Accepted Manuscript

Accepted Manuscript (Uncorrected Proof)

Title: The Effect of Resistance Training on Selected Hemodynamic and Functional Factors of the Older Adults Residents of a Nursing Home in Kahrizak

Authors: Sajad Karami[1,] *, Hamid Rajabi[2]

1. *Department of Physical Education and sport Science, Teacher Training Shahid Rajaee University of Tehran, Tehran, Iran.*
2. *Department of Physical Education and sport science, Kharazmi University of Tehran, Tehran, Iran.*

***Corresponding Author**: Sajad Karami, Department of Physical Education and sport Science, Teacher Training Shahid Rajaee University of Tehran, Tehran, Iran. Email: karami.sp@gmail.com

To appear in: **Salmand: Iranian Journal of Ageing**

Received date: 2023/10/30

Revised date: 2024/01/01

Accepted date: 2024/01/07

First Online Published: 2024/03/04

نسخه پذیرفته شده پیش از انتشار

This is a “Just Accepted” manuscript, which has been examined by the peer-review process and has been accepted for publication. A “Just Accepted” manuscript is published online shortly after its acceptance, which is prior to technical editing and formatting and author proofing. Salmand: Iranian Journal of Ageing provides “Just Accepted” as an optional service which allows authors to make their results available to the research community as soon as possible after acceptance. After a manuscript has been technically edited and formatted, it will be removed from the “Just Accepted” Website and published as a published article. Please note that technical editing may introduce minor changes to the manuscript text and/or graphics which may affect the content, and all legal disclaimers that apply to the journal pertain.

Please cite this article as:

Karami S, Rajabi H. [The Effect of Resistance Training on Selected Hemodynamic and Functional Factors of the Older Adults Residents of a Nursing Home in Kahrizak (Persian)]. Salmand: Iranian Journal of Ageing. Forthcoming 2024. Doi: http://dx.doi.org/10.32598/sija.2024.2548.1

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

نسخه پذیرفته شده پیش از انتشار

نسخه پذیرفته‌شده پیش از انتشار

عنوان: تاثیر تمرین مقاومتی بر فاکتورهای منتخب همودینامیکی و عملکردی سالمندان مرد ساکن آسایشگاه سالمندی کهریزک

نویسندگان: سجاد کرمی[1,*]، حمید رجبی[2]

۱. *دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران.*

۲. *گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی تهران، تهران، ایران.*

***نویسنده مسئول**: سجاد کرمی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران. ایمیل: karami.sp@gmail.com

نشریه: *سالمند: مجله سالمندی ایران*

تاریخ دریافت: 1402/08/08

تاریخ ویرایش: 1402/10/11

تاریخ پذیرش: 1402/10/17

نسخه پذیرفته شده پیش از انتشار

این نسخه «پذیرفته‌شده پیش از انتشار» مقاله است که پس از طی فرایند داوری، برای چاپ، قابل پذیرش تشخیص داده شده است. این نسخه در مدت کوتاهی پس از اعلام پذیرش به صورت آنلاین و قبل از فرایند ویراستاری منتشر می‌شود. نشریه سالمند گزینه «پذیرفته‌شده پیش از انتشار» را به عنوان خدمتی به نویسندگان ارائه می‌دهد تا نتایج آن‌ها در سریع‌ترین زمان ممکن پس از پذیرش برای جامعه علمی در دسترس باشد. پس از آنکه مقاله‌ای فرایند آماده سازی و انتشار نهایی را طی می کند، از نسخه «پذیرفته‌شده پیش از انتشار» خارج و در یک شماره مشخص در وب‌سایت نشریه منتشر می‌شود. شایان ذکر است صفحه آرایی و ویراستاری فنی باعث ایجاد تغییرات صوری در متن مقاله می‌شود که ممکن است بر محتوای آن تأثیر بگذارد و این امر از حیطه مسئولیت دفتر نشریه خارج است.

لطفا این‌گونه استناد شود:

Karami S, Rajabi H. [The Effect of Resistance Training on Selected Hemodynamic and Functional Factors of the Older Adults Residents of a Nursing Home in Kahrizak (Persian)]. Salmand: Iranian Journal of Ageing. Forthcoming 2024. Doi: http://dx.doi.org/10.32598/sija.2024.2548.1

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

نسخه پذیرفته شده پیش از انتشار

Abstract

Objectives Changes in hemodynamic factors such as blood pressure, Rate of Pressure Product and Flow mediated dilation, are the most important cardiovascular changes in older age. The purpose of this study is to investigate the effect of resistance training on some hemodynamic and functional factors in the elderly.

Materials and Methods In this quasi-experimental study, 24 older adults men were selected from among 100 older adults people and were randomly divided into two control and training groups. Before and after eight weeks of resistance training, mean arterial blood pressure, Rate of Pressure Product and Flow mediated dilation, hand muscle strength and Timed Up and Go were measured. The difference in the values of the variables in the two groups was analyzed by independent and correlated t-test at the level of $P \leq 0.05$ using SPSS software version 25.

Results The mean of age subjects was 67.75 years. Decrease in mean arterial blood pressure (P=0.027), increase in changes in Flow mediated dilation (P=0.022), decrease in Rate of Pressure Product (P=0.023), increase hand muscle strength (P=0.019) And a decrease in Timed Up and Go (P=0.032) was observed in the experimental 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. Also, with the increase in muscle strength and balance in the elderly, the risk of falling will decrease and their quality of life will increase. Therefore, it can be cautiously said that resistance training with sufficient intensity can be considered as a supplement to aerobic training in old age.

Key Words Mean aortic pressures, Blood pressure, Heart rate, Hemodynamics, Resistance training, Older adults

نسخه پیش از انتشار

چکیده

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

مواد و روش ها : در مطالعه نیمه تجربی حاضر، ۲۴ مرد سالمند از بین ۱۰۰ سالمند به صورت در دسترس و هدفمند انتخاب و به دو گروه برابر کنترل و تجربی تقسیم شدند. قبل و بعد از هشت 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 دو گروه با روش آماری t همبسته و مستقل در سطح $P\leq ۰/۰۵$ با استفاده از نسخه ۲۵ نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته ها : 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 تجربی مشاهده شد.

نتیجه‌گیری : تمرین مقاومتی می‌تواند با بهبود عوامل همودینامیکی بار وارده به سیستم قلبی – عروقی را کاهش و احتمالاً از بروز بیماری‌های قلبی – عروقی 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 به عنوان مکمل تمرینات هوازی در سالمندی مورد توجه قرار گیرد.

کلید واژه ها : فشار خون متوسط شریانی، فشار خون، ضربان قلب، همودینامیک، تمرین مقاومتی، سالمندان

نسخه پذیرفته شده پیش از انتشار

مقدمه

سالمندی پدیده‌ای اجتناب ناپذیری است که با خاتمه رشد در همه اشخاص به تدریج شروع شده و در نتیجه آن کارآیی بدن کاهش می‌یابد. در میان تغییرات فیزیولوژیکی، ساختاری و عملکردی که به واسطه افزایش سن و کاهش فعالیت بدنی رخ می‌دهد، تغییر در عوامل همودینامیکی نظیر فشار خون، حاصلضرب ضربان در فشار[1] (RPP) و اتساع عروقی ناشی از جریان خون[2] (FMD) مهمترین تغییرات از نظر سلامت قلبی – عروقی می‌باشد. پرفشاری خون، شایعترین بیماری قلبی- عروقی در سالمندان است و هزینه درمانی و مراقبتی بالایی را به خود اختصاص می‌دهد (۱). مصرف دارو در بیماران سالمند مستلزم رعایت مسایل فراوانی از جمله تداخل دارویی می‌باشد. امروزه پژوهشگران روش‌های غیردارویی را به جای رژیم دارویی و یا در کنار رژیم دارویی توصیه می‌کنند. روش‌های غیردارویی شامل تعدیل سبک زندگی از قبیل دریافت رژیم غذایی کم سدیم، کم چربی، پر پتاسیم، پر کلسیم، کاهش وزن در افراد چاق و ورزش روزانه می‌باشد (۳، ۲).

مطالعات نشان داده‌اند که ورزش هوازی در سالمندان دارای پر فشار خونی باعث کاهش فشار خون سیستول و دیاستول به میزان ۱۱ و ۸ میلیمتر جیوه می‌شود (۴). به هر حال یک برنامه فعالیت ورزشی منظم در سالمندان باید به تدریج شروع شود و به مدت ۴۵ - ۳۰ دقیقه در اغلب روزهای هفته تداوم پیدا کند، این سطح از فعالیت می‌تواند فشار خون را بدون درمان دارویی کنترل کند (۵). در حقیقت به نظر می‌رسد که انواع فعالیت ورزشی بتواند اثرات نسبتاً مشابه‌ای روی فشار خون داشته باشد. در این راستا فورجاز و همکاران (۱۹۹۸) سه شیوه فعالیت ورزشی هوازی، مقاومتی و ترکیبی را با هم مقایسه کردند و مشاهده کردند که فعالیت هوازی و مقاومتی به تنهایی 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). به هر حال در ارتباط با تاثیر انواع دیگر ورزش‌ها و شدت پروتکل‌های مختلف تمرینی بر عوامل اثر گذار در فشار خون به ویژه 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 طولانی مدت نیستند. بنابراین این امکان وجود دارد که ورزش مقاومتی بتواند قدرت و توده عضله اسکلتی، عملکرد جسمانی و تعادل را بهبود و از بیماری حاد و عفونی مرتبط با افزایش سن جلوگیری نماید و روش موثر غیردارویی در درمان پرفشاری خونی سالمندان را معرفی نماید. در همین راستا مشخص شده است که حتی یک جلسه ورزش مقاومتی می‌تواند اثر کوتاه مدت کاهشی در فشار خون استراحتی داشته باشد، این کاهش موقت فشار خون، افت فشار خون پس از فعالیت[3] (PHE) نامیده می‌شود (۷) و از جمله دلایل آن باید به کاهش فعالیت سیستم عصب سمپاتیک و کاهش حساسیت پذیری عروق به فعالیت گیرنده‌های آلفا آدرنرژیک اشاره کرد (۸). چنین یافته‌هایی تمرینات مقاومتی را به عنوان 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

1 - Rate of Pressure Product
2 - Flow mediated dilation
3 - Post Exercise Hypertension

ساختار و عملکرد دستگاه قلبی – عروقی نیز می‌شود (۱۰) و ارتباط معنی‌داری بین میزان فعالیت ورزشی و سطح آمادگی جسمانی افراد با شاخص‌های عملکردی قلبی - عروقی مانند فشار خون متوسط شریانی، RPP و FMD وجود دارد (۱۱).

RPP از طریق کنش متقابل بین گسترش تنش و انقباض پذیری میوکارد و ضربان قلب تعیین می‌شود و به عنوان شاخص نسبی کار قلب تا حد زیادی با اندازه‌گیری مستقیم اکسیژن مصرفی میوکارد ارتباط دارد (۶). با افزایش بار کار قلب RPP نیز افزایش می‌یابد و به هنگام فعالیت، نیاز عضلهٔ قلبی را به خون کافی فراهم می‌کند و همین امر منجر به این شده است که ضربان قلب و فشار خون به ساده‌ترین و در عین حال هشدار دهنده‌ترین متغیرهای قلب و عروق تبدیل گردند. همچنین FMD به عنوان شاخص نسبی در بررسی عملکرد عروق مورد استفاده قرار می‌گیرد (۶). FMD 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. از آنجا که افزایش جریان خون منجر به تحریک اندوتلیوم و رهاسازی عوامل گشاد کننده عروقی مانند نیتریک اکسید می‌شود، اتساع شریان را در پی‌خواهد داشت و اتساع شریان در زمان پرخونی نشان دهنده عملکرد بهتر اندوتلیوم عروق خواهد بود، لذا بهبود این شاخص در نتیجه تمرینات ورزشی می‌تواند نشانگر غیر مستقیم از عملکرد بهتر اندوتلیال عروق بوده و می‌تواند آترواسکلروز و وسعت گرفتاری عروق را پیش‌بینی کند (۱۳، ۱۲).

از دیگر تغییراتی که در سالمندی رخ می‌دهد، تغییر در قدرت و تعادل می‌باشد که می‌تواند منشاء بسیاری از مشکلات در سالمندی باشد، به نحوی که مطالعات نشان داده‌اند که عدم فعالیت ورزشی منظم، یکی از عوامل مهم ایجاد کننده و تشدید کننده کاهش قدرت عضلانی و تعادل در سالمندان است (۱۴). در همین راستا به نظر می‌رسد که تمرین مقاومتی می‌تواند گزینه مناسبی برای سالمندان باشد. بنابراین دستیابی به شیوه‌های تمرینی اثر گذار بر بهبود قدرت و تعادل در سالمندان از ضرورت و اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. به هر حال با توجه به تاثیرات مثبت فعالیت ورزشی مقاومتی در افراد سالمند و لزوم مطالعه تاثیر این نوع از فعالیت به عنوان تداخل غیر دارویی بر شاخص‌های ذکر شده از ضرورت خاصی برخوردار است. لذا در مطالعه حاضر فرض ما بر این موضوع استوار است که به دنبال مداخله ۸ هفته تمرین مقاومتی در افراد سالمند، سازگاری‌های کسب شده بتواند ضمن بهبود عملکرد حرکتی (قدرت و تعادل)، تنش‌های وارد شده به سیستم قلبی - عروقی را تعدیل کند. بنابراین با توجه به پیشینه مطالعات انجام گرفته که بیشتر به صورت حاد و پروتکل‌های ورزشی هوازی صورت گرفته و تحقیقات محدود در زمینه تأثیر فعالیت ورزشی مقاومتی در سازگاری شاخص‌های همودینامیکی و عملکردی سالمندان، این مطالعه سعی بر شناسایی ویژگی‌های سازگاری طولانی مدت به تمرین مقاومتی در افراد سالمند دارد. لذا مطالعه حاضر با هدف بررسی تاثیر تمرین مقاومتی بر برخی فاکتورهای همودینامیکی و عملکردی در سالمندان انجام گرفت و بدیهی است دستیابی به پاسخ این سوال می‌تواند در تدوین برنامه‌های تمرینی اثر بخش در جامعه سالمندان راهنما و راهگشا باشد که این مهم خود یکی از ضرورت‌های پژوهش حاضر به شمار می‌رود.

روش

جامعه آماری مطالعه حا ضر شامل مردان سالمند بالای ۶۵ سال حا ضر در محل مراقبت‌های روزانه آ سای شگاه خیریه کهریزک استان البرز به تعداد ۱۰۰ نفر بود. بر اساس تعریف سازمان بهداشت جهانی کسی که سن شصت سالگی را پشت سر گذاشته باشد، سالمند است (۱۷، ۱۶)، همچنین آزمودنی‌های مطالعه حاضر را افراد با دامنه سنی ۷۵ – ۶۵ سال ت شکیل دادند. نمونه آماری مطالعه ۲۴ نفر بودند که به صورت در د سترس و هدفمند از میان جامعه مذکور انتخاب شدند و بطور ت صادفی در دو گروه برابر از نظر تعداد تجربی (n=۱۲) و کنترل (n=۱۲) قرار گرفتند. قبل از اجرای روند مطالعه، پروتکل مطالعه حا ضر در پژه شگاه علوم ورز شی بر ا ساس موازین اخلاقی وزرات علوم به شماره IR.SSRI.REC.1397.219 (۴۳۴۵۳) به ت صویب ر سید. سپس به منظور انتخاب سالمندان از طریق ارائه معرفی نامه از دان شگاه و هماهنگی قبلی با مدیر آ سای شگاه و همچنین رئیس بخش مراقبت‌های روزانه و ارائه گزارش از چگونگی انجام مطالعه در جل سه کمیته سلامت آ سای شگاه موافقت ای شان مبنی بر انجام مطالعه و در اختیار گذا شتن امکانات و آزمودنی‌ها جلب گردید، سپس با برگزاری یک جل سه، سالمندان از چگونگی انجام مطالعه آگاه شده و جهت اجرا گزینش شدند. در همین را ستا با ا ستناد به پرونده پزشکی و سلامت آزمودنی‌ها و همچنین پزشک حاضر در مرکز مراقبت‌های روزانه، سالمندان کاملا سالم که فقط از نظر فیزیولوژیکی سالمند بودند، معیارهای ورود به مطالعه نداشتن سابقه ارتوپدی در ۵ سال گذشته، نداشتن مشکل بینایی، عدم بیماری‌های قلبی، عروقی، ریوی، دیابت، سابقهٔ افتادن در یک سال گذشته، استفاده نکردن از ع صا یا واکر، توانایی در راه رفتن م ستقل، ندا شتن برنامهٔ تمرینی ورز شی منظم، عدم سابقه هرگونه مصرف داروی خاص و مکمل ورزشی در نظر گرفته شد (۱۵، ۱۴). از آزمودنی‌های مطالعه خواسته شد که در ۲۴ ساعت قبل آغاز روند مطالعه از انجام هر گونه فعالیت ورز شی و م صرف غذای چرب و پر نمک 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 مورد مطالعه بود، داشتن مشکلاتی که به منع انجام ورزش منجر می شود، دا شتن عیوب شنوایی و بینایی و همچنین دا شتن م شکلات تعادلی به عنوان معیارهای خروج از مطالعه در نظر گرفته شد (۱۵). در مطالعه حاضر محققین و شرکت کنندگان در خصوص گروه‌ها کورسازی نشده بودند و فقط در سطح تجزیه و تحلیل آماری کورسازی صورت گرفت، به این ترتیب که کارشناس آمار نسبت به گروه‌های آزمایش آگاه نبود.

اندازه‌گیری عملکرد اندوتلیالی ناشی از پاسخ دهی شریان براکیال : پس از ارزیابی‌های آنتروپومتریک (۱۷) و قبل از هرگونه آزمون، فعالیت بدنی و ورزش و دقیقا یک روز قبل از آغاز مطالعه، محقق سعی بر انجام آزمون عملکرد اندوتلیالی ناشی از پاسخ دهی شریان براکیال (FMD) کرد. بدین صورت که یک روز قبل از آغاز مطالعه شاخص FMD آزمودنی‌ها پس از ۱۲ ساعت نا شتایی بین ساعات ۱۲ – ۱۰ صبح همان روز تو سط پز شک متخ صص سونوگرافی م ستقر در درمانگاه آ سای شگاه خیریه کهریزک کرج مورد ارزیابی قرار گرفت. عملکرد اندوتلیالی از طریق پا سخ شریان بازویی به طور غیر تهاجمی اندازه‌گیری شد. در این آزمون بازوی سالمند بر روی سطحی قابل تنظیم ثابت بود و جریان خون تو سط د ستگاه پروب (پروب ۷/۵ مگاهرتز یا پروب شماره ۲ د ستگاه

سونوگرافی داپلر مدل M-Turbo ساخت 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 (به طوری که آزمودنی سالمند ۱۰ دقیقه در وضعیت درازکش قرار داشت) اندازه‌گیری شد. سپس، کاف زیر آرنج به مدت ۵ دقیقه و به مقدار ۵۰ میلیمتر جیوه بالاتر از فشار سیستولی فرد باد گردید و هنگام خالی شدن باد، تغییرات قطر رگ اندازه‌گیری شد. تصاویر تا ۹۰ ثانیه پس از تخلیه باد، سه بار تکرار شد و بیشترین اندازه به عنوان قطر ثانویه در نظر گرفته شد و ۱۰ دقیقه پس از خالی شدن هوا دوباره تصویر به منظور 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، از طریق فرمول مربوط به محاسبه FMD درصد تغییرات گشادی شریان وابسته به اندوتلیوم در هر یک از سالمندان اندازه‌گیری شد (۱۸).

$$\%FMD = \frac{\text{قطر اولیه سرخرگ} - \text{قطر ثانویه سرخرگ}}{\text{قطر اولیه سرخرگ}} \times 100$$ فرمول ۱.

آزمون برخاستن و راه رفتن زماندار[1] (TUG) : این آزمون با پایایی ۹۹٪ به عنوان آزمونی عملکردی در مطالعه حاضر و به منظور پیش بینی خطر افتادن اجرا شد تا تاثیر پروتکل تمرین مقاومتی اجرا شده در مطالعه بر تعادل پویای شرکت کنندگان به عنوان یک فاکتور وابسته به قدرت عضلانی و سازگاری‌های عصبی در دو گروه کنترل و تجربی ارزیابی شود. این آزمون شامل سه مرحله : برخاستن از صندلی، ۳ متر راه رفتن، چرخیدن و برگشتن است که زمان اجرای آزمون به عنوان متغیر وابسته به وسیله زمانسنج اندازه‌گیری شد. از هنگامی که آزمودنی حاضر بودن خود را اعلام می‌کرد، زمان سنج شروع به کار می‌کرد و در برگشت هنگامی که پشت آزمودنی با صندلی برخورد می‌کرد، زمان سنج توسط کارشناس ورزش متوقف می‌شد (۱۹).

آزمون دینامومتر دست : آزمون دینامومتر دست به عنوان آزمونی عملکردی در مطالعه حاضر و به منظور پیش بینی قدرت ایستای دست[2] انجام شد تا تاثیر پروتکل تمرینی اجرا شده در مطالعه بر قدرت شرکت کنندگان در دو گروه کنترل و تجربی ارزیابی شود. به منظور سنجش قدرت ایستا دست از دینامومتر دست مدل (YAGAMI TY-300i, Nagoya, Japan) استفاده شد. برای اندازه‌گیری قدرت عضلانی ایزومتریک دست، انگشتان در دستگیره دینامومتر قرار می‌گیرد و بدون حرکت دادن بازو با حداکثر فشار دستگیره را فشار می‌دهد. هر آزمودنی سه مرتبه مورد آزمون قرار گرفت و بالاترین عددی که به دست آمد، به عنوان قدرت عضلانی ایستای دست توسط کارشناس ورزش ثبت شد.

آزمون قدرت بیشینه : به منظور تعیین میزان شدت بکار برده شده برای هر آزمودنی در پروتکل تمرینی مورد مطالعه، برای تمام حرکات پروتکل تمرین مقاومتی مورد مطالعه، آزمون حداکثر قدرت انجام گرفت. به این صورت که از روش برزیسکی، آزمودنی‌های شرکت کننده تحت نظر مربی و کارشناس ورزش، حداکثر ۸ – ۶ تکرار از هر حرکت را انجام داده سپس میزان وزنه جابجا شده و تکرارها در فرمول گذاشته شده (((۰۲۷۸ /۰ ×

1 - Timed Up and Go Test
2 - Isometric hand strength

تعداد تکرار تا خ ستگی) - ۱/۰۲۷۸) / وزنهٔ جا به جا شده (کیلوگرم)= یک تکرار بی شینه) و حداکثر قدرت محاسبه گردید (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 500C ساخت 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 کاملا آرام و در شرایط استراحت باشد. آزمونگر دو بار فشار خون را اندازه‌گیری کرد و فاصله استراحت بین هر بار اندازه‌گیری ۵ دقیقه بود. کلیه یادداشت و ثبت اطلاعات توسط فرد دومی انجام شد و آزمونگر از نتایج اندازه‌گیری خود آگاه نبود. همچنین فشار خون متوسط شریانی[1] (MBP)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 ضربان سنج پلار مدل (AXN 300) به عنوان ضربان قلب استراحت تعیین شد.

محاسبهٔ حاصل ضرب دوگانه : با توجه به اینکه حاصل ضرب دوگانه به عنوان شاخص غیرمستقیم و برآوردی از میزان اکسیژن مصرفی عضلهٔ قلب به شمار می‌رود و در پیشگویی بروز بیماری عروق کرونری و ایسکمی قلبی اهمیت بالینی بسیاری دارد لذا کاهش این متغیر هنگام استراحت، نشان دهندهٔ بهبود کارایی عضلهٔ قلبی است (۷) از این رو در مطالعهٔ حاضر از این شاخص برای برآورد اکسیژن مصرفی میوکارد در قبل و پس از ۸ هفته تمرین مقاومتی در حالت استراحت استفاده شد. بنابراین با حاصل ضرب دوگانه از طریق ضرب ضربان قلب در فشارسیستولیک توسط محقق محاسبه و یاداشت شد.

ملاحظات پروتکل‌های تمرینی

در روند اجرای پروتکل‌های تمرینی مورد استفاده در مطالعه حاضر با توجه به قرار داد کادوره و همکاران (۲۰۱۰) که در افراد سالمند به کار گرفته شده بود (۲۱) و همچنین توصیه‌های ویژه کالج آمریکایی طب ورزش (ACSM) برای افراد سالمند و همچنین تاییدیه کمیته اخلاق پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی، افراد سالمند مبتلا به بیماری‌های مزمن باید قبل از انجام فعالیت ورزشی با پزشک خود مشورت کنند تا اهداف ورزشی بر اساس تولنایی 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. معیار توقف تست استرس ورزشی شامل : واماندگی ارادی، ناهنجاری معنی‌دار درECG (افت قطعه ST بیش از ۲ میلیمتر، یا پاسخ غیر طبیعی فشار خون) و بالا بودن میزان درک فشار (آزمون شفاهی بورگ، مقیاس ۱۰ واحدی) بود و با توجه به نتایج منفی (طبیعی)، تست استرس ورزش که حاکی از عدم هیچگونه تغییر الکتروکاردیوگرافیک مربوط به بیماری‌های ایسکمیک قلب بود، لذا آزمودنی‌های این مطالعه مجوز شرکت و انجام

[1] - mean blood pressure

پروتکل ورز شی مورد ا ستفاده در این مطالعه را ک سب کردند. علاوه بر این به منظور اجتناب از مانور والا سالوا (حبس نفس هنگام بردا شتن وزنه) الگوهای تنف سی هنگام تمرین مقاومتی تو سط مربی و کار شناس ورزش به تمام آزمودنی‌ها آموزش داده شد. به هر حال برای اطمینان از اینکه برنامه تمرینی، قابلیت اجرایی دارد، این برنامه در یک گروه کوچک اجرا شد و مشکلی مشاهده نشد.

پروتکل هشت هفته تمرین مقاومتی

پروتکل تمرین مقاومتی ا ستفاده شده در این مطالعه شامل ۷ حرکت جلو بازو، پ شت بازو، جلو ران، پ شت پا، قف سه سینه (باتر فلای)، سر شانه و شکم بود (۱۴). تحت نظر مربی و کار شناس ورزش آزمودنی‌ها در ۲ هفته ابتدایی هر حرکت از پروتکل ذکر شده را در ۴ دور و ۱۰ تکرار با شدت برابر ۵۰-۴۵ درصد یک تکرار بیشینه در مدت زمان ۴۰ دقیقه و با ا ستفاده از د ستگاه ویژه هر حرکت انجام دادند. ضرب آهنگ تکرارها بو سیله مترونوم تنظیم می‌شد بطوری که هر حرکت به مدت ۲ ثانیه (یک ثانیه درونگرا و یک ثانیه برونگرا) طول می‌کشید. شدت فعالیت در هفته اول در هر حرکت برای هر آزمودنی برابر با ۵۰-۴۵ در صد یک تکرار بی شینه بود و برای هر آزمودنی جنبه انفرادی داشت. پروتکل تمرین مقاومتی همراه با وهله‌های استراحتی ۶۰ ثانیه‌ای در بین هر دور و وهله‌های ا ستراحتی ۱۲۰ ثانیه‌ای در بین هر حرکت انجام گرفت. در پایان هر دو هفته ۵٪ یک تکرار بی شینه به شدت تمرین اضافه شد (جدول ۱). لازم به ذکر است به دلیل محدودیت در اجرای آزمون بیشینه در هر ۲ هفته با توجه به شرایط آزمودنی‌ها، محقق حداکثر قدرت ثبت شده تو سط هر آزمودنی در ابتدای مطالعه را ملاک افزایش شدت تمرین و رعایت ا صل ا ضافه بار قرار داد. همچنین در طول مدت مطالعه از آزمودنی‌های گروه کنترل خوا سته شد که در فعالیت‌های ورز شی شرکت نداشته با شند و به جهت رعایت حقوق سالمندان پس از انجام مطالعه، آزمودنی‌های گروه کنترل نیز پروتکل تمرینی م شابه‌ای تحت نظر مربی ورزش بخش مراقبت‌های روزانه را به انجام رساندند.

نسخه پذیرفته شده پیش از انتشار

جدول ۱. جزئیات پروتکل هشت هفته‌ای تمرین مقاومتی مورد استفاده در مطالعه

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

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

میانگین حجم پروتکل ۸ هفته تمرین مقاومتی در هفته اول و هفته هشتم (کیلوگرم)				
حرکت	دور	تکرار	هفته اول (کیلوگرم)	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

به منظور بررسی تفاوت در متغیرهای مورد مطالعه در دو گروه کنترل و تجربی، با کمک متخصص آمار از آزمون تی مستقل و همبسته به ترتیب برای بررسی اختلاف در حالت پایه و تغییرات درون گروهی در مراحل پیش آزمون و پس آزمون استفاده شد. همچنین به علت تفاوت در حالت پایه برخی متغیرها ابتدا از روش دلتا تفریق پس آزمون از پیش آزمون و سپس از آزمون تی مستقل برای بررسی اختلاف تغییرات بین گروهی در طول مداخله استفاده شد. سطح معنی‌داری $P\leq ۰/۰۵$ در نظر گرفته شده است. بنابراین در این بررسی‌ها مقدار ($P\leq ۰/۰۵$) به معنای رد فرض صفر می‌باشد. کلیه داده‌ها با استفاده از SPSS نسخه ۲۵ تجزیه و تحلیل شد.

یافته‌ها

نتایج آزمون t مستقل حاکی از عدم تفاوت معنی‌دار بین ویژگی‌های آنتروپومتریکی آزمودنی‌ها در دو گروه کنترل و تجربی در قبل از شروع مطالعه بود که این امر نشان دهنده همسان بودن هر چه بیشتر آزمودنی‌ها در هر دو گروه مورد مطالعه بود.

جدول ۲. ویژگی‌های آزمودنی‌ها در گروه‌های مورد مطالعه قبل از هشت هفته تمرین مقاومتی (M±SD)

گروه	کنترل	تجربی	مقدار p
تعداد	۱۲	۱۲	۰/۶۵۰
سن (سال)	۶۹/۸۳±۲/۴	۶۶/۴۲±۳/۷	۰/۱۵۵
قد (سانتی متر)	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 bpm	۸۳/۰۴±۱۰/۶۸	۸۲/۳۶±۵۵/۸۰	۰/۲۴۴
فشار خون سیستولیک mm/Hg	۱۴۵/۳۲±۶/۷۸	۱۴۳/۶۴±۸/۹۹	۰/۰۸۴
فشار خون دیاستولیک mm/Hg	۹۰/۲۳±۱/۹۶	۸۰/۷۲±۲/۱۱	۰/۱۱۴
فشار خون متوسط شریانی mm/Hg	۱۰۸/۳±۳/۸۵	۱۰۱/۵±۸/۳۱	۰/۰۶۲

جدول ۳. مقایسه میانگین عملکردی آزمودنی‌ها در گروه کنترل و تجربی (M±SD)

گروه	کنترل	تجربی	df	t مستقل	مقدار p مستقل
قدرت عضلات دست (kg) قبل از ۸ هفته	۱۶/۱۷±۴/۵۵	۱۶/۴۵±۲/۱۷	۱	۰/۴۰	۰/۷۸
قدرت عضلات دست (kg) بعد از ۸ هفته	۱۶/۳۱±۲/۴۴	۱۸/۷۵±۱/۵۱	۱	۴۲/۰۴	۰/۰۱۹#
Df	۱۱	۱۱			
t همبسته	۰/۸۰۱	۱/۵۰			
مقدار p همبسته	۰/۲۲	۰/۰۲۸*			
گروه	**کنترل**	**تجربی**	**df**	**t مستقل**	**مقدار p مستقل**
TUG (ثانیه) قبل از ۸ هفته	۷/۲۴±۲/۸	۶/۴۵±۴/۲	۱	۵/۷۱	۰/۱۱۴
TUG (ثانیه) بعد از ۸ هفته	۷/۳۵±۳/۲	۵/۶۰±۳/۲	۱	۱۸/۳۲	۰/۰۳۲#
Df	۱۱	۱۱			
t همبسته	۰/۷۳۱	۲/۳۸۷			
مقدار p همبسته	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 تجربی در ۸ هفته بعد تمرین.

بر اساس اطلاعات جدول شماره ۳، تحلیل نتایج آزمون t درون گروهی حاکی از افزایش قدرت عضلات دست در گروه تجربی (P=۰/۰۲۸) و کاهش معنی‌دار زمان TUG گروه تجربی (P=۰/۰۱۸) پس از هشت هفته تمرین مقاومتی بود. همچنین تحلیل نتایج آزمون t بین گروهی، نشان دهنده افزایش قدرت عضلات دست گروه تجربی (P=۰/۰۱۹) و کاهش معنی‌دار زمان TUG گروه تجربی (P=۰/۰۳۲) پس از هشت هفته تمرین مقاومتی بود.

جدول ۴. مقایسه میانگین فشار خون متوسط شریانی آزمودنی‌ها در گروه کنترل و تجربی (M±SD)

گروه	کنترل	تجربی	df	t مستقل	p مستقل
MBP (mm/Hg) قبل از ۸ هفته	۱۰۸/۳±۳/۸۵	۱۰۱/۵±۸/۳۱	۱	۰/۳۹	۰/۷۴
MBP (mm/Hg) بعد از ۸ هفته	۱۱۰/۵±۴/۴۱	۹۲/۵±۴/۱۱	۱	۰/۶۵	۰/۰۲۷#
df	۱۱	۱۱			
t همبسته	۰/۳۶۵	۰/۴۷۵			
مقدار p همبسته	۰/۴۴	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 تجربی در ۸ هفته بعد تمرین.

همچنین نتایج آزمون t درون گروهی حاکی از کاهش MBP در گروه تجربی (P=۰/۰۳۳) پس از هشت هفته تمرین مقاومتی بود همچنین تحلیل نتایج آزمون t بین گروهی، نشان دهنده کاهش میزان MBP در گروه تجربی (P=۰/۰۲۷) پس از هشت هفته تمرین مقاومتی بود (جدول ۴).

جدول ۵. مقایسه میانگین اتساع ناشی از جریان آزمودنی‌ها در گروه کنترل و تجربی (M±SD)

گروه	کنترل	تجربی	df	t مستقل	p مستقل
FMD (٪) قبل از ۸ هفته	۵/۱۹±۱/۵۵	۶/۱۲±۲/۲۱	۱	۰/۶۰	۰/۶۵
FMD (٪) بعد از ۸ هفته	۴/۹۹±۲/۹۴	۷/۳۳±۳/۸۳	۱	۲۷	۰/۰۲۲#
Df	۱۱	۱۱			
t همبسته	۰/۵۷۰	۲/۳۵۷			
مقدار p همبسته	۰/۲۹	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 تجربی در ۸ هفته بعد تمرین.

نتایج آزمون t درون گروهی نشان دهنده افزایش تغییرات FMD در گروه تجربی (P=۰/۰۱۹) پس از هشت هفته تمرین مقاومتی بود. همچنین تحلیل نتایج آزمون t بین گروهی، نشان دهنده افزایش تغییرات FMD در گروه تجربی (P=۰/۰۲۲) پس از هشت هفته تمرین مقاومتی بود (جدول ۵).

جدول ۶. مقایسه میانگین حاصل ضرب دوگانه آزمودنی‌ها در گروه کنترل و تجربی (M±SD)

گروه	کنترل	تجربی	df	t مستقل	p مستقل
RPP (bpm . mmHg) قبل از ۸ هفته	۱۲۰۷۹/۳۲±۷۰۴/۷۸	۱۱۸۷۰/۱۲±۲۲۸/۳۸	۱	۰/۳۸	۰/۴۲
RPP (bpm . mmHg) بعد از ۸ هفته	۱۱۹۸۵/۳۲±۹۱۲/۷۸	۱۰۲۴۵/۲۵±۱۱۴/۵۱	۱	۳۶/۰۷	۰/۰۲۳#
Df	۱۱	۱۱			
t همبسته	۰/۵۰۹	۱/۳۲			
مقدار p همبسته	۰/۲۴	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.

در نهایت بر اساس اطلاعات جدول شماره ۶، تحلیل نتایج آزمون t درون گروهی حاکی از کاهش RPP گروه تجربی (P=۰/۰۳۲) پس از هشت هفته تمرین مقاومتی بود. تحلیل نتایج نتایج آزمون t بین گروهی، نشان دهنده کاهش RPP گروه تجربی (P=۰/۰۲۳) پس از هشت هفته تمرین مقاومتی بود (جدول ۵).

بحث

مطالعه حاضر با هدف بررسی تاثیر بلند مدت تمرین مقاومتی بر برخی فاکتورهای همودینامیکی و عملکردی در سالمندان صورت گرفت. باتوجه به نتایج مطالعه ما، هشت هفته تمرین مقاومتی منجر به کاهش MBP، RPP، TUG و همچنین افزایش FMD و قدرت عضلات دست در سالمندان شد و این نتایج تأییدی بر اهمیت نقش ورزش به ویژه تمرین مقاومتی در بهبود شرایط همودینامیکی و عملکردی سالمندان است. نتایج مطالعه ما حاکی از افزایش قدرت عضلات دست و کاهش زمان TUG در سالمندان مورد مطالعه بود و می‌توان گفت که مداخله هشت هفته تمرین مورد مطالعه توانسته است عوامل عملکردی (قدرت و تعادل) را ارتقاء بخشد و از این رو در کیفیت زندگی سالمندان ایفای نقش کند. در مخالفت با نتایج مطالعه ما مرو و همکاران (۲۰۱۲) مشاهده کردند که 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 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 در واقع مشخص شده است که هیپرتروفی و قدرت عضلانی نیاز به رعایت اصل اضافه بار و افزایش شدت در تمرینات مقاومتی و قدرتی دارد.

در تشریح نتایج بدست آمده در رابطه با کاهش MBP می‌توان به کاهش تونوسیته وازو موتور و افزایش فعالیت عصبی پاراسمپاتیکی بدنبال تمرین ورزشی مقاومتی به عنوان علت احتمالی کمتر بودن MBP و RPP در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل اشاره کرد. همچنین احتمال افزایش واسطه‌هایی مانند نیتریک اکسید می‌تواند اثر مثبت بر افزایش تونوسیته واگی در گروه تجربی 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 می‌گردد (۲۳). کارامات و همکاران (۲۰۱۶) و سوکول و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند که که میزان بالای کراتین کیناز (CPK) 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 گردد (۲۵، ۲۴)، بنابراین سازگاری کسب شده از تمرینات مقاومتی می‌تواند در کاهش آسیب‌های سلولی و CPK و متعاقب آن کاهش فشار خون نقش داشته باشد. احتمالا تمرین

ورزشی بصورت مستقیم و غیر مستقیم منجر به کاهش پروتئین واکنشی سی[1] (CRP) می‌گردد. تمرین مستقیماً تولید سیتوکاین از بافت‌های چربی، عضلانی و سلول‌های منونکلئار را کاهش می‌دهد، بصورت غیر مستقیم حساسیت به انسولین را افزایش می‌دهد، منجر به بهبود عملکرد اندوتلیوم می‌شود و وزن بدن را کاهش می‌دهد. تمرین با افزایش آنتی اکسیدان‌ها میزان التهاب را کاهش و منجر به کاهش CRP می‌شود. CRP نیز منجر به کاهش بیان نیتریک اکسید می‌شود. لذا با اثر مثبت بر تونوسیته واگی موجب کاهش فشار خون می‌گردد (۲۶). به نظر می‌رسد هشت هفته تمرین مقاومتی موجب برتری نسبی فعالیت عصبی پاراسمپاتیک در گروه تجربی شده است. در حال حاضر بحث داغی بر منشأ احتمالی اثرات تمرین بر فعالیت پاراسمپاتیکی و برادیکاردی ناشی از آن وجود دارد و احتمالا نقش مهم باز شکل‌گیری مورفولوژیک و وضعیت الکتریکی مطرح می‌باشد. استنادات مهمی وجود دارند مبنی بر اینکه باز شکل‌گیری الکتریکی گره سینوس با تمرین تحریک می‌گردد (۲۷). در پژوهش حاضر MBP در گروه تجربی پس از هشت هفته تمرین مقاومتی کاهش یافت؛ در حالی که در گروه کنترل MBP تغییری نشان نداد. مشخص شده است که در هنگام ورزش به صورت حاد، افزایش بیشتر فشار خون سیستول و دیاستول در افراد مبتلا به پرفشاری خون مشاهده می‌شود، اما تمرین طولانی مدت سبب کاهش فشار خون در حال استراحت و در زمان ورزش در افراد مبتلا به پرفشاری خون می‌گردد که این به وسیله افزایش در واکنش گیرنده‌های بتا دو ممکن شده است، و انبساط عروقی افزایش می‌یابد. چندین مکانیسم به عنوان 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 سه ماه مداخله با شدت کم بود که علت آن را می‌توان در مداخله با تمرین هوازی، مدت و دفعات مداخله، 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). در پژوهش پترس و همکاران (۲۰۰۶) مشاهده کردند که پس از ورزش ایزومتریک کوتاه مدت با شدت پایین میانگین فشار خون سیستول قبل و بعد از مداخله کاهش معنی‌داری داشت (۲۹). در همین ارتباط مطالعات بیان کرده‌اند که ورزش طولانی مدت از طریق اثر بر روی بارو رسپتورها، ضعیف کردن کنترل بارو رفلکس و کاهش ترافیک عصب سمپاتیک، فشار خون را کاهش می‌دهند. 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 قابل ملاحظه 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 RPP در گروه تجربی بود. این سازگاری کسب شده در گروه تجربی نشان دهنده کارایی تمرین مقاومتی در کاهش بار وارده به قلب و اثر بخشی این نوع از تمرین در سالمندان

[1] - C-Reactive Protein

می‌باشد. این نتیجه با نتایج مطالعه محبی و همکاران (۲۰۱۰) ناهمسو است چرا که آن‌ها عدم تغییر در فشارخون 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 بکار برده شده اشاره کرد، به نحوی که مشخص شده است تنش‌های وارد شده به سیستم عروقی در پاسخ به تمرین مقاومتی به احتمال زیاد به نیروی تولیدی، تعداد تکرار و مدت زمان بازیافت بستگی دارد (۳۳). در واقع ایجاد مقاومت در برابر حرکات با بار متوسط تا سنگین به همراه تعداد تکرار بالا و مدت زمان بازیافت کوتاه به عنوان 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 RPP بیان شده است که ضربان قلب مهمترین عامل تعیین کنندهٔ RPP است (۳۴). با توجه به تغییرات ضربان قلب و فشار خون پس از فعالیت مقاومتی و تأثیرپذیری این دو عامل از شرایط مختلف تمرینی، RPP نیز می‌تواند تغییر کند. بهبود در قدرت عضلانی ناشی از تمرین مقاومتی، موجب کاهش در میزان RPP 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 RPP پس از تمرینات ورزشی تأثیر فیزیولوژیک مورد انتظار در پاسخ به تمرینات ورزشی است. توجیه احتمالی برای این نتایج، سازوکارهای فیزیولوژیکی درگیر در پاسخ کم فشار خونی احتمالاً عوامل متسع کنندهٔ اندوتلیوم، مانند پروستاگلاندین‌ها، نیتریک اکساید، آدنوزین و پتاسیم هستند و موجب کاهش مقاومت محیطی عروقی می‌شوند (۳۴).

هشت هفته تمرین مقاومتی در سالمندان منجر به افزایش FMD شد و این نتیجه با نتایج مطالعه خورشیدی و همکاران (۲۰۱۸) که نشان دادند، وزنه برداران در هر سه حالت پایه، اوج اتساع وابسته به اندوتلیوم و اوج انقباض وابسته به تون سمپاتیکی به طور معنی‌داری از اندازهٔ مجرای شریان بازویی بزرگتری نسبت به گروه کنترل برخوردارند همسو می‌باشد (۳۵). معدود مطالعات مقطعی که به بررسی و مقایسهٔ ورزشکاران قدرتی و گروه کنترل کم تحرک پرداخته‌اند، بزرگتر بودن اندازهٔ حفرهٔ مجرای شریان بازویی در ورزشکاران قدرتی را گزارش کرده‌اند، به طوریکه یافته‌های مطالعه ما نیز با نتایج مطالعات پیشین روی صخره نوردان (۳۴)، ورزشکاران توانی نخبه[1] (۳۷)، جودوکاران (۳۸) و ورزشکاران قدرتی نخبه[2] (۳۹) همخوانی دارد. در این زمینه، ارلی و همکاران (۲۰۱۷) در دو مطالعهٔ مروری مجزا به ترتیب به بزرگتر بودن مجرای پایه و اوج اندازهٔ مجرای شریانی افراد تمرین کرده 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)

1 - Elite power athletes
2- Elite strength athletes

نیز در مطالعهٔ طولی بر روی افراد داوطلب سالم نشان دادند، شش ماه تمرین مقاومتی موجب افزایش معنی‌دار اندازهٔ پایه و اوج اتساع مجرای شریان بازویی شده است (۴۲). در مجموع، نتایج مطالعاتی از این نظریه حمایت می‌کنند که اندازهٔ شریان به واسطهٔ دو فاکتور نیازهای متابولیک بافتی و عوامل همودینامیک تعیین می‌شود (۳۵)، به طوریکه برخی مطالعات، همبستگی معنی‌داری را بین افزایش تودهٔ بدن و بزرگتر شدن اندازهٔ مجاری شریانی گزارش کرده‌اند (۳۳).

نتیجه گیری نهایی

یافته‌های پژوهش حا ضر ن شان داد که انجام تمرین مقاومتی می‌تواند با بهبود عوامل همودینامیکی نظیر MBP، RPP و FMD بار وارده به سیستم قلبی – عروقی را کاهش داده و از بروز مشکلات و بیماری‌های قلبی – عروقی مرتبط با افزایش سن و سالمندی پیشگیری کند. همچنین با افزایش قدرت عضلات و تعادل در سالمندان مورد مطالعه خطر افتادن را کاهش و کیفیت زندگی در آنان افزایش خواهد یافت. بنابراین با احتیاط می‌توان گفت که انجام تمرینات مقاومتی که از شدت و حجم کافی برخوردار با شند می‌تواند به عنوان مکمل تمرینات هوازی در سالمندی مورد توجه قرار گیرد. با این وجود به دلیل اینکه بتوان نتایج تحقیق حا ضر را به طور قاطع به م صرف تمرین مقاومتی نسبت داد پیشنهاد می شود که تمرینات هوازی و ترکیبی نیز مورد برر سی قرار گیرد. همچنین پیشنهاد می‌شود پژوهشی مشابه بر روی آزمودنی‌های سالمند زن ورزشکار و غیر ورزشکار صورت پذیرد تا بدین و سیله تاثیر جن سیت و سازگاری ن سبت به ا سترس فعالیت بدنی برر سی گردد. از محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به این مو ضوع ا شاره کرد که زمان ا ستراحت آزمودنی‌ها در ساعات خارج از مطالعه که در آ سای شگاه ح ضور ندا شتند قابل کنترل نبود. همچنین با توجه به این که مطالعه در مرکز نگهداری روزانه سالمندان انجام شد، محققین و شرکت کنندگان در خ صوص گروه‌ها کور سازی ن شده بودند، بنابراین تعمیم پذیری این مطالعه باید با احتیاط انجام شود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

پروتکل مطالعه حاضر در پژهشگاه علوم ورزشی بر اساس موازین اخلاقی وزرات علوم به شماره IR.SSRI.REC.1397.219 (۴۳۴۵۳) به تصویب رسید.

حامی مالی

این مطالعه برگرفته از رساله دکتری سجاد کرمی تحت عنوان تاثیر تمرین مقاومتی بر بیان ژن HIF-1α، SDF-1α، VEGF و تعداد سلول‌های پیش ساز اندوتلیال بافت خون پس از یک جلسه فعالیت مقاومتی در افراد سالمند در دانشگاه شهید رجایی تهران می‌باشد.

مشارکت نویسندگان

تمامی نویسندگان در نگارش مقاله به یک اندازه مشارکت داشته‌اند.

نسخه پذیرفته شده پیش از انتشار

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از رساله مقطع دکترای فیزیولوژی ورزش می‌باشد و بدین وسیله از اساتید محترم برای ارایه نظرات مفید و ارزنده در به انجام رساندن این مطالعه و همچنین از موسسه خیریه کهریزک کرج و تمامی آزمودنی‌های شرکت کننده کمال تشکر و قدردانی را دارم.

نسخه پذیرفته شده پیش از انتشار

منابع

1. Kemi OJ, Wisløff U. High-intensity aerobic exercise training improves the heart in health and disease. Journal of cardiopulmonary rehabilitation and prevention 2010;30 (1) :2-11.
2. Sesso HD, Stampfer MJ, Rosner B, 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): 80 :1-7.
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. Am J Hypertens 2005; 18 (1): 88-98.
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. Rev Bras Fisioter 2012; 16(2): 114-21
5. Craven RF, Hirnle CJ, Jensen S. Fundamentals of nursing: human health and function. 7th ed. Philadelphia, PA: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins, 2012; p. 653.
6. Forjaz C.L.D.M, Matsudaira Y, Rodrigues F, Nunes N, Negrão C. 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): 1247-1255.
7. Kenney M.J., Seals D.R. Postexercise hypotension. Key features, mechanisms, and clinical significance. Hypertension 1993; 22(5): 653-664.
8. Halliwill J., Taylor J.A., Eckberg D.L. Impaired sympathetic vascular regulation in humans after acute dynamic exercise. The Journal of physiology 1996; 495(1):279-288.
9. Teixeira L, RittiDias R.M, Tinucci T, Júnior D.M, Forjaz C.L. Post-concurrent exercise hemodynamics and cardiac autonomic modulation. European Journal of applied Physiology 2011 111(9): 2069-2078.
10. Ross M.D, Wekesa A.L, Phelan J.P, Harrison M. Resistance exercise increases endothelial progenitor cells and angiogenic factors. Medicine and Science in Sports & Exercise 2014; 46, 1. 16–23.
11. Charakida M, Masi S, Lüscher TF, Kastelein JJ, Deanfield JE. Assessment of atherosclerosis: the role of flow-mediated dilatation. Eur Heart J 2010; 31: 2854-2861.
12. Schächinger V, Britten MB, Zeiher AM. Prognostic impact of coronary vasodilator dysfunction on adverse longterm outcome of coronary heart disease. Circulation 2000; 101: 1899-1906.
13. Tremblay JC, Pyke KE. Flow-mediated dilation stimulated by sustained increases in shear stress: a useful tool for assessing endothelial function in humans? Am J Physiol Heart Circ Physiol 2018; 314: 508-520.
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. Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism 2020; 22 (4) :337-348.

15. Mohaqeqi Kamal S H, Basakha M. Prevalence of Chronic Diseases Among the Older Adults in Iran: Does Socioeconomic Status Matter. Salmand: Iranian Journal of Ageing 2022; 16 (4) :468-481.
16. Tayeri S, Jafari M, Alimohammadzadeh K, Hosseini S M, Shahanaghi K. A Conceptual Model for Iranian Older Women's Health: A Review Study. Salmand: Iranian Journal of Ageing 2021; 16 (3) :304-329.
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. J Arak Uni Med Sci 2015; 17 (10) :65-73.
18. Naidu OA, Rajasekhar D, Latheef S. Assessment of endothelial function by brachial artery flow mediated dilatation in microvascular disease. Cardiovasc Ultra 2011; 9: 1-5.
19. Aslankhani MA, Farsi AR, 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. Iranian Journal of Ageing 2015; 10(1):16-25.
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. Sci J Iran Blood Transfus Organ 2019; 16 (2) :124-132.
21. Cadore E.L, Pinto R.S, Lhullier F.L.R, Correa C.S, Alberton C.L, S S Pinto S.S, Almeida A, Tartaruga M.P. Physiological effects of concurrent training in elderly men. Int J Sports Med. 2010; 31(10):689-97.
22. Mero AA, Hulmi JJ, Salmijärvi H, Katajavuori M, Haverinen M, Holviala J. Resistance training induced increase in muscle fiber size in young and older men. European Journal of Applied Physiology 2012; 113(3):641–50.
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.
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. J Hy pertens 2016; 34(12):2418-26.
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.
26. Kasapis C, Thompson PD. The effects of physical activity on serum C-re active protein and inflammatory markers: A systematic review. J Am Coll Cardiol 2005; 45(10):1563-9.
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. J Appl Physiol 2017; 123(3):684-5.
28. Hosseiny M, Farahani Z, Shiri H, AbedSaeidi J, AlaviMajd H, Hamidizadeh S. The effects of low intensity aerobic exercise on blood pressur. J Shahrekord Univ Med Sci 2007; 9(2): 14-9.

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. Int J Cardiol 2006;110(2): 199-205.
30. Wallace JP. Exercise in hypertension. A clinical review. Sports Med 2003; 33(8): 585-98
31. Mohebbi H, Rahmani-Nia F, Vatani DS, 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.
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.
33. Jorge L.R, James P.W, Rajesh R.R, Sandra K, Kevin T.B, Brooke C.H. A PGC-1α Isoform Induced by Resistance Training Regulates Skeletal Muscle Hypertrophy. Cell 2012;151,6,1319-31
34. Fahs CA, Rossow LM, Loenneke JP, Thiebaud RS, Kim D, Bemben DA. 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.
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. Journal of Sport Biosciences 2020;10(1):59-75.
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; 19;15(4):296-304.
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; 24;8(1):54718.
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.
39. Bigi M.A, Aslani A. Aortic root size and prevalence of aortic regurgitation in elite strength trained athletes. The American journal of cardiology 2007; 1;100(3):528-30.
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; 1;37(2):77-89.
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; 1;116(7):1289-96.
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; 1;591(5):1265-75.