Journal of Sport and Exercise Physiology
Summer 2022/Vol.15/No.2/84-94

The effects of eight weeks circuit resistance training on some endothelial markers, blood pressure and lipid profiles in pre-hypertensive obese women

Hengameh Moradian [1 *], Sedigheh Hosseinpour Delavar [1], Ali Zabet [2]

1 Department of physical education. Kermanshah branch, Islamic Azad University, Kermanshah, Iran.

2 Department of physical education, Kangavar branch, Islamic Azad University, Kangavar, Iran.

Original Article

Abstract

Purpose: Endothelial dysfunction is the fastest symptom of vascular dysfunction in obese individuals also the onset of pre-hypertension development and along with lipid profiles can lead to dangerous cardiovascular diseases. The aim of this study was to investigate the effects of eight weeks circuit resistance training (CRT) on some endothelial markers, blood pressure and lipid profiles in pre-hypertensive obese women.

Methods: For this purpose, 24 pre-hypertensive obese women (age 44.73 ± 4.43 years, body max index 32.39 ± 3.8kg/m^2, systolic blood pressure 13.21 ± 0.61 and diastolic 8.65 ± 0.33 mmHg) were randomly assigned to CRT and Control groups. CRT group performed circuit resistance training for eight weeks, three sessions per week and each session was 50 to 60 minutes. Resistance movements performs in the form of three circles and nine stations, including four upper body movements (chest press, lateral pull down, seated cable row, biceps cable curl) and three lower body movements (leg press, seated leg extension, leg curl), and two core-body movements (crunch and back extension) with 12-15 repetitions, which according to the recommendations of the American Heart Association was 40% 1RM for upper body and 60% 1RM for lower body movements. Control group didn't have any training activities during the intervention. Blood pressure, anthropometric measurements and blood samples were collected 48 hours before the intervention and 48 hours after the last training session.

Results: The results showed that eight weeks of circuit resistance training can significantly reduce body fat percentage (P = 0.005), waist to hip ratio (P = 0.043), systolic (P = 0.001) and diastolic (P = 0.002) blood pressure and triglycerides (P = 0.043) and significantly increase nitric oxide levels (P= 0.008).

Conclusion: It seems that eight weeks of CRT can decrease blood pressure by decline some lipid profile and also increase in nitric oxide levels by increase in capillary network in active muscles, and vascular flexibility.

Keywords: Obesity, Pre-hypertension, Circuit resistance training, Nitric oxide, Endothelin-1.

How to cite this article: Moradian H, Hosseinpour Delavar S, Zabet A. The effects of eight weeks circuit resistance training on some endothelial markers, blood pressure and lipid profiles in pre-hypertensive obese women. Journal of Sport and Exercise Physiology 2022;15(2): 84-94

*Corresponding Author; E-mail: Delavar2009@yahoo.com
DOI: 10.52547/joeppa.15.2.84

Received: 23/08/2021 Revised:07/10/2021 Accepted: 16/10/2021

نشریه فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی
تابستان ۱۴۰۱/ دوره ۱۵/ شماره ۲/ صفحه‌های ۸۴-۹۴

اثر هشت هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای بر برخی نشانگرهای اندوتلیالی، فشار خون و نیمرخ لیپیدی در زنان چاق مبتلا به پیش - پرفشار خونی

هنگامه مرادیان[۱]، صدیقه حسین پور دلاور[۱*]، علی ضابط[۲]

۱ دانشکده تربیت بدنی، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران.
۲ دانشکده تربیت بدنی، واحد کنگاور، دانشگاه آزاد اسلامی، کنگاور، ایران.

مقاله پژوهشی

چکیده

هدف: اختلال اندوتلیالی، سریعترین نشانه‌ی بروز اختلال عروقی در افراد چاق و آغاز توسعه‌ی پیش-پرفشارخونی است و همراه با شاخص‌های لیپیدی می‌تواند به بیماری‌های قلبی-عروقی خطرناک منجر شود. هدف از این مطالعه تعیین اثرات تمرین مقاومتی دایره‌ای بر برخی نشانگرهای اندوتلیالی، فشارخون و نیمرخ لیپیدی در زنان چاق مبتلا به پیش - پرفشارخونی بود.

روش‌ها: به این منظور ۲۴ زن چاق مبتلا به پیش-پرفشارخونی (با میانگین سن ۴۴/۷۳±۴/۴۳سال، شاخص توده‌ی بدن ۳۲/۳۹±۳/۸ کیلوگرم بر متر مربع ، سطح فشارخون سیستولی ۱۳/۲۱±۰/۶۱ و دیاستولی ۸/۶۵±۰/۳۳ میلی‌متر جیوه)، به طور تصادفی در دو گروه کنترل و تمرین مقاومتی دایره‌ای قرار گرفتند. گروه تمرین به مدت هشت هفته، هر هفته ۳ جلسه و هر جلسه ۵۰ تا ۶۰ دقیقه تمرین مقاومتی دایره‌ای شامل ۳ دایره و ۹ ایستگاه متشکل از چهار حرکت بالاتنه (پرس سینه، کشش پایینی، قایقی به صورت نشسته، جلوبازو) و سه حرکت پایین تنه (پرس پا، جلوران دستگاه، پشت ران دستگاه) و دو حرکت میان تنه (کرانچ شکم و باز شدن کمر) را با ۱۵-۱۲ تکرار اجرا کردند که شدت تمرین بر اساس توصیه‌های انجمن قلب آمریکا برای حرکات بالاتنه ۴۰ درصد 1RM و برای حرکات پایین تنه ۶۰ درصد 1RM بود. گروه کنترل طی مداخله هیچ‌گونه فعالیت تمرینی نداشتند. فشارخون، اندازه‌های آنتروپومتریکی و نمونه‌های خونی ۴۸ ساعت قبل از اجرای مداخله و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین اندازه‌گیری شدند.

نتایج: نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که هشت هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای می‌تواند سبب کاهش معنادار درصد چربی بدن (P=۰/۰۰۵)، نسبت کمر به لگن (P=۰/۰۴۳)، فشار خون سیستولی (P=۰/۰۰۱) و دیاستولی (P=۰/۰۰۲) و تری‌گلیسرید (P=۰/۰۴۳) شده و سطوح نیتریک اکساید را به طور معنادار افزایش دهد (P=۰/۰۰۸).

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد هشت هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای می‌تواند با کاهش برخی سطوح لیپیدی، افزایش شبکه مویرگی در عضلات فعال و افزایش انعطاف‌پذیری عروق، سبب افزایش نیتریک اکساید و در نتیجه کاهش فشارخون شود.

واژه‌های کلیدی: چاقی، پیش-پرفشارخونی، تمرین مقاومتی دایره‌ای، نیتریک اکساید، اندوتلین-۱.

* نویسنده مسئول: رایانامه: Delavar2009@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۰۱ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۰/۰۷/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۷/۲۴

مقدمه

روند افزایشی چاقی، آن را به یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های سلامتی در دنیا تبدیل کرده که علاوه بر افزایش مرگ و میر با انواع بیماری‌ها در ارتباط است. از جمله بیماری‌های قلبی-عروقی، فشارخون، دیابت، دیس لیپیدمی، سرطان و ... . در این میان فشار خون بالا از مهمترین عوامل بروز آترواسکلروز، نارسایی قلبی و سکته قلبی است. پرفشارخونی در میان زنان نسبت به مردان شیوع بیشتری دارد و کمتر قابل کنترل است. پیش-پرفشارخونی حالتی است که در آن فشارخون افراد بالاتر از حد بهینه (فشارخون سیستولی ۱۳۹-۱۲۰ و فشارخون دیاستولی ۸۹-۸۰ میلی متر جیوه) باشد (۱). از عوامل تأثیرگذار در سلامت قلب و عروق، لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL)، لیپوپروتئین با چگالی پایین (LDL)، کلسترول و تری‌گلیسرید هستند. غلظت HDL ،LDL و همچنین نسبت آنها در پلاسما، عوامل اعلام خطر در ابتلا به بیماری قلبی می‌باشند. از جمله این بیماری‌ها آترواسکلروز است که می‌تواند توسط بروز برخی علائم بالینی شناسایی شود (۲). سازوکارهای مؤثر در توسعه آترواسکلروز عروقی، عمدتاً به آسیب لایه‌ی اندوتلیال عروقی و در نتیجه اختلال عملکرد آن مربوط می‌شود. تنظیم تون عروقی، عملکرد اصلی و مهم در اندوتلیوم عروقی است که با ساخت و رهایش مواد مؤثر در انقباض و اتساع سلول‌های عضلات صاف عروقی انجام می‌شود. تغییرات ایجاد شده در سطوح اندوتلیالی سبب تحریک سازوکارهایی می‌شود که پرفشارخونی و بیماری‌های قلبی-عروقی را تشدید می‌کند (۳). برای مثال اندوتلین-۱(ET-۱)، در فرآیندهای فیزیولوژیکی متفاوتی مانند تنظیم تون عروقی، هومئوستاز هورمونی و انتقال عصبی شرکت می‌کند و عملکرد اصلی آن افزایش فشارخون و تنش عروقی است که سبب تحریک عوامل بیماری قلبی و توسعه آنها می‌شود. پپتایدهای بزرگ پیش-پرواندوتلین توسط اندوپپتیدازها شکافته شده و ET-1 اصلی را تشکیل می‌دهند که توسط آنزیم‌های تبدیل کننده اندوتلین (ECE) به ET تبدیل می‌شود. اتصال ET-1 به گیرنده‌های ET_A و ET_B مسیر فسفولیپاز c-اینوزیتول تری فسفات را فعال کرده که سبب افزایش Ca^{2+} داخل سلولی شده و منجر به فسفوریلاسیون میوزین کیناز و انقباض عضلات صاف عروقی می‌گردد. فعال‌سازی دستگاه ET-1 در شروع و توسعه بیماری عروقی آترواسکلروز نقش دارد (۴). ایگناسیو و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند که ۱۲ هفته تمرین CRT می‌تواند با کاهش سطوح ET-1 سبب بهبود در اختلال اندوتلیالی شود. از طرفی، نیتریک اکساید (NO) به دلیل خاصیت متسع کنندگی عروق، آنتی‌ترومبیکی و آنتی‌میتوتیکی، مولکولی اصلی در فیزیولوژی عروق می‌باشد. کاهش NO در دسترس در گردش عمومی، عامل اصلی اختلال اندوتلیالی و همچنین به عنوان اولین قدم برای پیشرفت آترواسکلروز شناخته شده‌است. سلول‌های اندوتلیالی، NO را از اسید آمینه ال-آرژنین توسط آنزیم نیتریک اکساید سنتاز اندوتلیالی (eNOS) سنتز می‌کند. محرک‌های فیزیولوژیک (استرس برشی) و دارویی (ترومبین، استیل کولین) می‌توانند فعالیت آنزیم eNOS را با افزایش Ca^{2+} داخل سلولی، بالا ببرند. علاوه بر خاصیت متسع کنندگی، NO اثرات ضد ترومبوژنیکی هم دارد. در نتیجه، کاهش در دسترس‌پذیری زیستی NO، می‌تواند سبب بالا رفتن وضعیت پیش‌ترومبیکی و انقباضی شود که در نهایت موجب توسعه‌ی بیماری عروق و آترواسکلروز می‌گردد. از آن جایی‌که خطرات ناشی از عوامل خطرزای قلبی-عروقی مانند سکته قلبی در افراد مبتلا به پیش-پرفشارخونی ۳/۵ برابر بیشتر از افراد دارای فشار خون طبیعی است، افزایش متوسط در فشارخون می-تواند به اندوتلیوم عروقی صدمه بزند و ترمیم سلول اندوتلیالی را مختل کند (۵). در بیماران پر فشارخونی طبق تجویز پزشک، افراد از داروهای ضد فشارخون مانند بتابلاکرها و بلاک‌کننده‌های کانال کلسیم استفاده می‌کنند، اما افراد پیش - پر فشار خون کاندید مناسبی برای مصرف داروها نیستند (۶). فعالیت بدنی و تمرینات منظم به عنوان یک راه حل مناسب برای کاهش بروز التهاب، چاقی و بیماری‌های قلبی-عروقی شناخته شده‌است. پژوهش‌های مقطعی و طولانی مدت به بررسی اثرات تمرین بر نشانگرهای اندوتلیالی، پرداخته‌اند و نتایج متناقضی را گزارش کرده‌اند (۷, ۸). برخی پژوهش‌ها تأثیر تمرینات مقاومتی در کاهش فشار خون و بهبود عملکرد اندوتلیالی مثبت (۹) و برخی منفی ارزیابی کرده‌اند (۱۰). در برخی پژوهش‌ها نیز سختی عروق به دنبال تمرینات مقاومتی گزارش شده‌است (۱۱). با افزایش سن، توده عضلانی کاهش می‌یابد و ممکن است به علت کاهش نشانگرهای محافظتی ترشح شده از عضله، در سختی عروق و افزایش فشارخون نقش داشته

باشد (۱۲). همچنین بالا رفتن سن با افزایش سطوح ET-1 پلاسما همراه است که سبب انقباض عضلات و عروق، انعقاد خون و التهاب شده و در نهایت منجر به تصلب شرایین و افزایش فشارخون می‌گردد. طبق نتایج به دست آمده از پژوهش ایگناسیو و همکاران، تمرین CRT می‌تواند نشانگرهای اندوتلیالی را در زنان چاق میانسال بهبود بخشد. نتایج ثانویه پژوهش این بود که تمرینات CRT سبب بهبود فشارخون و ترکیب بدنی این افراد گردید (۱۳). در این راستا، نتایج پژوهش ثانیان (۲۰۱۹) نشان داد که متعاقب ۱۲ هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای با شدت ۴۰ تا ۶۰ درصد یک تکرار بیشینه، غلظت پلاسمایی ET-1 و فشارخون کاهش یافت اما تأثیری بر سطوح پلاسمایی NO نداشت (۱۴). ورزش می‌تواند سطوح ET-1 پلاسما و داخل سلول را کاهش دهد و با افزایش جریان خون و تنش برشی سبب بالارفتن سطوح NO شود (۱۵). بنابراین اجرای تمرین مقاومتی دایره‌ای با هدف افزایش توده عضلانی، بهبود ترکیب بدنی و ارتقاء عملکرد اندوتلیالی حائز اهمیت است. با توجه به اینکه اختلال عملکرد اندوتلیال به سختی عروق، پرفشار خونی و سایر بیماری‌های قلبی-عروقی منجر می‌شود، اهمیت عملکرد اندوتلیال باید در پیشگیری و درمان پرفشارخونی مورد توجه قرارگیرد. در مقایسه با تمرینات مقاومتی سنتی، طراحی تمرینات به شکل دایره‌ای دارای تنوع بیشتری است. در این روش، افراد در یک دوره‌ی زمانی کوتاه فعالیت (در هر ایستگاه)، حجم کار زیادی انجام می‌دهند؛ تمام قسمت‌های بدن در هر جلسه تمرین داده می‌شوند و در مجموع روشی مطلوب و کم خطر برای زنان میانسال و چاقی است که تمایل به افزایش عضله و کاهش وزن دارند. لذا این پژوهش بر آن است با توجه به گزارش نتایج متناقض و این‌که اکثر مطالعات بر روی تمرینات هوازی و مقاومتی سنتی بوده با به کارگیری تمریناتی مناسب افراد چاق و مبتلا به پیش-پر فشار خونی و رعایت اصل تنوع و سلامت دستگاه اسکلتی و مفاصل این افراد، اثرات این نوع تمرین را بر فشارخون و نشانگرهای اندوتلیالی در افرادی با توده بدن و سطوح فعالیت و وضعیت سلامتی مختلف بررسی نماید.

روش پژوهش

نمونه‌های پژوهش: جامعه آماری این پژوهش را زنان چاق و مبتلا به پیش-پرفشارخونی با دامنه‌ی سنی ۴۰ تا ۵۰ سال تشکیل دادند. پژوهشگر پس از نصب فراخوان شرکت در پژوهش، افرادی که داوطلب شرکت در پژوهش بودند را از لحاظ BMI (مساوی و بیشتر از ۳۰ کیلوگرم بر متر مربع) و شرط قرار گرفتن در محدوده فشارخون سیستولی ۱۳۹-۱۲۰ و فشار دیاستولی ۸۹-۸۰ بررسی کرده و سپس توسط پزشک معاینه شدند. ۲۴ نفر از داوطلبان واجد شرایط به صورت تصادفی برای شرکت در پژوهش انتخاب شدند. آزمودنی‌ها در خصوص اهداف و شرایط پژوهش توجیه شده و پس از تکمیل مشخصات فردی، پرسشنامه سلامت و رضایت نامه آگاهانه در پژوهش شرکت داده شدند. آزمودنی‌ها پرسشنامه مشخصات فردی در ارتباط با فعالیت بدنی و مصرف داروها را با دقت پاسخ دادند و مشخص شد که آنها از دارو یا رژیم کاهنده وزن استفاده نمی‌کردند و طی پژوهش فعالیت بدنی دیگری نداشتند. آزمودنی‌ها به صورت تصادفی (با استفاده از قرعه کشی) به دو گروه کنترل (۱۲ نفر) و گروه تمرین (CRT) (۱۲ نفر) تقسیم شدند. قبل از شروع پژوهش آزمودنی‌های گروه CRT جهت آشنایی با ابزارهای تمرینی و تکنیک انجام حرکات به باشگاه ورزشی فراخوانده شدند. از آن‌جایی که افراد در اجرای تمرینات مبتدی بودند از دستگاه‌های بدنسازی استفاده گردید. در روز بعد متغیرهای ترکیب بدنی از جمله قد، وزن، درصد چربی بدن، شاخص توده بدن، نسبت کمر به باسن و همچنین فشار خون استراحتی پس از ۵ دقیقه نشستن اندازه‌گیری شد. علاوه‌براین ۱RM حرکت های مورد نظر برای چهار هفته‌ی اول در پیش آزمون و برای چهار هفته‌ی دوم در انتهای هفته چهارم از روش غیر مستقیم و فرمول برزیسکی اندازه گیری گردید (۱۶). برنامه تمرین CRT به مدت ۸ هفته طراحی و اجرا شد. پژوهش حاضر به تأیید کمیته اخلاق پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی رسیده و با شناسه اخلاق IR.SSRC.REC.1400.069 مصوب شده‌است.

روش اجرای پژوهش: قرارداد تمرین به مدت ۸ هفته، هر هفته ۳ جلسه و هر جلسه ۵۰ تا ۶۰ دقیقه (۱۵ دقیقه گرم کردن، ۳۰ دقیقه کار با وزنه، ۱۰ دقیقه سرد کردن) بود. حرکات مقاومتی به صورت ۳ دایره و ۹ ایستگاه شامل چهار حرکت بالاتنه (پرس سینه، کشش پایینی،

قایقی به صورت نشسته، جلوبازو) و سه حرکت پایین تنه (پرس پا، جلوران دستگاه، پشت ران دستگاه) و دو حرکت میان تنه (کرانچ شکم و باز شدن کمر) اجرا شد. شدت تمرین بر اساس توصیه‌های انجمن قلب آمریکا برای حرکات بالاتنه ۴۰ درصد 1RM و برای حرکات پایین تنه ۶۰ درصد 1RM بود (۱۷). حرکات با تکرارهای ۱۵-۱۲ انجام شده و در چهار هفته دوم با 1RM مجدد انجام شدند. زمان استراحت در هر ایستگاه ۶۰ ثانیه و زمان استراحت بین ایستگاه‌ها ۱۲۰ ثانیه و به صورت استراحت غیرفعال (راه رفتن آرام) بود (۱۸). از گروه کنترل خواسته شد که از انجام هرگونه فعالیت بدنی در طول دوره‌ی پژوهش خودداری کنند. در روز بعد از آشنایی با دستگاه‌های بدنسازی و تمرین، متغیرهای ترکیب بدنی از جمله قد، وزن، درصد چربی بدن (با استفاده از کالیپر و روش سه نقطه‌ای جکسون و پولاک) (۱۹)، شاخص توده بدن، نسبت کمر به باسن و همچنین فشار خون استراحتی پس از ۵ دقیقه نشستن اندازه‌گیری شد. آزمودنی‌ها ۴۸ ساعت قبل از شروع پژوهش به صورت ناشتا و بین ساعت ۸ تا ۹ صبح، توسط آزمایش خون ارزیابی شده و فشار خون سیستولی و دیاستولی آنها در وضعیت نشسته و از دست چپ آنها اندازه‌گیری گردید. اندازه‌گیری فشارخون، سه بار و با فاصله یک دقیقه‌ای بین آنها انجام شده (۲۰) و میانگین آن به عنوان فشارخون اصلی در نظر گرفته شد.

روش‌های آزمایشگاهی: نمونه‌گیری اول خونی به صورت نشسته و از ورید بازویی انجام شد. در پایان ۴۸ ساعت پس از ۸ هفته مداخله، نمونه‌گیری خونی دوم انجام شد. نمونه‌های خون بلافاصله در لوله‌های حاوی ماده ضد انعقاد ریخته و سپس به آزمایشگاه برای اندازه‌گیری متغیرها منتقل شدند. در محل آزمایشگاه نمونه‌های خونی گرفته‌شده به درون لوله‌های سرمی ازپیش سردشده ریخته شده و نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه و با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند و بعد از جداسازی سرم به‌دست آمده، آزمایش شدند. نمونه‌گیری خونی در همه‌ی مراحل زمانی از گروه کنترل مانند گروه CRT، انجام شد با این تفاوت که گروه کنترل در جلسات تمرینی شرکت نداشتند. همچنین اندازه‌گیری متغیرهای آنتروپومتریکی و فشارخون پس از پایان ۸ هفته دوباره تکرار گردید. در این پژوهش از دستگاه فشارخون بیوور آلمان، ترازو و قدسنج مدل ساروس ساخت کشور آمریکا برای اندازه‌گیری قد و وزن آزمودنی‌ها استفاده شد. از مترنواری به منظور اندازه‌گیری محیط دورکمر آزمودنی‌ها و از کالیپر مدل هارپندن ساخت انگلستان برای برآورد درصد چربی بدن آنها استفاده شد (اندازه گیری درصد چربی بدن توسط کالیپر از سه ناحیه پشت بازو، فوق خاصره و ران مطابق با روش جکسون پولاک انجام شد). شدت تمرین براساس نسبتی از یک تکرار بیشینه و فرمول برزیسکی (۲۱) برآورد شد. برای ارزیابی نیمرخ لیپیدی از آزمایشات سطوح تری‌گلیسرید، کلسترول تام، LDL، HDL (پارس آزمون، ایران) و برای ارزیابی نشانگرهای اندوتلیالی از کیت ET-1 (Zellbio، آلمان) استفاده شد. ارزیابی NO به روش غیر مستقیم آزمون کالریمتریک نیتریت/نیترات و با استفاده از کیت سنجش NO (شرکت KPG، ایران) (۲۲) و با روش رنگ سنجی گریس بر حسب میکرومول بر میلی‌لیتر صورت گرفت.

تحلیل آماری: قبل از تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک برای کسب اطمینان از طبیعی بودن توزیع داده‌ها استفاده شد. با توجه به توزیع طبیعی داده‌ها و به منظور تجزیه و تحلیل تغییرات از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر استفاده گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها به وسیله نرم افزار SPSS ۲۳ و با سطح معناداری $p<0/05$ اندازه‌گیری شد. جداول و شکل‌ها نیز با استفاده از نرم‌افزار میکروسافت اکسل ۲۰۱۰ تهیه شدند.

نتایج

ویژگی‌های آزمودنی‌های گروه تمرین و کنترل، قبل و بعد از مداخله تمرینی در جدول ۱ نشان داده شده‌است.

نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر بین میزان تغییرات پیش‌آزمون تا پس‌آزمون بین دو گروه تمرین و کنترل در جدول ۲ آمده‌است.

نتایج آزمون نشان داد بین فشار خون زنان چاق مبتلا به پیش-پرفشارخونی در گروه تمرین CRT از پیش آزمون به پس آزمون تفاوت معنادار بود. بدین معنا که کاهش معناداری در SBP (P=۰/۰۰۱) و DBP (P=۰/۰۰۲) متعاقب ۸ هفته تمرین CRT رخ داده‌است. بین سطوح سرمی تری‌گلیسرید زنان چاق مبتلا به پیش-پرفشارخونی در گروه تمرین CRT از پیش آزمون به پس آزمون تفاوت معنادار بود (P=۰/۰۴۳) و پس از ۸ هفته

جدول۱. میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های آزمودنی‌ها قبل و بعد از ۸ هفته تمرین.

متغیر	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	تغیرات پیش تا پس‌آزمون	آماره F	سطح معناداری
وزن(kg)	کنترل	۸۰/۰۱±۸/۳۲	۸۰/۴۳±۸/۴۷	۰/۴۱۶±۰/۹۵۵	۳/۱۵	۰/۰۵۳
	تمرین	۸۲/۳۰±۱۳/۷۱	۸۱/۵۸±۱۳/۷۲	-۰/۷۲±۲/۰۰		
نسبت WHR	کنترل	۰/۸۷±۰/۰۵	۰/۸۷±۰/۰۶	۰/۰۰۰±۰/۰۳۴	۴/۶۱	*۰/۰۴۳
	تمرین	۰/۸۴±۰/۰۳	۰/۸۱±۰/۰۳	-۰/۰۲۷±۰/۰۲۷		
شاخص توده بدن (kg/m^2)	کنترل	۳۱/۷۴±۳/۲۷	۳۱/۷۴±۳/۵۱	۰/۰۰۰±۰/۵۰۵	۰/۷۵۷	۰/۳۹۴
	تمرین	۳۲/۰۴±۲/۶۸	۳۱/۵۱±۳/۹۰	-۰/۵۲±۲/۰۳		
درصد چربی بدن (٪)	کنترل	۳۹/۹۲±۳/۲۳	۴۰/۸۰±۳/۲۴	۰/۸۷۵±۱/۹۳	۹/۸۷	*۰/۰۰۵
	تمرین	۴۰/۳۶±۳/۰۱	۳۶/۴۳±۳/۹۱	--۳/۹۳±۴/۹۳		

جدول۲. نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر بین میزان تغییرات پیش‌آزمون تا پس‌آزمون بین دو گروه تمرین و کنترل

متغیر	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	تغیرات پیش تا پس‌آزمون	آماره F	سطح معناداری
تری‌گلیسرید (mg/dL)	کنترل	۱۵۷/۸۳±۴۴/۵۹	۱۶۹/۹۱±۳۹/۹۰	۱۲/۰۸±۴۰/۶۰	۴/۶۳	*۰/۰۴۳
	تمرین	۲۲۲/۸۳±۵۶/۰۶	۱۳۷/۳۳±۳۳/۶۳	-۸۵/۵۰±۵۱/۷۵		
کلسترول تام (mg/dL)	کنترل	۲۴۲/۷۵±۴۹/۶۶	۲۴۲/۰۰±۵۷/۹۶	-۰/۷۵۰±۵۰/۶۵	۲/۴۳	۰/۱۳۳
	تمرین	۲۳۵/۵۸±۳۹/۴۷	۲۳۵/۵۸±۲۷/۵۳	-۳۰/۰۰±۴۰/۶۵		
کلسترول HDL (mg/dL)	کنترل	۴۷/۶۶±۸/۶۵	۵۳/۹۱±۹/۴۸	۶/۲۵±۵/۳۷	۰/۷۷۸	۰/۳۸۷
	تمرین	۴۸/۸۳±۱۳/۴۰	۵۸/۳۳±۱۴/۶۱	۹/۵۰±۱۱/۵۷		
کلسترول LDL (mg/dL)	کنترل	۱۶۰/۵۰±۴۲/۳۷	۱۲۹/۱۶±۴۴/۱۶	-۳۱/۳۳±۴۱/۶۷	۰/۰۱۱	۰/۹۱۶
	تمرین	۱۴۰/۶۶±۲۸/۲۹	۱۰۷/۶۶±۲۳/۹۴	-۳۳/۰۰±۳۴/۵۵		
نیتریک اکساید (µmol/ml)	کنترل	۲۲/۲۱±۵/۵۲	۲۱/۸۵±۵/۶۶	-۰/۳۶۶±۲/۰۸	۸/۳۶	*۰/۰۰۸
	تمرین	۱۹/۴۱±۵/۹۲	۲۳/۸۲±۸/۷۴	۴/۴۱±۵/۳۲		
اندوتلین-۱ (Pg/ml)	کنترل	۰/۵۲۴±۰/۱۳۴	۰/۶۶۲±۰/۲۵۱	۰/۱۳۸±۰/۱۹۹	۲/۹۴	۰/۱۳۷
	تمرین	۰/۶۱۷±۰/۱۷۳	۰/۵۹۸±۰/۱۹۴	-۰/۱۹±۰/۲۳۴		
فشارخون سیستولی (mmHg)	کنترل	۱۳/۲۸±۰/۶۱	۱۳/۴۴±۰/۵۰	۰/۱۵۸±۰/۳۸۹	۲۸/۲۵	*۰/۰۰۱
	تمرین	۱۳/۱۵±۰/۶۲	۱۲/۲۰±۰/۸۲	-۰/۹۵۰±۰/۶۰۸		
فشارخون دیاستولی (mmHg)	کنترل	۸/۵۹±۰/۳۱	۸/۶۹±۰/۳۴	۰/۱۰۰±۰/۲۴۸	۱۳/۰۰	*۰/۰۰۲
	تمرین	۸/۷۱±۰/۳۵	۷/۹۷±۰/۸۸	-۰/۷۴۱±۰/۷۶۹		

تمرین CRT سطوح آن کاهش معناداری یافته‌است. سطوح نیتریک اکساید پس از ۸ هفته تمرین CRT افزایش معناداری داشت (p=۰/۰۰۸). اما میزان تغییرات در سطوح کلسترول تام (p=۰/۱۳۳)، HDL (p=۰/۳۸۷) LDL (p=۰/۹۱۶) و اندوتلین-۱ (p=۰/۱۳۷)، نسبت به گروه کنترل تفاوت معناداری نداشت.

بحث و نتیجه‌گیری

همانطور که فرض می‌شد تغییرات مثبتی در ویژگی‌های آنتروپومتریکی و ترکیب بدنی یافت شد. یافته‌های حاصل از پژوهش کاهشی معنادار در WHR و درصد چربی بدن زنان چاق مبتلا به پیش-پرفشارخونی پس از ۸ هفته تمرین CRT را نشان می‌دهد. چاقی عامل

اصلی خطر برای ایجاد اختلال اندوتلیالی است. اساساً اختلال عملکرد اندوتلیال در افراد چاق حتی در غیاب پرفشارخونی و دیابت نوع ۲ هم شایع است. از طرفی کاهش چربی احشایی بسیار بیشتر از کاهش وزن و بافت آدیپوز در بهبود عملکرد اندوتلیالی مؤثر است. بر این اساس، توده چربی احشایی باید به عنوان یک هدف درمانی قرار بگیرد. در این رابطه پژوهش روستی و همکاران (۲۰۱۵) نتایجی را منتشر کرد که نشان می‌داد یک برنامه مقاومتی دایره‌ای، علاوه بر بافت آدیپوز، چربی احشایی زنان مسن و چاق را کاهش می‌دهد (۲۳). از طرفی با توجه به این‌که یکی از محدودیت‌های تمرینات مقاومتی، ایجاد ایسکمی و افزایش سطح متابولیت‌ها در سطح عضله و ایجاد خستگی موضعی در عضله است، در تمرینات دایره‌ای به علت متنوع و چرخشی بودن حرکات خستگی کاهش یافته و برون‌ده تمرین فرد بیشتر خواهد شد (۲۴). در تمرینات CRT، ضربان قلب، هزینه متابولیک و مصرف انرژی بیشتر از تمرینات مقاومتی سنتی است و می‌تواند یک راهبرد مطلوب تمرینی برای بهبود اندوتلیال و افزایش آمادگی باشد و از آنجایی‌که با بالا رفتن سن کاهش محسوسی در جرم و قدرت عضلانی ایجاد می‌شود، تمرین مقاومتی دایره‌ای می‌تواند سبب بهبود در شاخص‌های پیکرسنجی افراد گردد (۲۵). با توجه به کاهش اندک BMI و وزن و کاهش معنادار WHR و BF٪، به نظر می‌رسد عضله سازی به میزان بیشتری صورت گرفته‌است. BMI به عنوان پرکاربردترین شاخص تعیین چاقی، تفاوت دقیقی بین توده چربی و عضله و توزیع چربی در بدن را مشخص نمی‌کند. به همین دلیل ممکن است تمرین سبب کاهش توده چربی شد، اما با افزایش میزان عضله، وزن و بالطبع BMI فرد تغییر معناداری پیدا نکند. شاخص WHR با تعیین توزیع چربی به‌خصوص در ناحیه میانی تنه شاخص بهتری خواهد بود (۲۶). نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج مطالعات متعددی همسو است (۲۷, ۲۸). با این حال، برخی مطالعات نتایجی مغایر با نتایج این پژوهش ارائه داده‌اند (۲۹, ۳۰). بر مبنای یافته‌های پژوهش می‌توان این‌گونه نتیجه‌گیری کرد که تمرین CRT می‌تواند سبب بهبود وضعیت ترکیب بدنی با کاهش WHR و افزایش میزان عضله در افراد شود.

یافته‌های پژوهش نشان داد که تمرین CRT به مدت ۸ هفته موجب کاهش معنادار فشار خون سیستولی و دیاستولی می‌گردد. این نتایج با یافته‌های برخی مطالعات همسو (۳۱,۸) و با یافته‌های برخی دیگر متناقض بود (۶, ۳۲). در این میان، پژوهش‌هایی نیز تغییر معنادار را در فقط فشار سیستولی یا دیاستولی گزارش کرده‌اند (۳۳). می‌توان مشاهده کرد بیشترین افزایش در فشارخون در تمرینات مقاومتی حاد با شدت‌های بالای متوسط است و تمرینات مقاومتی بلند مدت با شدت متوسط به دلیل افزایش شبکه مویرگی در عضلات فعال و افزایش انعطاف‌پذیری عروق می‌تواند راه حل مناسبی برای کاهش فشارخون سیستولی و دیاستولی باشد (۳۴). تمرین مقاومتی با شدت مناسب در بیماران قلبی-عروقی می‌تواند باعث افزایش حجم فیزیولوژیکی قلب شده و فشارخون در این افراد را کاهش دهد، که شدت مناسب حدود ۴۰ تا ۶۰ درصد یک تکرار بیشینه است. البته انجام تمرینات مقاومتی ایزومتریک در این افراد مناسب نیست چراکه ممکن است سبب افزایش فشارخون گردد (۳۴). بر این اساس می‌توان توصیه کرد که افراد پیش-پرفشارخون برای درمان غیر دارویی، از تمرین CRT با شدت متوسط به منظور کاهش فشارخون سیستولی و دیاستولی استفاده کنند. در نتایج حاصل از پژوهش مشخص شد که در گروه CRT، سطوح سرمی تری‌گلیسرید به‌طور معناداری کاهش یافت. سطوح کلسترول نیز متعاقب ۸ هفته تمرین کاهش داشت. بسیاری از مطالعات، نتایجی همسو با پژوهش ما (۳۵, ۳۶) و برخی نیز خلاف آن را گزارش کرده‌اند (۲۹, ۳۷). مطالعه‌ای با بررسی اثر ۸ هفته تمرین مقاومتی بر عوامل خطرزای قلبی-عروقی، گزارش کرد که تمرین مقاومتی با کاهش معنادار نیمرخ لیپیدی تری‌گلیسرید و کلسترول می‌تواند افراد را در مقابل خطر بیماری‌های CVD ایمن سازد (۳۸). ساز و کار کاهش عوامل خطرزای قلبی-عروقی را می‌توان به افزایش سطوح لیپوپروتئین لیپاز و کاهش تری‌گلیسرید لیپاز کبدی و ApoB نسبت داد. با توجه به ماهیت تمرین CRT که می‌تواند ظرفیت تنفسی را بهبود ببخشد، این نوع تمرین احتمالاً باعث سازگاری مسیر اکسایشی و در نتیجه اکسایش چربی و کاهش نیمرخ لیپیدی می‌گردد. اگرچه سازوکارهای تأثیر تمرین ورزشی بر پروفایل لیپیدی مشخص نیست، اما به نظر می‌رسد که توانایی عضلات در اکسایش چربی افزایش یافته که منجر به کاهش غلظت چربی پلاسما می‌شود. این سازوکار ممکن است شامل

افزایش لسیتین - کلسترول استیل ترانسفراز به دنبال فعالیت ورزشی و افزایش فعالیت لیپوپروتئین لیپاز (که در متابولیسم لیپید نقش دارد و باعث افزایش توانایی فیبرهای عضلانی در اکسایش لیپیدهای پلاسما مانند تری گلیسریدها و کلسترول می شود) باشد (۳۵).

از طرفی، کاهش در سطوح سرمی LDL و افزایش در سطوح سرمی HDL پس از هشت هفته تمرین CRT معنادار نبود. برخی پژوهش‌ها نشان دادند تمرینات مقاومتی نیمرخ لیپیدی افرادی را بیشتر تحت تأثیر قرار می‌دهد که از سطوح پایه پایین‌تر در عوامل خطرزای نیمرخ چربی و یا سطوح بالاتر HDL برخوردار باشند (۳۸). در این پژوهش میزان LDL به نسبت بقیه عوامل خطرزا پایین تر و سطوح HDL نیز بالا بود، احتمالاً به همین دلیل تمرین تغییر معناداری در آنها ایجاد نکرد. حیدرپور و همکاران نیز گزارش کردند که تغییر معناداری در سطوح LDL و HDL متعاقب تمرین مقاومتی در زنان رخ نداده‌است (۳۹). به نظر می‌رسد که تمرین CRT (با شدت متوسط) تحریک کافی برای تغییر سطوح سرمی LDL و HDL ایجاد نکرده‌است. براساس پژوهش بانز و همکارانش، ۱۰ هفته تمرین مقاومتی تغییری در سطوح LDL و HDL آزمودنی‌ها ایجاد نکرد، اما در همان پژوهش تمرین هوازی به مدت ۴۰ دقیقه و ۳ بار در هفته تغییرات مثبتی ایجاد کرد (۴۰). شاید از دلایل عدم افزایش معنادار HDL در این پژوهش نوع و مدت تمرین باشد. نتایج پژوهش حاضر افزایش معنادار در سطوح NO را نشان داد. این نتیجه بیان می‌کند که تمرین مقاومتی ازطریق افزایش جریان خون و فشار برشی به تحریک نیتریک اکسید سنتاز و درنتیجه، افزایش فراهمی NO و کاهش فشارخون منجر می‌شود که این مطلب در پژوهش‌های گذشته نیز بیان شده است و با مطالعه حاضر همسو هستند (۷, ۳۲). در حالی‌که مطالعه‌ای نیز خلاف آن را گزارش کرد (۴۱). علت این تناقض می‌تواند در شدت تمرینات باشد. شدت تمرین عامل تعیین کننده مهمی در افزایش عملکرد سلول اندوتلیالی است. اگرچه تمرینات مقاومتی توسط انجمن پزشکی ورزشی آمریکا برای افراد ضروری عنوان شده، اما شدت زیاد آن می‌تواند اثر مخربی بر عملکرد عروق داشته باشد. در این راستا نشان داده-شده که تمرینات مقاومتی با شدت متوسط باعث افزایش NO در افراد میانسال می‌شود، اما تأثیری بر غلظت پلاسمایی ET-1 ندارد (۴۲). پژوهشی نشان داد تمرین مقاومتی سفتی شریان را افزایش داده که در ترکیب با تمرین هوازی این سفتی کاهش می‌یابد (۴۳). از طرفی میزان پایبندی زنان میانسال و مسن در تمرینات مقاومتی به نسبت تمرینات هوازی، به طور قابل توجهی بیشتر است. در بین مدل‌های تمرینی مختلف، تمرین مقاومتی دایره‌ای تأثیرات هر دو نوع تمرین مقاومتی و هوازی را دارد. با این حال، اثر این نوع تمرین بر عوامل مؤثر در عملکرد اندوتلیالی هنوز ناشناخته است. فعالیت ورزشی با شدت متوسط، (نه شدت‌های کم یا زیاد)، اتساع عروق را از راه افزایش نیتریک اکساید تولیدی گسترش می‌دهد. فعالیت ورزشی با شدت کم، محرک مؤثری برای افزایش عملکرد سلول اندوتلیالی به شمار نمی‌رود. از سوی دیگر، تمرین خیلی شدید نیتریک اکساید سنتاز اندوتلیالی تولیدی و متعاقب آن نیتریک اکساید تولیدی را زیاد می‌کند، اما فشار اکسایشی را نیز بالا می‌برد. بنابراین نیتریک اکساید تازه تولید شده با بنیان‌های آزاد اکسیژن غیرفعال می‌شود (۴۴).

بر اساس نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر، سطوح ET-1 متعاقب ۸ هفته تمرین CRT کاهش داشت اما این کاهش معنادار نبود. این یافته با نتایج برخی تحقیقات همسو و با برخی مغایر می‌باشد. میدا و همکاران (۲۰۱۱) در پژوهش خود نشان دادند ۸ هفته تمرین مقاومتی، سه روز در هفته، باعث کاهش سطوح ET-1 می‌شود (۴۵). همچنین سیجی و همکاران در پژوهشی بر روی مردان چاق، دریافتند کاهش وزن ناشی از هرگونه فعالیت بدنی می‌تواند سطوح ET-1 را کاهش دهد (۴۶). از طرفی بررسی یکپارچه چندین مطالعه نشان داد سطوح ET-1 ممکن است طی تمرین مقاومتی افزایش یافته یا بدون تغییر باقی بماند (۴۱). به نظر می‌رسد علت این تناقض‌ها در تفاوت در نوع تمرین انتخابی باشد. تمرینات بسته به شدت، تواتر، عضلات درگیر و طول دوره می‌توانند به میزان متفاوتی بر سطوح ET-1 تأثیر بگذارند. معمولاً تمریناتی با شدت متوسط و دوره‌های طولانی‌تر سبب کاهش معنادار در سطوح ET-1 خواهند شد (۴۱). سازوکار دقیق در کاهش ET-1 پلاسما بعد از تمرین مقاومتی نامشخص است. به نظر می‌رسد تنظیم هورمون‌های تروپیک بدن بر اثر فعالیت بدنی و یا تغییرات در وزن بدن و کل توده چربی و نیز افزایش قدرت و توان عضلات اسکلتی اطراف عروق خونی

همگی باعث کاهش نیاز بدن به عملکرد سلول‌های اندوتلیال عروقی شود که در نتیجه مواد مترشحه از این سلول‌ها در پلاسما کاهش می‌یابد (۴۷). پژوهش میدا و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد که تمرین مقاومتی دایره‌ای سبب افزایش سطوح NO شده اما تغییری در سطوح ET-1 ایجاد نکرد. از آنجا که NO و ET-1 دو سوبسترا در مقابل هم هستند، عدم تغییر در یکی از آن‌ها در پاسخ به تمرین، می‌تواند کاهش یا افزایش قابل توجه در بستر دیگر باشد. مثلاً با توجه به افزایش قابل توجه NO و اثر متسع‌کنندگی آن بر عروق، دیگر نیازی به سازوکار جبرانی کاهش ET-1 وجود ندارد. سازوکار دقیق تغییرات NO و ET-1 در تمرین مشخص نیست، اما این‌گونه استنباط می‌شود که به دلیل افزایش جریان خون هنگام ورزش و بالطبع افزایش فشار برشی بر دیواره عروق، بیان ژن‌ها در اندوتلیال تغییر یافته و منجر به افزایش سطوح نیتریک اکساید و کاهش ET-1 شود (۴۲).

با توجه به پژوهش حاضر و مطالعات گذشته، تمرین طولانی مدت مقاومتی با شدت متوسط می‌تواند آثار مطلوبی بر کاهش فشار خون سیستولیک و دیاستولیک داشته باشد که بیشتر مربوط به افزایش سطوح NO پس از تمرین CRT می‌باشد. تمرینات ورزشی بلند مدت با شدت متوسط به خصوص تمرینات مقاومتی دایره‌ای به دلیل افزایش شبکه مویرگی در عضلات فعال و افزایش انعطاف‌پذیری عروق و هم‌چنین از طریق کاهش منقبض‌کنندگان عروق و افزایش متسع‌کننده‌های عروق (در رأس همه NO)، و داشتن تأثیرات هر دو نوع تمرین مقاومتی و هوازی، می‌تواند راه‌حل مناسبی برای کاهش فشارخون سیستولیک و دیاستولیک باشد و می‌توان در کنار رژیم غذایی مناسب، این نوع تمرین مقاومتی و با این شدت را برای زنان چاق پیش-پرفشارخون پیشنهاد کرد. به نظر می‌رسد تمرینات مقاومتی دایره‌ای به دلیل کافی بودن مدت و شدت فعالیت موجب تحریک تولید NO شده، با وجود این، به علت محدود بودن پژوهش‌ها درباره‌ی تمرینات CRT و نشانگرهای التهابی، پیشنهاد می‌شود برای درک ساز و کار مولکولی مربوط، مطالعات بیشتری با روش‌های متفاوت و شرایط سنی متفاوت آزمودنی‌ها انجام گیرد. همچنین، پژوهش‌های بلند مدت‌تری نیاز است تا اثر تمرین CRT در مقایسه با تمرین مقاومتی سنتی ارزیابی گردد. علاوه بر آن استفاده از دستگاه‌های بدنسازی ممکن است قابلیت تکرار این پژوهش را در صورت عدم دسترسی به تجهیزات ورزشی محدود کند. بر این اساس مطالعات آینده می‌تواند برای تسهیل تکرارپذیری آن بر وزنه‌های آزاد تمرکز کند.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از رساله‌ی دکتری و با هزینه شخصی انجام گرفته است. نویسندگان مراتب تشکر و قدردانی خود را از آزمودنی‌های پژوهش که با اشتیاق و به صورت داوطلب شرکت کردند، اعلام می‌دارند.

منابع

1. Singer, P.S., Updates on Hypertension and New Guidelines. Adv pediatr, 2019. 66: p. 177-187.
2. David Martinez-Gomez , C.J.L., Mark Hamer , Veronica Cabanas-Sanchez , Esther Garcia-Esquinas, Ellen Struijk, Kabir P Sadarangani, Physical activity without weight loss reduces the development of cardiovascular disease risk factors - a prospective cohort study of more than one hundred thousand adults. Prog Cardiovasc Dis, 2019. 62(6): p. 522-530.
3. Seravalle, G. and G. Grassi, Obesity and hypertension. Pharmacol Res, 2017. 122: p. 1-7.
4. M, I.M.C., Mechanisms of ET-1-induced endothelial dysfunction. Journal of Cardiovascular Pharmacology 2007. 50: p. 621-628.
5. Ahmadi Mozhgan , A.D.A., Shadmehri Saeedeh , Agghaei Bahmanbeglu Neda Compare the effect of eight weeks aerobic and resistance training on Oxidant, antioxidant status and lipid profile in obese girls. Sport and exercise physiology, 2018. 11(1): p. 139-152. [In Persian]
6. Amit V. Jaiswal, A.H.K., Sambhaji B. Gunjal, Prerna M. Tawde, Aashirwad A. Mahajan,Subhash M. Khatri, Effectiveness of Interval Training Versus Circuit Training Exercises on Blood Pressure, Heart Rate and Rate of Perceived Exertion in Individuals with Prehypertension. International journal of health sience and research, 2015. 5(10): p. 148-156.
7. Sharabiani S, R.H., Motamedi P, Dehkhoda MR, Kaviani M, The Effect of 8 Weeks of Combined Training on Serum Adropin and Nitric Oxide in Hypertensive Postmenopausal Women. Sport physiology and management investigations, 2018. 11(1): p. 129-143. [In Persian]
8. Allyson K. Getty, T.R.W., Lauren N. Chavis ,et al, Effects of circuit exercise training on vascular health and blood pressure. Preventive Medicine Reports 2018. 10: p. 106-112.
9. Cornelissen VA, F.R., Coeckelberghs E, Vanhees L, Impact of Resistance Training on Blood Pres-

sure and Other Cardiovascular Risk Factors. A Meta-Analysis of Randomized, Controlled Trials. Hypertension 2011. 58(5): p. 950-958.
10. Gonzales JU, T.B., Thistlethwaite JR, Scheuermann BW., Association between exercise hemodynamics and changes in local vascular function following acute exercise. . Appl Physiol Nutr Metab 2010. 36(1): p. 137-144.
11. Queiroz, A.C., H. Kanegusuku, and C.L. Forjaz, Effects of resistance training on blood pressure in the elderly. Arq Bras Cardiol, 2010. 95(1): p. 135-140.
12. Son WM, S.K., Cho JM, Park SY, Combined exercise reduces arterial stiffness, blood pressure, and blood markers for cardiovascular risk in postmenopausal women with hypertension. Menopause 2017. 24(3): p. 262-268.
13. Rosety, I., et al., (Circuit resistance training improved endothelial dysfunction in obese aged women). Nutr Hosp, 2016. 33(1): p. 17.
14. Sanian Hassan, M.H., Peerii Maghsoud The Effect of Circuit Resistance Training on Plasma Concentration of Endothelin-1, Nitric Oxide and Vascular Diameter in Elderly Men. J Clin Res Paramed Sci, 2019: p.:e80932.
15. Nyberg M, M.S., Hellsten Y, Physical activity opposes the age-related increase in skeletal muscle and plasma endothelin-1 levels and normalizes plasma endothelin-1 levels in individuals with essential hypertension. . Acta Physiol, 2013. 207(3): p. 524-535.
16. Brzycki, M., Strength testing-predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. Joperd, 1993. 68: p. 88-90.
17. Williams MA, H.W., Ades PA, Amsterdam EA, Bittner V, Franklin BA,Gulanick M, Laing ST, Stewart KJ., Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Council on clinical cardiology and council on nutrition, physical activity, and metabolism. Circulation, 2007. 116: p. 572-584.
18. Heffernan KS, Y.E., Sharman JE, Davies JE, Shih YT, Chen CH, Fernhall B, Jae SY, Resistance exercise training reduces arterial reservoir pressure in older adults with prehypertension and hypertension. Hypertens Res. , 2013. 36(5): p. 422-427.
19. Omorede E Osayande , G.N.A., Emmanuel O Obuzor, A comparative study of different body fat measuring instruments. Niger J Physiol Sci, 2018. 30(2): p. 125-128.
20. American heart association, Heart disease and stroke statistics-2009 Update. A report from the American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. Circulation, 2009. 119: p. e21-e181.
21. Brzycki, M., A Practical Approach To Strength Training. McGraw-Hill. ISBN 978-1-57028-018-4, 1998.
22. Movahed Ali, R.P., Nabipour Iraj, et al, Efficacy and Safety of Resveratrol in Type 1 Diabetes Patients: A Two-Month Preliminary Exploratory Trial. nutrients, 2020. 12(1): p. 161.
23. Rosety, M.A., et al., A short-term circuit resistance programme reduced epicardial fat in obese aged women. Nutr Hosp, 2015. 32(5): p. 2193-7.
24. Salvand GH, N.M., Shakerian S, The effect of 12 weeks of circuit resistance training course on some of the inflammatory factors in obese non-alcoholic fatty liver men. Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences 2019. 27(1): p. 1128-1140. [In Persian]
25. Afshoun Pour M, H.A., Ranjbar R, The Impact of Circuit Resistance Exercise Training on Metabolic Parameters in Type 2 Diabetics Men Jundishapur Sci Med J 2016. 15(2): p. 125-138. [In Persian]
26. Vikram, N.L., AN. Misra,A. et al., Waist-to-Height Ratio Compared to Standard Obesity Measures as Predictor of Cardiometabolic Risk Factors in Asian Indians in North India. Metabolic syndrome and disorders, 2016. 14(10): p. 1-9.
27. Mehdi zade R, H.S., The effect of resistance training on indices of lung and body composition in obese and overweight women with type 2 diabetes. Journal of sport biosiences, 2016. 7(4): p. 563-578. [In Persian]
28. Marcos-Pardo, P.J.O.-C., F. J.Gea-Garcia, G. M.Menayo-Antunez, R.Gonzalez-Galvez, N. Vale, R. G. S. Martinez-Rodriguez, A., Effects of a moderate-to-high intensity resistance circuit training on fat mass, functional capacity, muscular strength, and quality of life in elderly: A randomized controlled trial. Sci Rep, 2019. 9(1): p. 7830.
29. Soori R, K.N., Rezaeian N, Montazeri H, Effects of Resistance and Endurance Training on Coronary Heart Disease Biomarker in Sedentary Obese Women. Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism 2011. 13(2): p. 179-228. [In Persian]
30. Lynnette M. Jones .Lee Stoner J Chris Baldi , B.M., Circuit resistance training and cardiovascular health in breast cancer survivors. European Journal of cancer care, 2020. 00:e13231.
31. de Sousa, E.C., et al., Resistance training alone reduces systolic and diastolic blood pressure in prehypertensive and hypertensive individuals: meta-analysis. Hypertens Res, 2017. 40(11): p. 927-931.
32. N. Behpour, F.M., V. Tadibi, Effect of Eight Weeks Resistance Training with Citrulline-Malate Supplementation on Blood Pressure, Serum

Nitric Oxide and Vascular Endothelial Growth Factor in Resting Serum and Response to Physical Activity in Postmenopausal Women with Prehypertension. Sport Physiology, 2020. 11(44): p. 55-72. [In Persian]

33. Daryanoosh F, A.N., Sherafati Moghadam M, Dadvand S, The Effect of Resistance Training on Serum Cardiotrophin-1 Levels, Left Ventricular Hypertrophy and Blood Pressure in Hypertensive Elderly Women. Biannual JAHSSP, 2016. 3(2): p. 11-16.
34. Daryanoosh F, A.N., Sherafati Moghadam M, Dadvand SH, The Effect of Resistance Training on Serum Cardiotrophin-1 Levels, Left Ventricular Hypertrophy and Blood Pressure in Hypertensive Elderly Women. Biannual JAHSSP, 2016. 3(2): p. 11-16. [In Persian]
35. Kolahdouzi, S.B., M. Kani-Golzar, F. A. Saeidi, A. Jabbour, G. et al, Progressive circuit resistance training improves inflammatory biomarkers and insulin resistance in obese men. Physiol Behav, 2019. 205: p. 15-21.
36. Dianatinasab A, K.R., Bahramian M, Bagheri-Hosseinabadi Z, Vaismoradi M, Fararouei M ,Amanat S, The effects of aerobic, resistance, and combined exercises on the plasma irisin levels, HOMA-IR, and lipid profiles in women with metabolic syndrome: A randomized controlled trial. journal ofof Exercise Science & Fitness 2020. 18: p. 168-176.
37. Haghighi AH , H.n.M., Ravasi AS, The Effect of Resistance Training on Metabolic Profile and Insulin Sensitivity in Obese Men. journal of sport biosiences, 2009. 1(3): p. 5-19. [In Persian]
38. Crisieli M Tomeleri , A.S.R., Mariana F Souza , et al, Resistance training improves inflammatory level, lipid and glycemic profiles in obese older women: A randomized controlled trial. Exp Gerontol, 2016. 84: p. 80-87.
39. Heydarpour P , F.S., Haghighi Sh Resistance Training Effect on Lipid Profile and Body Fat Percentage of Premenopausal Women. JUNDISHAPUR JOURNAL OF CHRONIC DISEASE CARE, 2015. 4(2): p. e28339. doi: 10.5812/jjcdc.28339. [In Persian]
40. Banz WJ, M.M., Thompson WG, Bassett DR, Moore Wayne , Ashraf Muhammad , Keefer D J , Zemel M B Effect of resistance versus aerobic training on coronery artery diseases risk factors. Exp Physiol, 2003. 228: p. 434-440.
41. Tábata de Paula Facioli, M.C.B., Eloisa Maria Gatti Regueiro Effect of Physical Training on Nitric Oxide Levels in Patients with Arterial Hypertension: An Integrative Review. International Journal of Cardiovascular Sciences, 2021. ISSN 2359-4802.
42. Maeda S, M.T., Iemitsu M, Sugawara J, Nagata Y, Goto K, Resistance exercise training reduces plasma endothelin-1 concentration in healthy young humans. J Cardiovasc Pharmacol, 2011. 44: p. 443-446.
43. Ciccolo JT, C.L., Krupel KL, Longval JL., The role of resistance training in the prevention and treatment of chronic disease. Am J Lifestyle Med., 2009. 4: p. 293-308.
44. B, D.L.f., Advance cardiovascular exercise physiology. Human kinetics 2011: p. 91-210.
45. Meada s, m.t., lemitsu m, sugawara j, nagata y, goto k, resistance exercise training reduces plasma endothelin_1". Japan sport, 2011. 7(3): p. 20-31.
46. Seiji m, s.j., motoyuki j, Weight loss reduces plasma endothelin_1". I baraki japan sport, 2011. 1(3): p. 305-321.
47. Anthony j, l.a., Michael d, "the effects of aging and exercise training on endothelin_1 vasoconstrictor responses in rat. Cardiovascular research, 2005. 66: p. 393-401.