Journal of Motor and Behavioral Sciences

Journal homepage: http://www.jmbs.ir/

Original Research

Blood Pressure, Heart Rate and Rate Pressure Product Responses after Resistance Exercise Order in Middle-aged and overweight women

Mahbanou ghaderi[1*] vahid taeid[2] Mohammad Maleki[3]

١. Associate Professor,Department of Sport Sciences, ١- Nahavand Higher Education Complex, BU-Ali Sina Univesity, Hamedan, Iran.
٢. Postdoctoral student in exercise physiology, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Literature and Humanities, Lorestan University, Khorramabad, Iran
٣. PhD student in Sports Management, Department of Physical Education and Sports Sciences, Faculty of Literature and Humanities, Boroujerd University, Lorestan, Iran

ARTICLE INFO

Received: 2025/10/04
Reviewed: 2025/11/06
Revised: 2025/12/11
Accepted: 2026/01/18

Keyword:
Resistance exercise order
Blood pressure
Heart rate
Myocardial oxygen cost

ABSTRACT

Introduction: The aim of this study was to investigate the systolic (SBP) and diastolic (DBP) blood pressure, heart rate (HR) and rate pressure product (RPP) during recovery after resistance exercise order.

Methodology: This applied descriptive research was conducted using a survey method. The statistical population included all active volleyball coaches in Iraq, totaling 91 individuals (both male and female) according to the Iraqi Volleyball Federation. Data were collected using two questionnaires: the Competency Questionnaire (Mohammadi, 2015) and the Job Performance Questionnaire (Rohani et al., 2015). The validity of the questionnaires was confirmed by experts in sports management, and reliability was verified through Cronbach's alpha coefficient. Data were analyzed using SPSS and AMOS software at a significance level of 0.05.

Results: Twenty middle-aged and overweight women randomly participated in three sessions 1) resistance exercise order from large to small muscles, 2) resistance exercise order from small to large muscles and 3) control without exercise, with one week interval of each other. The subjects performed 8 resistance exercises in 3 sets of 10 repetitions at 80% of 1RM, and an interval of 2 min between the sets and exercises. SBP, DBP, HR and RPP were measured before and 0, 15, 30, 45 and 60 min after exercises.

Conclusion: In conclusion: the current research has shown that resistance exercise leads to a decrease in blood pressure and the sequence of resistance exercise does not affect the hemodynamic responses to this type of exercise

*** Corresponding Author: Mahbanou ghaderi**
Email: m.ghaderi@basu.ac.ir

مجله علمی علوم حرکتی و رفتاری، ۸ (۱۴۰۴) ۱۱۹-۱۰۹

مجله علمی علوم حرکتی و رفتاری

وب سایت: http://www.jmbs.ir/

پاسخ‌های فشارخون، ضربان قلب و هزینه اکسیژن میوکارد پس از ترتیب فعالیت ورزش مقاومتی در زنان میانسال دارای اضافه‌وزن

مهبانو قادری *[۱] وحید تایید [۲] محمد ملکی [۳]

۱. استادیار، گروه علوم ورزشی- دانشگاه بوعلی سینا- مجتمع آموزش عالی نهاوند (ویژه دختران)- همدان- ایران
۲. دانشجوی پسا دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران
۳. دانشجوی دکتری مدیریت ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی ، دانشگاه بروجرد، لرستان، ایران

اطلاعات مقاله

دریافت مقاله: ۱۴۰۴/۰۷/۱۲
تاریخ داوری: ۱۴۰۴/۰۸/۱۵
بازنگری مقاله: ۱۴۰۴/۰۹/۲۰
پذیرش مقاله: ۱۴۰۴/۱۰/۲۸

کلید واژگان

ترتیب ورزش مقاومتی
فشارخون، ضربان قلب
هزینه‌ی اکسیژن میوکارد

چکیده

مقدمه و هدف: هدف مطالعه‌ی حاضر پاسخ‌های فشارخون، ضربان قلب و هزینه‌ی اکسیژن میوکارد طی دوره‌ی ریکاوری پس از ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی بود.

روش‌شناسی: بیست زن دارای اضافه‌وزن به طور تصادفی در ۳ جلسه‌ی ۱) ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی از عضلات بزرگ به کوچک، ۲) ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی از عضلات کوچک به بزرگ و ۳) جلسه‌ی کنترل بدون فعالیت، شرکت کردند. آزمودنی‌ها ۸ حرکت را با شدت ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه، در ۳ نوبت ۱۰ تکراری و با فواصل استراحتی ۲ دقیقه‌ای بین نوبت‌ها و حرکات اجرا کردند. فشارخون، ضربان قلب و هزینه‌ی اکسیژن میوکارد، قبل از فعالیت و پس از فعالیت هر ۱۵ دقیقه و تا ۶۰ دقیقه اندازه‌گیری شد. داده‌ها با استفاده از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی در سطح $P\leq ۰/۰۵$ تجزیه و تحلیل شدند.

نتایج: فشارخون سیستولی طی ۶۰ دقیقه پس از هر دو ترتیب فعالیت در مقایسه با سطوح قبل از آن به‌طور معنی‌داری پایین بود ($P\leq ۰/۰۵$)، ضربان قلب پس از هر دو ترتیب فعالیت نسبت به سطوح پایه افزایش معنی‌دار و هزینه‌ی اکسیژن میوکارد نیز تنها تا دقیقه‌ی ۳۰ پس از هر دو ترتیب فعالیت افزایش معنی‌داری داشت ($P\leq ۰/۰۵$). همچنین در هیچ‌یک از متغیرها تفاوت معنی‌داری بین دو ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: پژوهش حاضر نشان داد، فعالیت ورزشی مقاومتی منجر به کاهش فشارخون پس از فعالیت می‌شود و ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی پاسخ‌های همودینامیکی به این نوع فعالیت ورزشی را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد.

*نویسنده مسئول: مهبانو قادری
ایمیل: m.ghaderi@basu.ac.ir

مقدمه

فشارخون بالا یکی از مهم‌ترین عوامل خطر برای بیماری‌های قلبی- عروقی است که منجر به مرگ و میر زیادی در سراسر دنیا شده است. این وضعیت با دیگر عوامل خطرزای قلبی- عروقی مانند، اضافه‌وزن و چاقی در ارتباط است، به طوری‌که با افزایش وزن خطر ابتلاء به این بیماری نیز افزایش می‌یابد. بالا رفتن سن و به دنبال آن یائسگی و کاهش هورمون های جنسی در زنان خطر بیماری های قلبی عروقی مانند فشار خون را افزایش می دهد. کاهش فشارخون اهمیت بسزایی در کاهش وقوع حوادث قلبی- عروقی دارد و فعالیت ورزشی همواره به‌عنوان روش غیردارویی و کم هزینه برای پیشگیری و درمان مشکلات فشار خون در عموم افراد توصیه شده‌است. نشان داده شده است که یک جلسه فعالیت ورزشی هوازی می‌تواند منجر به کاهش موقت فشارخون به مقادیر پایین‌تر از سطوح استراحتی قبل از فعالیت شود که به عنوان کاهش فشارخون یا هیپوتنشن پس از فعالیت PEH نامیده می‌شود . هیپوتنشن در مردان و زنان سالم و همچنین دارای پرفشارخونی گزارش شده است که ممکن است به میزان ۲- تا ۱۲- میلی متر جیوه به مدت ۱ تا ۱۲ ساعت بعد از جلسه تمرینی ادامه داشته باشد . این حالت که برای بیماران دارای اهمیت بالینی است، احتمالاً در نتیجه‌ی کاهش برون‌ده قلبی، کاهش فعالیت سیستم عصبی سمپاتیک، کاهش مقاومت عروق محیطی و همچنین تغییر در رهایی متابولیت‌های متسع کننده‌ی عروقی مانند، لاکتات و نیتریک اکساید رخ می‌دهد . فعالیت ورزشی مقاومتی با تولید متابولیکی قابل توجهی همراه است . این متابولیت‌ها می‌توانند مقاومت عروقی و فشارخون را به‌صورت کوتاه مدت کاهش دهند. این نوع فعالیت به عنوان بخشی از یک برنامه‌ی ورزشی جهت کاهش خطر بیماری‌های قلبی- عروقی در عموم افراد توصیه شده است. با این حال، اثرات قلبی- عروقی آن به‌ویژه بر فشار خون مشخص نیست . بنابراین بررسی پاسخ فشار خون پس از فعالیت به متغیرهای مختلف تمرینی ضروری به نظر می‌رسد. از سوی دیگر با توجه به تأثیر پذیری فشارخون و ضربان قلب از شرایط مختلف تمرینی بررسی تغییرات پس از فعالیت هزینه‌ی اکسیژن میوکارد (حاصل‌ضرب فشار خون سیستولی و ضربان قلب) که شاخص مهمی برای بیماری‌های قلبی عروقی است حائز اهمیت می‌باشد. طی فعالیت ورزشی مقاومتی فشارخون افزایش می‌یابد اما پژوهش‌هایی که تغییرات فشارخون پس از فعالیت ورزشی مقاومتی را مورد بررسی قرار داده‌اند نتایج متناقضی گزارش کرده‌اند. به‌طوری‌که برخی افزایش فشارخون برخی کاهش و برخی دیگر عدم تغییر آن را پس از فعالیت نشان داده‌اند. از آن-جایی‌که پاسخ‌های همودینامیکی به یک نوبت فعالیت ورزشی مقاومتی تحت تأثیر متغیرهای تمرینی این نوع فعالیت قرار می‌گیرد . بنابراین این عوامل ممکن است دلیل ناهمسو بودن نتایج این مطالعات باشد. ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی از جمله متغیرهای تمرینی مهمی است که پاسخ به تمرینات مقاومتی را تحت تأثیر قرار می‌دهد . در رابطه با طراحی تمرینات مقاومتی توصیه شده است که گروه‌های عضلانی بزرگ یا چند مفصله قبل از گروه‌های عضلانی کوچک یا تک مفصله و در ابتدای جلسه‌ی تمرینی به‌کار گرفته شوند، چرا که درگیرشدن گروه‌های عضلانی بزرگ در ابتدای جلسه‌ی تمرینی منجر به فراخوانی تعداد بیشتری از تارهای عضلانی و در نهایت ایجاد تنش و نیروی بیشتری می‌شود. علاوه‌براین با فعالیت تعداد بیشتری از تارهای عضلانی نیاز به جریان خون در ناحیه‌ی فعال افزایش می‌یابد. افزایش جریان خون از یک طرف و فعالیت تارهای عضلانی بیشتر از سوی دیگر منجر به افزایش رهایی متابولیت‌های متسع کننده‌ی عروقی می‌شود که پیامد آن کاهش مقاومت عروقی است . از آن‌جایی که کاهش فشارخون پس از فعالیت ممکن است در نتیجه‌ی کاهش پایدار در مقاومت عروقی باشد . این احتمال وجود دارد که تغییر در میزان متابولیت‌های متسع کننده‌ی عروقی منجر به تغییر در پاسخ‌های همودینامیکی شود. براساس مطالب فوق و همچنین با توجه به این‌که برخی مطالعات محیط متابولیکی‌تری را پس از ترتیب فعالیت از عضلات بزرگ به کوچک در مقایسه با ترتیب فعالیت از عضلات کوچک به بزرگ گزارش کرده‌اند . بنابراین ممکن است پس از ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی از عضلات بزرگ به کوچک و برعکس کاهش فشارخون متفاوتی ایجاد گردد. از این رو در پژوهش حاضر پاسخ‌های فشارخون، ضربان قلب و هزینه‌ی اکسیژن میوکارد پس از ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی از عضلات بزرگ به کوچک و برعکس در زنان سالمند دارای اضافه‌وزن مورد بررسی قرار گرفت.

روش شناسی

بیست زن دارای اضافه‌وزن که به طور تصادفی از بین زنان شهرستان نهاوند انتخاب و به عنوان آزمودنی در این پژوهش شرکت کردند. تمام آزمودنی‌ها میانسال (۴/۵۳± ۵۹/۶۳)، دارای اضافه‌وزن (۲۹/۹ ≥BMI≥ ۲۵)، غیر سیگاری و فاقد سابقه‌ی بیماری‌های قلبی- عروقی بودند، هیچ‌گونه دارویی مصرف نمی‌کردند و طی ۶ ماه گذشته فعالیت ورزشی منظم نداشتند. ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها در جدول ۱ ارائه شده‌است. قبل از شروع آزمون اطلاعات لازم در مورد مراحل انجام پژوهش و خطرات و ناراحتی‌های احتمالی به آزمودنی‌ها داده شد و همه‌ی آن‌ها رضایت‌نامه‌ی شرکت در پژوهش و پرسش‌نامه‌های ثبت سلامت و آمادگی شرکت در پژوهش را تکمیل کردند. سپس طی دو جلسه مجزا در روزهای متوالی فشارخون استراحتی افراد، در حالی- که به مدت ۲۰ دقیقه در وضعیت نشسته، روی صندلی استراحت می- کردند، در دقایق ۱۰، ۱۵ و ۲۰ اندازه‌گیری شد. آزمودنی‌هایی که میانگین فشارخون سیستولی و دیاستولی آن‌ها در این دو جلسه به ترتیب بیشتر از ۱۳۹ و ۸۹ میلی‌متر جیوه بود از آزمون کنار گذاشته

شدند. طی جلسه‌ی بعدی ویژگی‌های آنتروپومتریکی شامل قد، وزن، BMI اندازه‌گیری شد. آزمودنی‌ها طی دو جلسه با تکنیک درست اجرای حرکات و همچنین با محیط سالن ورزشی آشنا شدند. سپس حداکثر قدرت عضلانی آن‌ها در حرکات موردنظر، طی دو جلسه با فاصله‌ی ۴۸ ساعت از یکدیگر و با استفاده از فرمول برزیسکی تعیین شد. پس از این مراحل آزمودنی‌ها در روزهای مجزا با فاصله‌ی یک هفته از یکدیگر و به‌طور تصادفی در ۳ جلسه‌ی ۱) فعالیت مقاومتی با ترتیب عضلات بزرگ به کوچک (پرس پا، پرس سینه، قایقی، اکستنشن زانو، سرشانه، فلکشن زانو، جلو بازو، پشت بازو) ۲) فعالیت مقاومتی با ترتیب عضلات کوچک به بزرگ(پشت بازو، جلو بازو ، فلکشن زانو، سرشانه، اکستنشن زانو،قایقی، پرس سینه، پرس پا) و ۳) جلسه‌ی کنترل بدون فعالیت شرکت کردند. در جلسات آزمون، ابتدا آزمودنی‌ها به مدت ۲۰ دقیقه روی صندلی نشسته و برای به‌دست آوردن مقادیر استراحتی، فشارخون و ضربان قلب از دقیقه‌ی ۱۰ هر ۵ دقیقه اندازه‌گیری شد و در دقیقه‌ی پایانی جهت تعیین مقدار پایه‌ی لاکتات ۱ سی‌سی خون از سیاهرگ بازویی دست راست آزمودنی‌ها گرفته شد. در ادامه آزمودنی‌هایی که به طور تصادفی برای یکی از فعالیت‌های مقاومتی انتخاب شده بودند به انجام فعالیت مقاومتی با ترتیب عضلات بزرگ به کوچک و یا ترتیب فعالیت از عضلات کوچک به بزرگ پرداختند که حدود ۶۰ دقیقه به طول انجامید. تمام حرکات با شدت ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه، در ۳ نوبت، ۱۰ تکرار در هر نوبت و با سرعت حرکت متوسط (۲ ثانیه برای هر یک از مراحل درونگرا و برونگرا و در مجموع ۴ ثانیه) و فواصل استراحتی ۲ دقیقه‌ای بین نوبت‌ها و حرکات اجرا شد. پس از پایان فعالیت‌های مقاومتی، آزمودنی‌ها روی صندلی در وضعیت راحت استراحت کردند و جهت تعیین تغییرات غلظت لاکتات خون، خون‌گیری بلافاصله پس از پایان فعالیت مقاومتی و به شیوه‌ای مشابه با قبل از فعالیت انجام گرفت. همچنین فشارخون و ضربان قلب آزمودنی‌ها بلافاصله و هر ۱۵ دقیقه، به مدت ۶۰ دقیقه بعد از فعالیت اندازه‌گیری شد. جلسه کنترل کاملاً مشابه جلسات فعالیت مقاومتی بود با این تفاوت که در این جلسه آزمودنی‌ها به‌جای انجام فعالیت مقاومتی، به مدت ۶۰ دقیقه که برابر با مدت زمان اجرای فعالیت مقاومتی بود در وضعیت راحت، روی صندلی نشستند. در این جلسه فشارخون، ضربان قلب، هزینه‌ی اکسیژن میوکارد و لاکتات خون در زمان‌های مشابه با جلسات فعالیت مقاومتی اندازه‌گیری شد. از آزمودنی‌ها خواسته شده بود تا روز قبل از جلسات آزمون رژیم غذایی روزانه‌ی خود را ثبت کنند تا در هر سه جلسه به لحاظ تغذیه‌ای از شرایط مشابهی برخوردار باشند. به آن‌ها توصیه شده بود تا از مصرف مواد کافئین‌دار و همچنین انجام فعالیت بدنی سنگین ۴۸ ساعت قبل از شرکت در جلسات خودداری کنند و آخرین وعده‌ی غذایی خود را حداقل ۲ ساعت قبل از شروع جلسات دریافت کنند. به منظور کنترل تغییرات روزانه‌ی فشارخون، جلسات آزمون در زمان مشابهی از روز انجام شد. در تمامی جلسات ضربان قلب با استفاده از دستگاه ضربان‌سنج (Polar، فنلاند) و فشارخون با استفاده از فشار سنج جیوه‌ای استاندارد و گوشی پزشکی (ALPK2، ژاپن) و بر اساس اولین و پنجمین صدای کورتکوف به ترتیب به‌عنوان فشارخون سیستولی و دیاستولی اندازه‌گیری شد. هزینه‌ی اکسیژن میوکارد از حاصل‌ضرب فشار خون سیستولی و ضربان قلب محاسبه گردید. غلظت لاکتات خون نیز با استفاده از دستگاه آنالایزر گازهای خونی (GEM premier 3000، آمریکا)، به مقادیر قبل از فعالیت کاهش معنی‌داری یافته است (P≤۰/۰۵). اما تغییرات فشارخون دیاستولی معنی‌دار نبود. در مقایسه‌ی مقادیر فشارخون سیستولی و دیاستولی بین دو ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی، در هیچ‌یک از دقایق پس از فعالیت تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین مقادیر فشارخون سیستولی در تمام دقایق پس از هر دو ترتیب فعالیت با جلسه‌ی کنترل تفاوت معنی‌داری داشت درحالی‌که چنین تفاوتی در فشارخون دیاستولی مشاهده نشد (جدول۲). جدول ۲. میانگین و انحراف به روش گازهای خونی سیاهرگی (VBG: Venous Blood Gas) و با استفاده از خون هپارینه به‌دست آمد. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و در صورت مشاهده‌ی تفاوت معنی‌دار جهت تعیین محل تفاوت‌ها از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS (نسخه‌ی ۲۱) و در سطح P≤۰/۰۵ تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها

جدول۱. ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها

ویژگی	میانگین ± انحراف معیار
سن (سال)	۵۹/۶۳ ±۴/۵۳
قد (سانتی‌متر)	۱۵۸ ±۰/۰۴
وزن (کیلوگرم)	۷۱/۸۴ ± ۴/۵۴
شاخص توده‌ی بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۸/۵۵ ± ۰/۹۵

فشار خون: نتایج نشان داد، فشارخون سیستولی در تمام دقایق پس از فعالیت ورزشی مقاومتی با ترتیب عضلات بزرگ به کوچک و برعکس، نسبت

معیار فشارخون (میلی‌متر جیوه) در زمان‌های مختلف

	عضلات بزرگ به کوچک	عضلات کوچک به بزرگ	کنترل
فشارخون سیستولی			
قبل از فعالیت	۱۲۰/۳±۳۸/۷۸	۱۲۰/۳±۵۰/۱۲	۱۲۰/۳±۱۳/۶۸
بلافاصله بعد از فعالیت	#*۱۴۷/۴±۷۵/۶۸	#*۱۴۸/۴±۱۳/۴۲	۱۲۰/۳±۳۸/۸۹
۱۵ دقیقه بعد از فعالیت	#*۱۰۷/۰±۲۵/۴۶	#*۱۰۷/۰±۱۳/۳۵	۱۲۰/۳±۸۸/۷۶
۳۰ دقیقه بعد از فعالیت	#*۱۰۶/۰±۲۵/۴۶	#*۱۰۶/۰±۲۵/۴۶	۴±۱۲۱
۴۵ دقیقه بعد از فعالیت	#*۱۰۵/۰±۱۳/۳۵	#*۰±۱۰۵/۵۳	۱۲۱/۳±۱۳/۷۲
۶۰ دقیقه بعد از فعالیت	#*۱۰۵/۰±۵۰/۵۳	#*۱۰۵/۰±۵۰/۷۶	۱۲۱/۳±۳۸/۶۶
فشارخون دیاستولی			
قبل از فعالیت	۲±۷۰/۴۵	۶۹/۳±۷۵/۰۱	۶۹/۲±۸۸/۳۶
بلافاصله بعد از فعالیت	#۸۰/۱±۵۰/۹۳	#۸۰/۱±۶۳/۷۷	۶۹/۲±۶۳/۴۵
۱۵ دقیقه بعد از فعالیت	۶۸/۳±۸۸/۰۴	۶۷/۲±۷۵/۷۶	۶۹/۲±۷۵/۶۶
۳۰ دقیقه بعد از فعالیت	۳±۶۸/۴۶	۶۷/۳±۶۳/۰۲	۲±۷۰/۵۱
۴۵ دقیقه بعد از فعالیت	۶۷/۳±۷۵/۳۳	۶۷/۳±۵۰/۰۲	۶۹/۲±۷۵/۴۹
۶۰ دقیقه بعد از فعالیت	۶۷/۳±۸۸/۱۸	۶۷/۳±۷۵/۲۰	۶۹/۲±۷۵/۶۶

* تفاوت معنی‌دار با قبل از فعالیت، # تفاوت معنی‌دار با جلسه کنترل

ضربان قلب: ضربان قلب پس از هر دو ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی طی ۶۰ دقیقه استراحت، نسبت به مقادیر قبل از فعالیت به طور معنی‌داری افزایش داشت ($P\leq ۰/۰۵$) اما تغییرات آن بین دو ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی به لحاظ آماری معنی‌دار نبود. همچنین در مقایسه‌ی تغییرات ضربان قلب بین ترتیب فعالیت از عضلات بزرگ به کوچک و برعکس با جلسه‌ی کنترل در تمام دقایق پس از فعالیت تفاوت معنی‌دار مشاهده شد ($P\leq ۰/۰۵$) (جدول ۳). هزینه‌ی اکسیژن میوکارد: در جدول ۳ میانگین و انحراف معیار هزینه‌ی اکسیژن میوکارد پس از ترتیب فعالیت از عضلات بزرگ به کوچک، کوچک به بزرگ و جلسه‌ی کنترل نشان داده شده است. در مقایسه با پیش از فعالیت، هزینه‌ی اکسیژن میوکارد در دقایق ۱۵ و ۳۰ پس از هر دو ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی به طور معنی‌داری افزایش داشت ($P\leq ۰/۰۵$). در تمام دقایق پس از فعالیت تفاوت معنی‌داری در هزینه‌ی اکسیژن میوکارد بین دو ترتیب فعالیت ورزشی مشاهده نشد. هزینه‌ی اکسیژن میوکارد در دقیقه‌ی ۱۵ پس از هر دو ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی و در دقیقه‌ی ۳۰ پس از ترتیب فعالیت از عضلات کوچک به بزرگ به طور معنی‌داری بالاتر از جلسه‌ی کنترل بود ($P\leq ۰/۰۵$).

جدول ۳. میانگین و انحراف معیار ضربان قلب (ضربه در دقیقه) و هزینه‌ی اکسیژن میوکارد (میلی‌متر جیوه در ضربه در دقیقه) در زمان‌های مختلف

	عضلات بزرگ به کوچک	عضلات کوچک به بزرگ	کنترل
ضربان قلب			
قبل از فعالیت	۷۰/۱±۶۳/۴۱	۷۰/۱±۵۰/۴۱	۷۱/۳±۶۳/۹۳
بلافاصله بعد از فعالیت	#*۱۵۴/۳±۵۰/۴۲	#*۱۵۵/۳±۳۸/۸۹	۷۰/۱±۶۳/۱۹
۱۵ دقیقه بعد از فعالیت	#*۱۰۲/۴±۷۵/۷۷	#*۱۰۱/۴±۶۳/۳۴	۷۰/۱±۲۵/۲۸
۳۰ دقیقه بعد از فعالیت	#*۹۳/۴±۷۵/۷۷	#*۹۴/۳±۷۵/۸۱	۷۰/۱±۵۰/۲۰
۴۵ دقیقه بعد از فعالیت	#*۹۲/۵±۸۸/۶۲	#*۵±۹۲/۶۸	۷۰/۱±۲۵/۳۹

۶۰ دقیقه بعد از فعالیت	#*۸۸/۷±۶۳/۲۳	#*۸۸/۷±۳۸/۱۵	۷۰/۱±۱۳/۷۳
هزینه‌ی اکسیژن میوکارد			
قبل از فعالیت	۸۵۰۳/۳۷۶±۵۰/۱۱	۸۴۹۵/۲۹۲±۶۳/۵۷	۸۴۵۵/۳۲۸±۱۳/۹۱
بلافاصله بعد از فعالیت	#*۲۲۸۲۱/۶۹۴±۶۳/۴۳	#*۲۳۰۱۶/۹۴۵±۷۵/۷۳	۸۵۰۲/۳۲۷±۱۳/۲۹
۱۵ دقیقه بعد از فعالیت	#*۱۱۰۲۰/۵۲۵±۳۸/۰۱	#*۱۰۸۸۶/۴۷۳±۸۸/۹۱	۳۲۲±۸۴۹۲/۸۶
۳۰ دقیقه بعد از فعالیت	*۹۹۵۹/۴۸۱±۷۵/۸۴	#*۱۰۰۶۷/۴۱۸±۶۳/۶۷	۸۵۳۲/۳۶۹±۳۸/۹۸
۴۵ دقیقه بعد از فعالیت	۹۷۶۳/۵۹۸±۸۸/۳۶	۹۶۵۹/۵۸۳±۲۵/۶۰	۸۵۰۹/۳۲۰±۳۸/۹۶
۶۰ دقیقه بعد از فعالیت	۹۳۴۹/۷۵۲±۱۳/۹۵	۹۳۲۴/۷۷۲±۶۳/۰۳	۳۷۲±۸۵۱۳/۹۹

* تفاوت معنی‌دار با قبل از فعالیت، # تفاوت معنی‌دار با جلسه کنترل

لاکتات: نتایج نشان داد، لاکتات خون بلافاصله بعد از هر دو ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی نسبت به مقادیر قبل از فعالیت افزایش معنی‌داری داشته است ($P\leq ۰/۰۵$)، اما تفاوتی در مقادیر لاکتات خون بین دو ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی مشاهده نشد. همچنین مقادیر لاکتات خون پس از هر دو ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی نسبت به جلسه‌ی کنترل به طور معنی‌داری بالاتر بود ($P\leq ۰/۰۵$) (جدول ۴).

جدول ۴. میانگین و انحراف معیار لاکتات خون (میلی‌مول بر لیتر) قبل و بلافاصله بعد از جلسات

	عضلات بزرگ به کوچک	عضلات کوچک به بزرگ	کنترل
قبل از فعالیت	۰/۹۳ ± ۰/۱۴	۱/۰۱ ± ۰/۱۶	۱/۰۴ ± ۰/۱۱
بلافاصله بعد از فعالیت	#*۵/۱۸ ± ۱/۱۸	#*۴/۱۸ ± ۱/۱۷	۱/۰۱ ± ۰/۱۲

* تفاوت معنی‌دار با قبل از فعالیت، # تفاوت معنی‌دار با جلسه کنترل

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از مطالعه‌ی حاضر بررسی پاسخ‌های فشارخون، ضربان قلب و هزینه‌ی اکسیژن میوکارد پس از ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی از عضلات بزرگ به کوچک و برعکس بود. یافته‌های ما نشان داد که یک جلسه فعالیت ورزشی مقاومتی با ترتیب عضلات بزرگ به کوچک و برعکس در زنان سالم و دارای اضافه‌وزن منجر به کاهش معنی‌دار فشارخون سیستولی به مدت ۶۰ دقیقه و عدم تغییر معنی‌دار فشارخون دیاستولی می‌شود. با توجه به عدم تغییر فشارخون سیستولی در جلسه-ی کنترل احتمالاً کاهش در فشارخون سیستولی پس از فعالیت در مطالعه‌ی حاضر ناشی از تأثیر فعالیت ورزشی مقاومتی بوده و تغییرات طبیعی و روزانه‌ی فشارخون در کاهش آن نقشی نداشته است. از آن-جایی‌که متغیرهای تمرینی فعالیت ورزشی مقاومتی نقش مهمی در پاسخ‌های همودینامیکی به این نوع فعالیت ورزشی دارند، فرض بر این بود که ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی از عضلات بزرگ به کوچک و برعکس منجر به پاسخ‌های متفاوت فشارخون پس از فعالیت شود. اما در پژوهش حاضر تفاوتی در میزان و تداوم کاهش فشارخون بین دو ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی مشاهده نشد که نشان می‌دهد تغییرات ایجاد شده در فشارخون ناشی از فعالیت ورزشی مقاومتی بوده است، نه بزرگی یا کوچکی عضلات به‌کار گرفته شده در ابتدای فعالیت. اثر فعالیت ورزشی مقاومتی بر تغییرات فشارخون پس از فعالیت مشخص نیست و کاهش، عدم تغییر و حتی افزایش آن پس از فعالیت مقاومتی گزارش شده است. فیشر و همکاران (۲۰۰۱) نیز، کاهش فشارخون سیستولی و عدم تغییر فشارخون دیاستولی را پس از فعالیت ورزشی مقاومتی کل بدن در آزمودنی‌های با فشارخون طبیعی گزارش کردند . در پژوهش حاضر نیز تنها برای فشارخون سیستولی، کاهش قابل توجهی مشاهده شد که همسو با نتایج مطالعات قبلی است . احتمالاً علت اصلی حساسیت بیشتر فشارخون سیستولی نسبت به فشارخون دیاستولی به کاهش پس از فعالیت، وضعیت استراحتی آزمودنی‌ها پس از پایان جلسه‌ی تمرینی باشد. آزمودنی‌های ما در طول ۶۰ دقیقه‌ی پس از فعالیت در وضعیت نشسته روی صندلی بودند. نشان داده شده است که فشارخون سیستولی در وضعیت نشسته در مقایسه با وضعیت خوابیده بیشتر کاهش پیدا می‌کند . در مطالعه‌ی پلیتو و همکاران (۲۰۰۹) فشارخون سیستولی تا یک ساعت پس از ده نوبت ده تکراری حرکت اکستنشن زانو به طور معنی‌داری پایین‌تر از سطوح قبل از فعالیت بود. درحالی‌که در همین مطالعه پس از ده نوبت ده تکراری حرکت خم کردن بازو تغییری در فشار خون سیستولی مشاهده نشد .لیما و همکاران (۲۰۱۳) نیز عدم تغییر فشارخون سیستولی را به ترتیب پس از فعالیت مقاومتی با عضلات بالاتنه و کل بدن گزارش کردند . چندین عامل ممکن است این نتایج متضاد را توضیح دهد. از جمله‌ی این عوامل می‌توان به وضعیت آزمودنی‌ها پس از فعالیت ورزشی اشاره کرد. در مطالعه‌ی لیما و همکاران (۲۰۱۳) آزمودنی‌ها بلافاصله بعد از جلسه‌ی تمرینی به انجام فعالیت‌های روزانه خود پرداختند که این امر ممکن است کاهش در فشارخون پس از فعالیت ورزشی را به تأخیر اندازد . چرا که نشان داده شده است، انجام فعالیت‌های روزانه می‌تواند فعالیت سیستم عصبی سمپاتیک را افزایش داده و از این طریق منجر

به افت کاهش فشارخون سیستولی و دیاستولی پس از فعالیت شود . از دیگر علل تفاوت در نتایج این مطالعات می‌توان به متغیرهایی چون توده‌ی عضلانی درگیر و شدت فعالیت اشاره کرد. از جمله مکانیزم‌های فیزیولوژیکی که می‌تواند اثر توده‌ی عضلانی بر فشارخون پس از فعالیت ورزشی مقاومتی را توضیح دهد، کاهش مقاومت عروقی در نتیجه‌ی افزایش رهایی مواد متسع کننده‌ی عروقی است. زمانی‌که توده‌ی عضلانی زیادتری حین فعالیت ورزشی مقاومتی درگیر شود نیاز به جریان خون در ناحیه‌ی فعال افزایش پیدا می‌کند. افزایش جریان خون منجر به رها شدن بیشتر مواد متسع کننده‌ی عروقی از توده‌ی عضلانی فعال و در نهایت کاهش مقاومت عروقی و کاهش بیشتر فشارخون می‌شود . شدت فعالیت ورزشی مقاومتی نیز می‌تواند به واسطه‌ی تجمع متابولیت‌ها، در نتایج متناقض مطالعات سهیم باشد. فعالیت ورزشی مقاومتی با شدت‌های پایین‌تر با تجمع متابولیکی کم-تری همراه است چراکه فعالیت با شدت پایین منجر به کاهش جریان خون عضلات، کاهش به‌کارگیری تارهای عضلانی و تنش تولیدی می‌شود که همگی از عوامل مهم تجمع متابولیت‌ها می‌باشند. در مطالعه‌ی حاضر فعالیت مقاومتی با شدت ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه اجرا شد و با توجه به نتایج به‌دست آمده غلظت لاکتات خون پس از هر دو ترتیب به طور معنی‌داری بالاتر از مقادیر قبل از فعالیت بود، اما بین دو ترتیب تفاوت معنی‌داری در پاسخ لاکتات مشاهده نشد. مطالعات ارتباط مثبتی بین تجمع لاکتات و کاهش مقاومت عروقی و فشار خون پس از فعالیت ورزشی گزارش کرده‌اند . با توجه به این که در مقادیر لاکتات خون و همچنین کاهش فشارخون پس از فعالیت مقاومتی با ترتیب عضلات بزرگ به کوچک و برعکس تفاوت معنی-داری مشاهده نشد، بنابراین پژوهش ما نیز نقش احتمالی لاکتات را در کاهش فشارخون پس از فعالیت تأیید می‌کند. در پژوهش حاضر ضربان قلب پس از هر دو ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی نسبت به مقادیر قبل از فعالیت به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است و تفاوتی در مقادیر ضربان قلب بین دو ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی در تمام دقایق پس از فعالیت مشاهده نشد. افزایش ضربان قلب پس از فعالیت ورزشی مقاومتی توسط دیگر مطالعات نیز نشان داده‌شده است . فعالیت ورزشی مقاومتی ممکن است منجر به کاهش حجم پلاسما و در نهایت کاهش حجم ضربه‌ای، برون‌ده قلبی و فشارخون شود. این کاهش فشارخون از طریق کاهش در فعالیت گیرنده‌های قلبی با یک واکنش افزایشی در فعالیت سمپاتیکی قلب همراه است که منجر به افزایش ضربان قلب می‌شود. در پژوهش حاضر نیز با توجه به کاهش فشار خون پس از فعالیت احتمالاً این توالی بیان شده منجر به افزایش ضربان قلب پس از هر دو ترتیب فعالیت وزشی مقاومتی شده است. همچنین در پژوهش حاضر هزینه‌ی اکسیژن میوکارد تا دقیقه‌ی ۳۰ پس از هر دو ترتیب فعالیت مقاومتی نسبت به مقادیر قبل از فعالیت افزایش معنی‌دار داشت. ضربان قلب مهم‌ترین عامل تعیین کننده‌ی هزینه اکسیژن میوکارد می‌باشد. با توجه به این‌که تغییرات هزینه‌ی اکسیژن میوکارد درتمام زمان‌های اندازه‌گیری شده پس از هر دو ترتیب فعالیت با تغییرات ضربان قلب همسو بود. بنابراین تغییرات هزینه‌ی اکسیژن میوکارد در پژوهش حاضر را می‌توان به تغییرات ضربان قلب نسبت داد. بطور کلی یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد، فعالیت ورزشی مقاومتی منجر به کاهش فشارخون پس از فعالیت می-شود و ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی یا به عبارتی بزرگی یا کوچکی عضلات به‌کار گرفته شده در ابتدای فعالیت، پاسخ‌های همودینامیکی به این نوع فعالیت ورزشی را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد. بنابراین می‌توان پیشنهاد داد که افراد کم تحرک و دارای اضافه وزنی که تمایل به استفاده از فعالیت ورزشی مقاومتی به منظور بهره‌گیری از فواید این تمرینات مانند جلوگیری از پوکی استخوان، فواید قلبی عروقی و عضلانی را دارند می‌توانند از هر دو ترتیب فعالیت در طراحی برنامه‌ی تمرینی خود استفاده نمایند.

منابع

1. Mendes R, Sousa N, Garrido N, Cavaco B, Quaresma L, Reis VM. Can a single session of a community-based group exercise program combining step aerobics and bodyweight resistance exercise acutely reduce blood pressure? Journal of Human Kinetics. 2014;43:49.

2. del Pozo-Cruz J, del Pozo-Cruz B, Bies ER, Alfonso-Rosa R, Navas P, López-Lluch G. Hypotensive acute effect of a combined resistance and walk-based exercise among over 65-year old community-dwelling women. Revista Andaluza de Medicina del Deporte. 2012;5(2):41-7.

3. Pescatello LS, Franklin BA, Fagard R, Farquhar WB, Kelley GA, Ray CA. Exercise and hypertension. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2004;36(3):533-53.

4. Kanaley J, Sames C, Swisher L, Swick A, Ploutz-Snyder L, Steppan C, et al. Abdominal fat distribution in pre- and postmenopausal women: the impact of physical activity, age, and menopausal status. Metabolism-Clinical and Experimental. 2001;50(8):976-82.

5. Cardoso Jr CG, Gomides RS, Queiroz ACC, Pinto LG, da Silveira Lobo F, Tinucci T, et al. Acute and chronic effects of aerobic and resistance exercise on ambulatory blood pressure. Clinics. 2010;65(3):317-25.

6. Lima AHRdA, Forjaz CLdM, Silva GQdM, Lima APA, Lins Filho OL, Cardoso Júnior CG, et al. Effect of rest interval on cardiovascular responses after resistance exercise. Motriz: Revista de Educação Física. 2013;19:252-60.

7. Hogben C, MacDougall J, MacDonald J. THE EFFECTS OF EXERCISE DURATION ON POST EXERCISE HYPOTENSION. Medicine & Science in Sports & Exercise. 1999;31(5):S57.

8. Ciolac EG, Guimarães GV, Bortolotto LA, Doria EL, Bocchi EA. Acute effects of continuous and interval aerobic exercise on 24-h ambulatory blood pressure in long-term treated hypertensive patients. International journal of cardiology. 2009;133(3):381-7.

9. Pescatello LS, Bairos L, VanHeest JL, Maresh C, Rodriguez N, Moyna NM, et al. Postexercise hypotension differs between white and black women. American heart journal. 2003;145(2):364-70.

10. Veri N, Faisal TI, Khaira N, Emilda A, Magfirah M, Mutiah C, et al. Regular Gymnastics for Three Weeks Lowers Blood Pressure and Cholesterol Levels in Older Women. Medical Archives. 2022;76(1):45.

11. Melo CM, Alencar Filho AC, Tinucci T, Mion Jr D, Forjaz CL. Postexercise hypotension induced by low-intensity resistance exercise in hypertensive women receiving captopril. Blood pressure monitoring. 2006;11(4):183-9.

12. Rezk CC, Marrache RC, Tinucci T, Mion D, Forjaz CLM. Post-resistance exercise hypotension, hemodynamics, and heart rate variability: influence of exercise intensity. European journal of applied physiology. 2006;98:105-12.

13. MacDougall J, Tuxen D, Sale D, Moroz J, Sutton J. Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. Journal of applied Physiology. 1985;58(3):785-90.

14. Koltyn K, Raglin J, O'Connor P, Morgan W. Influence of weight training on state anxiety, body awareness and blood pressure. International journal of sports medicine. 1995;16(04):266-9.

15. Veloso J, Polito MD, Riera T, Celes R, Vidal JC, Bottaro M. Effects of rest interval between exercise sets on blood pressure after resistance exercises. Arquivos brasileiros de cardiologia. 2010;94:512-8.

17. Bird SP, Tarpenning KM, Marino FE. Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness: a review of the acute programme variables. Sports medicine. 2005;35:841-51.

18. Polito MD, Farinatti PT. The effects of muscle mass and number of sets during resistance exercise on postexercise hypotension. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2009;23(8):2351-7.

19. Halliwill JR, Minson CT, Joyner MJ. Effect of systemic nitric oxide synthase inhibition on postexercise hypotension in humans. Journal of applied physiology. 2000;89(5):1830-6.

20. Balsamo S, Tibana RA, Nascimento DDC, Franz CB, Lyons S, Faigenbaum A, et al. Exercise order influences number of repetitions and lactate levels but not perceived exertion during resistance exercise in adolescents. Research in sports medicine. 2013;21(4):293-304.

21. Brzycki M. A practical approach to strength training. (No Title). 1989.

22. Kispert CP, Nielsen DH. Normal cardiopulmonary responses to acute-and chronic-strengthening and endurance exercises. Physical Therapy. 1985;65(12):1828-31.

23. Fisher MM. The effect of resistance exercise on recovery blood pressure in normotensive and borderline hypertensive women. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2001;15(2):210-6.

24. Queiroz AC, Gagliardi JF, Forjaz CL, Rezk CC. Clinic and ambulatory blood pressure responses after resistance exercise. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2009;23(2):571-8.

25. Crisafulli A, Tocco F, Pittau G, Lorrai L, Porru C, Salis E, et al. Effect of differences in post-exercise lactate accumulation in athletes' haemodynamics. Applied physiology, nutrition, and metabolism. 2006;31(4):423-31.

26. Tagawa K, Ra S-G, Yoshikawa T, Maeda S. gen lic an 00.

ارجاع: مهبانو قادری، وحید تایید، محمد ملکی، پاسخ‌های فشارخون، ضربان قلب و هزینه اکسیژن میوکارد پس از ترتیب فعالیت ورزش مقاومتی در زنان میانسال دارای اضافه‌وزن، مجله علوم حرکتی و رفتاری، دوره ۸، شماره ۴، زمستان، ۱۴۰۴، صفحات ۱۱۹-۱۰۹.