴/۷۸	۱۱۸۷۰/۱۲±۲۲۸/۳۸	۱	۰/۳۸	۰/۴۲	۱۱	۰/۵۰۹	۰/۲۴
حاصل‌ضرب (ضربان در دقیقه در میلی‌متر جیوه) ضربان در فشار بعد از ۸ هفته	۱۱۹۸۵/۳۲±۹۱۲/۷۸	۱۰۲۴۵/۲۵±۱۱۴/۵۱	۱	۳۶/۰۷	۰/۰۲۳#	۱۱	۱/۳۲	۰/۰۳۲*

* سطح معنی‌داری P<۰/۰۵ بین قبل از ۸ هفته و بعد از ۸ هفته. # سطح معنی‌داری P<۰/۰۵ بین گروه کنترل و تجربی در پس از ۸ هفته تمرین.

تمرین مقاومتی کاهش یافت درحالی‌که در گروه کنترل فشار خون متوسط شریانی تغییری نشان نداد. مشخص شده است که در هنگام ورزش به‌صورت حاد، افزایش بیشتر فشار خون سیستول و دیاستول در افراد مبتلا به پرفشاری خون مشاهده می‌شود، اما تمرین طولانی‌مدت سبب کاهش فشار خون در حال استراحت و در زمان ورزش در افراد مبتلا به پرفشاری خون می‌شود که این به‌وسیله افزایش در واکنش گیرنده‌های بتا دو ممکن شده است و انبساط عروقی افزایش می‌یابد. چندین مکانیسم به‌عنوان علت کاهش فشار خون در اثر ورزش شناخته شده است که از آن جمله می‌توان به کاهش تون آدرنرژیک، اثر بر روی سیستم سمپاتیک، کاهش مقاومت محیطی نسبت به انسولین، کاهش وزن و چربی بدن اشاره کرد. نتایج مطالعه حسینی و همکاران (۲۰۰۷)، حاکی از عدم کاهش معنی‌دار میانگین فشار خون سیستول قبل و بعد از ۳ ماه مداخله با شدت کم بود که علت آن را می‌توان در مداخله با تمرین هوازی، مدت و دفعات مداخله و سن متفاوت نمونه مطالعه دانست [۲۸]. در همین راستا مشخص شده است که پاسخ‌های فیزیولوژیک به ورزش تحت تأثیر جنس، سن و نژاد قرار می‌گیرد. به این صورت که زنان و نژاد آسیایی کاهش بیشتری در فشار خون در اثر ورزش از خود نشان می‌دهند [۲۳]. پترس و همکاران (۲۰۰۶) مشاهده کردند که پس از ورزش ایزومتریک کوتاه‌مدت با شدت پایین میانگین فشار خون سیستول قبل و بعد از مداخله کاهش معنی‌داری داشت [۲۹]. در همین ارتباط مطالعات بیان کرده‌اند که ورزش طولانی‌مدت ازطریق اثر بر روی بارو رسپتورها، ضعیف کردن کنترل بارو رفلکس و کاهش ترافیک عصب سمپاتیک، فشار خون را کاهش می‌دهد. ورزش با شدت پایین تا متوسط اثر کاهنده‌ای بر روی فشار خون دیاستول دارد و در ورزش‌های با شدت کم قبل از آنکه فشار کاری بالا منجر به افزایش قابل‌ملاحظه برون‌ده قلبی شود، کاهشی در مقاومت محیطی کل عروق رخ می‌دهد و باعث افت فشار خون می‌شود [۳۰].

نتایج مطالعه حاضر حاکی از کاهش در مقادیر حاصل‌ضرب ضربان در فشار در گروه آزمایش بود. این سازگاری کسب‌شده در گروه تجربی نشان‌دهنده کارایی تمرین مقاومتی در کاهش بار وارده به قلب و اثربخشی این نوع از تمرین در سالمندان است. این نتیجه با نتایج مطالعه محبی و همکاران (۲۰۱۰) ناهمسو است چراکه آن‌ها عدم تغییر در فشار خون دیاستولی و افزایش ضربان قلب و حاصل‌ضرب دوگانه را پس از فعالیت مقاومتی کل بدن مشاهده کردند [۳۱] و از دلایل این ناهمسویی می‌توان به سن آزمودنی‌ها اشاره کرد. همچنین پولیتو و همکاران (۲۰۰۶) تفاوت معنی‌داری را در فشار خون سیستولی، دیاستولی، ضربان قلب و حاصل‌ضرب دوگانه پس از فعالیت مقاومتی با شدت پایین نسبت به مقادیر پیش از فعالیت مشاهده نکردند که دلیل آن احتمالاً استفاده از پروتکل تمرینی بسیار سبک و عدم تغییر فشار خون سیستولی و ضربان قلب پس از فعالیت است [۳۲] و از دلایل این ناهمسویی می‌توان به حجم و شدت تمرین مقاومتی به کار برده‌شده اشاره کرد. به‌نحوی‌که مشخص شده است تنش‌های واردشده به سیستم عروقی در پاسخ به تمرین مقاومتی به احتمال زیاد به نیروی تولیدی، تعداد تکرار و مدت‌زمان بازیافت بستگی دارد [۳۳]. درواقع ایجاد مقاومت در برابر حرکات با بار متوسط تا سنگین به همراه تعداد تکرار بالا و مدت‌زمان بازیافت کوتاه به‌عنوان بخشی از یک تمرین مقاومتی ممکن است منجر به محرک ایسکمیک بیشتری در طیف وسیع‌تری از گروه‌های عضلانی نسبت به عضلات درگیر در یک تمرین مقاومتی با شدت پایین شود. در بررسی تغییرات حاصل‌ضرب ضربان در فشار بیان شده است که ضربان قلب مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده حاصل‌ضرب ضربان در فشار است [۳۴]. باتوجه‌به تغییرات ضربان قلب و فشار خون پس از فعالیت مقاومتی و تأثیرپذیری این دو عامل از شرایط مختلف تمرینی، حاصل‌ضرب ضربان در فشار نیز می‌تواند تغییر کند. بهبود در قدرت عضلانی ناشی از تمرین مقاومتی، موجب کاهش در میزان حاصل‌ضرب ضربان در فشار و تقاضای میوکارد به اکسیژن طی فعالیت‌های روزانه، مانند بلند کردن اجسام متوسط تا سنگین می‌شود. توافق کلی بر این است که کاهش فشار خون و حاصل‌ضرب ضربان در فشار پس از تمرینات ورزشی تأثیر فیزیولوژیک موردانتظار در پاسخ به تمرینات ورزشی است. توجیه احتمالی برای این نتایج، سازوکارهای فیزیولوژیکی درگیر در پاسخ کم‌فشار خونی احتمالاً عوامل متسع‌کننده اندوتلیوم، مانند پروستاگلاندین‌ها، نیتریک اکساید، آدنوزین و پتاسیم هستند که موجب کاهش مقاومت محیطی عروقی می‌شوند [۳۴].

۸ هفته تمرین مقاومتی در سالمندان منجر به افزایش اتساع عروقی ناشی از جریان خون شد و این نتیجه با نتایج مطالعه خورشیدی و همکاران [۳۵] که نشان دادند وزنه‌برداران در هر ۳ حالت پایه، اوج اتساع وابسته به اندوتلیوم و اوج انقباض وابسته به تون سمپاتیکی به‌طور معنی‌داری از اندازه مجرای شریان بازویی بزرگ‌تری نسبت به گروه کنترل برخوردارند همسو است [۳۵]. معدود مطالعات مقطعی که به بررسی و مقایسه ورزشکاران قدرتی و گروه کنترل کم‌تحرک پرداخته‌اند، بزرگ‌تر بودن اندازه حفره مجرای شریان بازویی در ورزشکاران قدرتی را گزارش کرده‌اند. به‌طوری‌که یافته‌های مطالعه ما نیز با نتایج مطالعات پیشین روی صخره‌نوردان [۳۴، ۳۶]، ورزشکاران توانی نخبه[9] [۳۷]، جودوکاران [۳۸] و ورزشکاران قدرتی نخبه[10] [۳۹] همخوانی دارد. در این زمینه، ارلی و همکاران (۲۰۱۷) در دو مطالعه مروری مجزا به‌ترتیب به بزرگ‌تر بودن مجرای پایه و اوج اندازه مجرای شریانی افراد تمرین‌کرده و ورزشکاران نسبت به گروه کنترل اشاره کرده‌اند [۴۰]. بادروف و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند، پس از ۸ هفته تمرین ایزومتریک با دست، اوج اتساع مجرای شریان بازویی افزایش یافته است [۴۱]. اسپنس و همکاران (۲۰۱۳) نیز

9. Elite power athletes
10. Elite strength athletes

در مطالعه طولی بر روی افراد داوطلب سالم نشان دادند، ۶ ماه تمرین مقاومتی موجب افزایش معنی‌دار اندازه پایه و اوج اتساع مجرای شریان بازویی شده است [۴۲]. درمجموع، نتایج مطالعاتی از این نظریه حمایت می‌کنند که اندازه شریان به‌واسطه ۲ فاکتور نیازهای متابولیک بافتی و عوامل همودینامیک تعیین می‌شود [۳۵]، به‌طوری‌که برخی مطالعات، همبستگی معنی‌داری را بین افزایش توده بدن و بزرگ‌تر شدن اندازه مجاری شریانی گزارش کرده‌اند [۳۳].

نتیجه‌گیری نهایی

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد انجام تمرین مقاومتی می‌تواند با بهبود عوامل همودینامیکی نظیر فشار خون متوسط شریانی، حاصل‌ضرب ضربان در فشار و اتساع عروقی ناشی از جریان خون بار وارده به سیستم قلبی‌عروقی را کاهش داده و از بروز مشکلات و بیماری‌های قلبی‌عروقی مرتبط با افزایش سن و سالمندی پیشگیری کند. همچنین با افزایش قدرت عضلات و تعادل در سالمندان موردمطالعه، خطر افتادن کاهش و کیفیت زندگی در آنان افزایش خواهد یافت. بنابراین با احتیاط می‌توان گفت انجام تمرینات مقاومتی که از شدت و حجم کافی برخوردار باشند می‌تواند به‌عنوان مکمل تمرینات هوازی در سالمندی مورد توجه قرار گیرد. با وجود این به دلیل اینکه بتوان نتایج تحقیق حاضر را به‌طور قاطع به تمرین مقاومتی نسبت داد پیشنهاد می‌شود تمرینات هوازی و ترکیبی نیز مورد بررسی قرار گیرد. همچنین پیشنهاد می‌شود پژوهشی مشابه بر روی آزمودنی‌های سالمند زن ورزشکار و غیرورزشکار صورت پذیرد تا بدین‌وسیله تأثیر جنسیت و سازگاری نسبت به استرس فعالیت بدنی بررسی شود. از محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به این موضوع اشاره کرد که زمان استراحت آزمودنی‌ها در ساعات خارج از مطالعه که در آسایشگاه حضور نداشتند قابل‌کنترل نبود. همچنین باتوجه‌به اینکه مطالعه در مرکز نگهداری روزانه سالمندان انجام شد، محققین و شرکت‌کنندگان در خصوص گروه‌ها کورسازی نشده بودند، بنابراین تعمیم‌پذیری این مطالعه باید با احتیاط انجام شود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

پروتکل مطالعه حاضر در پژوهشگاه علوم ورزشی براساس موازین اخلاقی وزرات علوم به شماره IR.SSRI.REC.1397.219 (43453) به تصویب رسید.

حامی مالی

این مطالعه برگرفته از رساله دکتری سجاد کرمی تحت عنوان «تأثیر تمرین مقاومتی بر بیان ژن VEGF، SDF-1α، HIF-1α و تعداد سلول‌های پیش‌ساز اندوتلیال بافت خون پس از یک جلسه فعالیت مقاومتی در افراد سالمند» در دانشگاه شهید رجایی تهران است. همچنین قابل‌ذکر است این مطالعه حامی مالی دولتی یا بخش خصوصی نداشته است.

مشارکت نویسندگان

تمامی نویسندگان در نگارش مقاله به یک اندازه مشارکت داشته‌اند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

از مؤسسه خیریه کهریزک کرج و سالمندان شرکت کننده در این مطالعه کمال تشکر و قدردانی را داریم.

References

[1] Kemi OJ, Wisloff U. High-intensity aerobic exercise training improves the heart in health and disease. Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention 2010; 30(1):2-11. [DOI:10.1097/HCR.0b013e3181c56b89] [PMID]

[2] Sesso HD, Stampfer MJ, Rosner B, Hennekens CH, Gaziano JM, Manson JE, et al. Systolic and diastolic blood pressure, pulse pressure, and mean arterial pressure as predictors of cardiovascular disease risk in Men. Hypertension 2000; 36(5):801-7. [DOI:10.1161/01.HYP.36.5.801] [PMID]

[3] Schneider RH, Alexander CN, Staggers F, Orme-Johnson DW, Rainforth M, Salerno JW, et al. A Randomized controlled trial of stress reduction in African Americans treated for hypertension for over one year. American Journal of Hypertension. 2005; 18(1):88-98. [DOI:10.1016/j.amjhyper.2004.08.027] [PMID] [PMCID]

[4] Moraes WM, Souza PR, Pinheiro MH, Irigoyen MC, Medeiros A, Koike MK. Exercise training program based on minimum weekly frequencies: Effects on blood pressure and physical fitness in elderly hypertensive patients. Revista Brasileira de Fisioterapia. 2012; 16(2):114-21 [DOI:10.1590/S1413-35552012005000013] [PMID]

[5] Craven RF, Hirnle CJ, Jensen S. Fundamentals of nursing: Human health and function. Philadelphia, PA: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins, 2012. [Link]

[6] Forjaz CL, Matsudaira Y, Rodrigues FB, Nunes N, Negrão CE. Post-exercise changes in blood pressure, heart rate and rate pressure product at different exercise intensities in normotensive humans. Brazilian Journal of Medical and Biological Research. 1998; 31(10):1247-55. [DOI:10.1590/S0100-879X1998001000003] [PMID]

[7] Kenney MJ, Seals DR. Postexercise hypotension. Key features, mechanisms, and clinical significance. Hypertension. 1993; 22(5):653-64. [DOI:10.1161/01.HYP.22.5.653] [PMID]

[8] Halliwill J, Taylor JA, Eckberg DL. Impaired sympathetic vascular regulation in humans after acute dynamic exercise. The Journal of Physiology. 1996; 495(1):279-88. [DOI:10.1113/jphysiol.1996.sp021592]

[9] Teixeira L, Ritti-Dias RM, Tinucci T, Mion Júnior D, Forjaz CL. Post-concurrent exercise hemodynamics and cardiac autonomic modulation. European Journal of Applied Physiology. 2011; 111(9):2069-78. [DOI:10.1007/s00421-010-1811-1] [PMID]

[10] Ross MD, Wekesa AL, Phelan JP, Harrison M. Resistance exercise increases endothelial progenitor cells and angiogenic factors. Medicine and Science in Sports & Exercise. 2014; 46(1):16-23. [DOI:10.1249/MSS.0b013e3182a142da] [PMID]

[11] Charakida M, Masi S, Lüscher TF, Kastelein JJ, Deanfield JE. Assessment of atherosclerosis: The role of flow-mediated dilatation. European Heart Journal. 2010; 31(23):2854-61. [DOI:10.1093/eurheartj/ehq340] [PMID]

[12] Schächinger V, Britten MB, Zeiher AM. Prognostic impact of coronary vasodilator dysfunction on adverse longterm outcome of coronary heart disease. Circulation. 2000; 101(16):1899-906. [DOI:10.1161/01.CIR.101.16.1899] [PMID]

[13] Tremblay JC, Pyke KE. Flow-mediated dilation stimulated by sustained increases in shear stress:A useful tool for assessing endothelial function in humans? American Journal of Physiology. Heart and Circulatory Physiology. 2018; 314(3):H508-20. [DOI:10.1152/ajpheart.00534.2017] [PMID] [PMCID]

[14] Karami S, Shahidi F, Rajabi H, Golab F. [Response of endothelial progenitor cells and expression of angiogenic cytokine genes in preconditioning with resistance training in elderly men (Persian). Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism. 2020; 22(4):337-48. [Link]

[15] Mohaqeqi Kamal SH, Basakha M. [Prevalence of chronic diseases among the older adults in Iran: Does socioeconomic status matter (Persian)]. Salmand: Iranian Journal of Ageing. 2022; 16(4) 468-81. [DOI:10.32598/sija.2022.16.4.767.2]

[16] Tayeri S, Jafari M, Alimohammadzadeh K, Hosseini SM, Shahanaghi K. [A conceptual model for Iranian older women›s health: A review study (Persian)]. Salmand: Iranian Journal of Ageing. 2021; 16(3):304-29. [DOI:10.32598/sija.2021.16.3.3090.1]

[17] Karami S, Kashef M, Mehri Alvar Y. [Protective effect of glutamine by the expression of HSP70 and reduction of cortisol on exercise induced stress (Persian)]. Journal of Arak University of Medical Sciences. 2015; 17(10):65-73. [Link]

[18] Naidu OA, Rajasekhar D, Latheef SA. Assessment of endothelial function by brachial artery flow mediated dilatation in microvascular disease. Cardiovascular Ultrasound. 2011; 9:40. [DOI:10.1186/1476-7120-9-40] [PMID] [PMCID]

[19] Aslankhani MA, Farsi A, Fathirezaie Z, Zamani Sani SH, Aghdasi MT. [Validity and reliability of the timed up and go and the anterior functional reach tests in evaluating fall risk in the elderly (Persian)]. Iranian Journal of Ageing. 2015; 10(1):16-25. [Link]

[20] Karami S, Sdahidi F, Rajabi H, Golab F. [Effect of 8-week resistance training on HIF-1α gene expression and Endothelial Progenitor Cells recall of blood after one session of resistance activity in elderly men (Persian)]. The Scientific Journal of Iranian Blood Transfusion. 2019; 16(2):124-32. [Link]

[21] Cadore EL, Pinto RS, Lhullier FL, Correa CS, Alberton CL, Pinto SS, et al. Physiological effects of concurrent training in elderly men. International Journal of Sports Medicine. 2010; 31(10):689-97. [DOI:10.1055/s-0030-1261895] [PMID]

[22] Mero AA, Hulmi JJ, Salmijärvi H, Katajavuori M, Haverinen M, Holviala J, et al. Resistance training induced increase in muscle fiber size in young and older men. European Journal of Applied Physiology. 2012; 113(3):641-50. [DOI:10.1007/s00421-012-2466-x] [PMID]

[23] Niazi S, Rajabi H, Amani S. The effect of 12 weeks of circuit resistance training with three different intensities of equal volume on some hemodynamic factors of obese men. Journal of Animal Biology. 2021; 14(1):25-35. [Link]

[24] Karamat FA, Oudman I, Haan YC, van Kuilenburg AB, Leen R, Danser JA, et al. Creatine kinase inhibition lowers systemic arterial blood pressure in spontaneously hypertensive rats: A randomized controlled trial. Journal of Hypertension. 2016; 34(12):2418-26. [DOI:10.1097/HJH.0000000000001090] [PMID]

[25] Sukul S, Bahinipati J, Patra S, Ravichandran K. Serum creatine kinase activity among hypertensive patients and its role as a predictor for failure of antihypertensive treatment. Journal of Clinical & Diagnostic Research. 2018; 12(11):121-5. [DOI:10.7860/JCDR/2018/36908.12284]

[26] Kasapis C, Thompson PD. The effects of physical activity on serum C-re active protein and inflammatory markers: A systematic review. Journal of The American College of Cardiology. 2005; 45(10):1563-9. [DOI:10.1016/j.jacc.2004.12.077] [PMID]

[27] Boyett MR, Wang Y, Nakao S, Ariyaratnam J, Hart G, Monfredi O, et al. Point: Exercise training-induced bradycardia is caused by changes in intrinsic sinus node function. Journal of Applied Physiology. 2017; 123(3):684-5. [DOI:10.1152/japplphysiol.00604.2017] [PMID] [PMCID]

[28] Hosseiny M, Farahani Z, Shiri H, Abed Saeidi J, AlaviMajd H, Hamidizadeh S. [The effects of low intensity aerobic exercise on blood pressur (Persian)]. Journal of Shahrekord University of Medical Sciences. 2007; 9(2):14-9. [Link]

[29] Peters PG, Alessio HM, Hagerman AE, Ashton T, Nagy S, Wiley RL. Short-term isometric exercise reduces systolic blood pressure in hypertensive adults: Possible role of reactive oxygen species. International Journal of Cardiology. 2006; 110(2):199-205. [DOI:10.1016/j.ijcard.2005.07.035] [PMID]

[30] Wallace JP. Exercise in hypertension. A clinical review. Sports Medicine. 2003; 33(8):585-98 [DOI:10.2165/00007256-200333080-00004] [PMID]

[31] Mohebbi H, Rahmani-Nia F, Vatani D, Faraji H. Post-exercise responses in blood pressure, heart rate and rate pressure product in endurance and resistance exercise. Medicina dello Sport. 2010; 63(2):209-19. [Link]

[32] Polito MD, Farinatti PdTV. Blood pressure behavior after counter-resistance exercises: A systematic review on determining variables and possible mechanisms. Revista Brasileira de Medicina do Esporte 2006; 12(6):386-92. [DOI:10.1590/S1517-86922006000600017]

[33] Ruas JL, White JP, Rao RR, Kleiner S, Brannan KT, Harrison BC, et al. A PGC-1α isoform induced by resistance training regulates skeletal muscle hypertrophy. Cell. 2012; 151(6):1319-31. [DOI:10.1016/j.cell.2012.10.050] [PMID] [PMCID]

[34] Fahs CA, Rossow LM, Loenneke JP, Thiebaud RS, Kim D, Bemben DA, et al. Effect of different types of lower body resistance training on arterial compliance and calf blood flow. Clinical Physiology and Functional Imaging. 2012; 32(1):45-51. [DOI:10.1111/j.1475-097X.2011.01053.x] [PMID]

[35] Khorshidi Hosseini M, Boboli, L, Vahedi, S. [A comparison of sympathetic neural and endothelial vasoreactivity of brachial artery in elite weightlifters with a sedentary age-matched control group (Persian)]. Journal of Sport Biosciences. 2020; 10(1):59-75. [DOI:10.22059/jsb.2018.240341.1202]

[36] Thompson EB, Farrow L, Hunt JE, Lewis MP, Ferguson RA. Brachial artery characteristics and micro-vascular filtration capacity in rock climbers. European Journal of Sport Science. 2015; 15(4):296-304. [DOI:10.1080/17461391.2014.940560] [PMID]

[37] Welsch MA, Blalock P, Credeur DP, Parish TR. Comparison of brachial artery vasoreactivity in elite power athletes and age-matched controls. Plos One. 2013; 8(1):e54718. [DOI:10.1371/journal.pone.0054718] [PMID] [PMCID]

[38] Karagounis P, Maridaki M, Papaharalampous X, Prionas G, Baltopoulos P. Exercise induced arterial adaptations in elite judo athletes. Journal of Sports Science & Medicine. 2009; 8(3):428-34. [PMID]

[39] Babaee Bigi MA, Aslani A. Aortic root size and prevalence of aortic regurgitation in elite strength trained athletes. The American Journal of Cardiology. 2007; 100(3):528-30. [DOI:10.1016/j.amjcard.2007.02.108] [PMID]

[40] Early KS, Stewart A, Johannsen N, Lavie CJ, Thomas JR, Welsch M. The effects of exercise training on brachial artery flow-mediated dilation: A meta-analysis. Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention. 2017; 37(2):77-89. [DOI:10.1097/HCR.0000000000000206] [PMID]

[41] Badrov MB, Freeman SR, Zokvic MA, Millar PJ, McGowan CL. Isometric exercise training lowers resting blood pressure and improves local brachial artery flow-mediated dilation equally in men and women. European Journal of Applied Physiology. 2016; 116(7):1289-96. [DOI:10.1007/s00421-016-3366-2] [PMID]

[42] Spence AL, Carter HH, Naylor LH, Green DJ. A prospective randomized longitudinal study involving 6 months of endurance or resistance exercise. Conduit artery adaptation in humans. The Journal of Physiology. 2013; 591(5):1265-75. [DOI:10.1113/jphysiol.2012.247387] [PMID] [PMCID]

This Page Intentionally Left Blank