

Original Article

The Effects of Resistance Training on Cardiovascular Risk Factors in Young Females with Hypertension

Marya Rahmani Ghobadi¹, Rastegar Hoseini^{2*}, Zahra Hoseini³

1. Department of Physical Education and Sports Sciences, Damavand Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2. Assistance Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Science, Razi University, Kermanshah, Iran
3. BSc Student of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

Corresponding Author: Rastegar Hoseini, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Science, Razi University, Kermanshah, Iran

Email: Rastegar.hoseini@gmail.com

Received: 3 November 2016

Revised: 7 January 2017

Accepted: 3 February 2017

ABSTRACT

Background & Objectives: Cardiovascular diseases (CVD) are the most common causes of mortality in the world. Hypertension is one of the most important risk factors for cardiovascular diseases. Decreasing blood pressure has a significant role in reducing the risk of cardiovascular events, which can be achieved by exercising. The present study aimed to evaluate the effects of a six-week resistance training on the CVD risk factors in young females with hypertension in Islamic Azad University, Damavand Branch, Iran.

Materials & Methods: This study was conducted on 18 young non-athletic females with hypertension in Damavand Islamic Azad University. The subjects were randomly divided into the experimental and control groups. Subsequently, the cardiovascular variables, heart rate (HR), systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP), nitric oxide, and rate pressure product were measured before and after the resistance exercise training.

Results: As the results of the study indicated, the HR, SBP, DBP, and rate-pressure product significantly decreased in the experimental group, compared to those in the control group ($P < 0.05$). However, nitric oxide significantly increased in the experimental group, compared to that in the control group ($P < 0.05$).

Conclusion: Considering the findings of the present study, resistance exercise can have beneficial effects on some cardiovascular factors in the young females with hypertension and lead to reduced blood pressure.

Keywords: Diastolic blood pressure (DBP), Heart rate (HR), Nitric oxide, Rate pressure product, Resistance training, Systolic blood pressure (SBP)

► **Citation:** Rahmani Ghobadi M, Hoseini R, Hoseini Z. The Effects of Resistance Training on Cardiovascular Risk Factors in Young Females with Hypertension. Tabari J Prev Med. Winter 2016; 2(4): 10-21.

آثار تمرین مقاومتی بر عوامل خطرزای قلبی- عروقی در دختران دارای پرفشاری خون

ماریا رحمانی قبادی^۱، رستگار حسینی^{۲*}، زهرا حسینی^۳

چکیده

سابقه و هدف: بیماری‌های قلبی- عروقی از جمله عمده‌ترین موارد مرگ و میر در دنیا محسوب می‌شوند. یکی از مهم‌ترین عوامل خطرناک برای بیماری‌های قلبی- عروقی، پرفشاری خون است. کاهش فشار خون، اهمیت به‌سزایی در کاهش وقوع حوادث قلبی- عروقی دارد که می‌تواند به‌وسیله فعالیت ورزشی صورت پذیرد؛ ازاین‌رو، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر شش هفته فعالیت مقاومتی بر عوامل خطرزای قلبی- عروقی در دختران تمرین‌نکرده دارای پرفشاری خون، در دانشگاه آزاد اسلامی واحد دماوند انجام شد.

مواد و روش‌ها: این پژوهش تجربی بر روی ۱۸ زن غیرورزشکار صورت گرفت و آزمودنی‌ها به‌طور تصادفی به دو گروه (تجربی و کنترل) تقسیم شدند. سپس، متغیرهای قلبی- عروقی، ضربان قلب (Heart rate: HR)، فشار خون سیستولی (Systolic blood pressure: SBP)، حاصل‌ضرب دوگانه نیتریک اکساید و هزینه اکسیژن مصرفی آن‌ها در فواصل زمانی پیش و پس از فعالیت‌های مقاومتی اندازه‌گیری گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که HR، فشارخون دیستولی (Diastolic blood pressure: DBP)، SBP و هزینه اکسیژن میوکارد (Rate pressure product : RPP) پس از اجرای فعالیت، به‌طور معناداری نسبت به گروه کنترل کاهش یافت ($P > 0.05$)؛ اما نیتریک اکساید در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل، افزایش معناداری را نشان داد ($P < 0.05$).
نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، تمرین مقاومتی می‌تواند اثرات مفیدی بر تعدادی از شاخص‌های قلبی- عروقی دختران دارای پرفشاری خون داشته باشد و آن را پس از فعالیت کاهش دهد.

واژه‌های کلیدی: تمرین مقاومتی، حاصل‌ضرب دوگانه، نیتریک اکساید، هزینه اکسیژن مصرفی، SBP، HR

۱. گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دماوند، تهران، ایران
۲. استادیار، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۳. دانشجوی کارشناسی تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی دانشگاه گیلان، گیلان، ایران

نویسنده مسئول: رستگار حسینی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

پست الکترونیک:

Rastegar.hoseini@gmail.com

دریافت: ۱۳۹۵/۸/۱۳

اصلاحیه: ۱۳۹۵/۱۰/۱۸

ویراستاری: ۱۳۹۵/۱۱/۱۵

مقدمه

در عصر حاضر، زندگی بشر روز به روز به سمت ماشینی شدن، کم تحرکی و عدم فعالیت پیش می‌رود که این امر باعث بروز مشکلات فراوانی برای بدن انسان، به‌ویژه سیستم قلبی- عروقی شده است. یکی از این مشکلات، بیماری پرفشاری خون (Hypertension) می‌باشد. مشکلات قلبی- عروقی، یکی از اصلی‌ترین دلایل مرگ و میر به‌شمار می‌رود و پرفشاری خون نیز از جمله مهم‌ترین عوامل خطر ساز برای مشکلات قلبی محسوب می‌شود (۱). با افزایش وزن، خطر ابتلا به بیماری پرفشاری خون افزایش می‌یابد. نتایج مطالعات حاکی از این است که چاقی، یکی از عوامل دخیل در افزایش خطر مبتلا شدن به پرفشاری خون می‌باشد (۲،۳). کاهش فشار خون استراحتی در افراد طبیعی و به‌ویژه افراد مبتلا به پرفشاری خون، اهمیت به‌سزایی به‌لحاظ کاهش خطر مشکلات قلبی- عروقی دارد (۱). فعالیت ورزشی می‌تواند یکی از راه‌کارهای غیردارویی برای جلوگیری، کاهش و درمان مشکلات فشار خون در عموم افراد باشد (۴). علاوه بر این، فعالیت ورزشی هوازی بر کاهش فشار خون استراحتی مؤثر بوده و می‌تواند عاملی غیردارویی برای کنترل افزایش فشار خون باشد (۵). براساس نتایج مطالعات، به‌طور معمول پس از یک جلسه فعالیت ورزشی هوازی، فشار خون کاهش می‌یابد که این حالت، کم‌فشاری خون نام دارد. در این ارتباط، نشان داده شده است که تداوم این کاهش می‌تواند از ۱ تا ۱۲ ساعت به طول بیانجامد (۵،۶). قابل توجه است که کم‌فشاری خون در هر دو دسته افراد طبیعی و دارای پرفشاری خون ایجاد می‌شود (۷). برخی از مطالعات نشان داده‌اند که میزان کم‌فشاری خون در افراد مبتلا به پرفشاری خون، بیشتر از افراد طبیعی می‌باشد (۷،۸). پیشنهاد شده است که کم‌فشاری خون مداوم ناشی از تداوم فعالیت ورزشی، منجر به کاهش طولانی مدت فشار خون استراحتی می‌گردد (۷). با وجود پژوهش‌های انجام‌شده، تاکنون، مکانیسم کم‌فشاری خون به‌طور دقیق مشخص نشده است و این احتمال وجود دارد که چندین

عامل نظیر سیستم عصبی سمپاتیک، بارورسپتورها و مواد اتساع عروقی در ایجاد آن نقش عمده‌ای داشته باشند (۲،۳). اگرچه، در گذشته اعتقاد بر این بود که تمرین مقاومتی اثری بر فشار خون استراحتی ندارد و یا ممکن است آن را افزایش دهد؛ اما در هر حال، این نوع فعالیت، بخش مهمی از برنامه‌های فراگیر فعالیت‌های ورزشی برای کاهش مشکلات قلبی- عروقی در عموم افراد می‌باشد (۹،۱۰). با این وجود، اثرات قلبی- عروقی این نوع فعالیت ورزشی، به‌ویژه بر فشار خون و ضربان قلب مشخص نشده است؛ بنابراین، نیاز به افزایش اطلاعات و پژوهش در زمینه واکنش پس از تمرین فشار خون در تمامی افراد با سطوح متفاوت فشار خون (فشار خون طبیعی تا پرفشاری خون) ضروری می‌باشد. از سوی دیگر، با توجه به اینکه سطح بالای هزینه اکسیژن میوکارد (شاخص مصرف اکسیژن قلب) در زمان استراحت ممکن است عاملی برای افزایش بیماری‌های قلبی- عروقی باشد (۱۱)؛ بنابراین، آگاهی از تغییرات آن و ضربان قلب پس از فعالیت ورزشی، حائز اهمیت می‌باشد؛ به‌گونه‌ای که برخی از مطالعات، افزایش فشار خون پس از فعالیت ورزشی مقاومتی را گزارش کرده‌اند (۱۲،۱۳)؛ اما در دیگر مطالعات، میزان فشار خون بدون تغییر بوده (۱۴،۱۵) و برخی دیگر نیز کاهش آن را اعلام کرده‌اند (۹،۱۰). از آنجایی که اندازه واکنش‌های عصبی و همدینامیکی حین فعالیت ورزشی، متأثر از شدت و مدت فعالیت می‌باشد (۱۱)، ممکن است این عوامل، مسئول ناهم‌سوبودن نتایج مطالعات قلبی در این زمینه باشند. چنانچه Simao و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که فعالیت ورزشی مقاومتی با حجم بیشتر، موجب ایجاد کم‌فشاری خون بیشتری می‌شود (۱۰). همچنین، گزارش شده است که یک جلسه فعالیت ورزشی ملایم نسبت به فعالیت شدید، منجر به کاهش ضربان قلب و هزینه اکسیژن میوکارد می‌گردد (۱۶). در مجموع و با توجه به اطلاعات در دسترس، نتایج متفاوتی درباره تأثیرگذاری تمرینات مقاومتی بر عوامل خطرزای قلبی- عروقی گزارش شده است. از سوی دیگر، در پژوهش‌های پیشین، فعالیت ورزشی مقاومتی در

۱۸ نفر به صورت غیر تصادفی هدف دار به عنوان آزمودنی انتخاب شدند. سپس، طی دو جلسه در روزهای متوالی که در محل آزمایشگاه پاتوبیولوژی سینا در شهر تهران تشکیل شد، داوطلبان به مدت ۲۰ دقیقه در حالت نشسته بر روی صندلی و تکیه داده به آن، استراحت کردند و در این مدت، فشارخون آن‌ها سه بار در دقایق ۱۰، ۱۵ و ۲۰ اندازه گیری گردید. علاوه بر این قد، وزن، درصد چربی بدن و شاخص توده بدنی آزمودنی‌ها در این جلسات مورد اندازه گیری قرار گرفت. براساس اطلاعات جمع آوری شده از پرسشنامه ثبت سلامتی و سوابق ورزشی، تمامی آزمودنی‌های حاضر در پژوهش، مبتلا به بیماری پرفشاری خون نبودند و فعالیت ورزشی منظمی نداشتند. شایان ذکر است که پیش از دریافت رضایت نامه، به منظور اعلام آمادگی برای شرکت در پژوهش، اطلاعات لازم در مورد ماهیت، نحوه اجرا و نکاتی که می بایست برای شرکت در این پژوهش رعایت شود، به صورت کتبی و شفاهی در اختیار آزمودنی‌ها قرار گرفت. مشخصات آنتروپومتریکی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها در جدول ۱ ارائه شده است. ذکر این نکته ضرورت دارد که برای مشارکت داوطلبان ورزشکار در پژوهش، ملاحظاتی از قبیل: سلامت کامل جسمانی آزمودنی‌ها، عدم ابتلا به پرفشاری خون (سیستول ≤ 140 و دیاستول ≤ 90)، عدم استفاده از دخانیات، نداشتن محدودیت حرکتی، مصرف

ارتباط با افراد مبتلا به پرفشاری خون، کمتر مورد توجه قرار گرفته است. علاوه بر این، با توجه به اینکه کاربردهای بالینی ورزش و کم فشاری خون، بیشتر در افراد مبتلا به پرفشاری خون مشاهده می شود، علت به کارگیری افراد مبتلا به پرفشاری خون در پژوهش حاضر، افزایش آگاهی از اثرات فیزیولوژیکی تمرین بر بهبود پرفشاری خون است؛ از این رو، هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثر شش هفته فعالیت مقاومتی بر پاسخ فشار خون، ضربان قلب، نیتریک اکساید و هزینه اکسیژن میوکارد در دختران تمرین نکرده دارای پرفشاری خون در دانشگاه آزاد اسلامی واحد دماوند بود.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع مطالعات نیمه تجربی می باشد. جامعه آماری پژوهش را کلیه دانشجویان دختر غیر ورزشکار مبتلا به بیماری پرفشاری خون دانشگاه آزاد واحد دماوند که در سال تحصیلی ۱۳۹۳-۱۳۹۴ مشغول به تحصیل بودند، تشکیل دادند. جهت انجام پژوهش، پس از انتشار فراخوان در دانشگاه آزاد واحد دماوند، براساس شاخص توده بدنی (Body mass index: BMI) و وضعیت فشار خون، از میان داوطلبانی که متوسط فشار خون سیستولی و دیاستولی آن‌ها به ترتیب بیش از ۱۳۹ و ۸۹ بود و در محدوده شاخص توده بدنی ۲۵ تا بیشتر از ۳۰ قرار داشتند،

جدول ۱: ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌ها

متغیرها	گروه تجربی		گروه کنترل	
	قبل از تمرین	بعد از تمرین	قبل از تمرین	بعد از تمرین
سن (سال)	۲۳/۲±۱/۹	-	۲۳/۶±۱/۴	-
قد (سانتی متر)	۱۶۲/۳±۶/۱	-	۱۶۴/۸±۵/۳	-
وزن (کیلوگرم)	۷۵/۱±۴/۹	۷۳/۳±۳/۸*	۷۷/۱±۴/۴	۷۸/۳±۵/۱
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۸/۵±۱/۶	۲۷/۸±۱/۷*	۲۸/۶±۲/۱	۲۹/۲±۱/۰۲
چربی بدن (درصد)	۲۶±۲/۲	۲۳/۲±۲/۳*	۲۵/۱±۳/۸	۲۵/۶±۴/۲

سطح معنی داری ($P < 0.05$): (*) تفاوت معنی دار با سطح پیش از فعالیت

دارو برای کنترل فشار خون و عدم فعالیت شدید تا ۴۸ ساعت پیش از آزمون، مورد توجه قرار گرفت. علاوه بر این، محدودیت‌های غیرقابل‌کنترلی در اجرای پژوهش وجود داشت که عبارت بودند از: تفاوت‌های فردی موجود بین آزمودنی‌ها، شرایط روحی و حالات روانی آن‌ها، میزان انگیزه آن‌ها برای اجرای پروتکل و تغذیه دقیق و کامل آزمودنی‌ها.

اجرای پژوهش در چهار جلسه به شرح زیر صورت گرفت: ۱. جلسه آشنایی با پروتکل فعالیت و انجام اندازه‌گیری‌ها شامل: اندازه‌گیری قد، وزن، درصد چربی، HR، SBP، DBP و IRM (قدرت حداکثر) در حرکات مورد نظر

۲. جلسه ویژه کنترل شامل: نشستن آزمودنی‌ها و اندازه‌گیری ضربان، فشار خون و هزینه اکسیژن میوکارد در زمان‌های معین ۳. جلسه پیش از اجرای یک دوره فعالیت مقاومتی و اندازه‌گیری ضربان، فشار خون، هزینه اکسیژن میوکارد و نیتریک اکساید در زمان‌های معین

۴. جلسه پس از اجرای یک دوره فعالیت مقاومتی و اندازه‌گیری ضربان، فشار خون، هزینه اکسیژن میوکارد و نیتریک اکساید در زمان‌های معین

در جلسات اجرای فعالیت مقاومتی، آزمودنی‌ها سه جلسه در هفته و در هر جلسه، هفت حرکت را در سه ست با ۱۲ تکرار و شدت ۶۰ درصد (one rep maximum: IRM) اجرا نمودند. شایان ذکر است که استراحت بین ست‌ها و حرکات، دو دقیقه در نظر گرفته شد. آزمودنی‌ها در اجرای تمرینات مقاومتی در جلسه آزمون، تمریناتی شامل: پرس سینه، خم کردن زانو، کشش دستگاه قرقه‌ای، پرس شانه، پرس پا، جلو بازو و پشت بازو را براساس تعداد نوبت، تکرار و فاصله استراحت معین بین نوبت‌ها انجام دادند؛ اما در جلسه کنترل، هیچ‌گونه فعالیتی نداشتند. ذکر این نکته ضرورت دارد که اندازه‌گیری‌ها و جلسات اجرای تمرینات در بعدازظهر انجام شد و اندازه‌گیری‌های مربوط به قد، وزن و درصد چربی بدن تمام آزمودنی‌ها در یک جلسه مجزا، پیش از شروع تمرینات صورت گرفت. همچنین، از یک ترازوی پزشکی CAMRY

مدل EB9003 با دقت ۰/۱ کیلوگرم برای اندازه‌گیری جرم بدن آزمودنی‌ها استفاده گشت و به‌منظور اندازه‌گیری قد آن‌ها، از قدسنج دیواری با دقت ۱ سانتی‌متر بهره گرفته شد. چربی زیرپوستی نیز براساس مدل سه‌نقطه‌ای (سینه، شکم و ران) اندازه‌گیری گشت و درصد چربی بدن آزمودنی‌ها، بر مبنای معادله Pollok & Jacksin برآورد گردید (۱۷). علاوه بر این، براساس روش کار توصیه‌شده توسط انجمن قلب آمریکا (American Heart Association: AHA) (۱۸)، HR، SBP و DBP، ۱۵ دقیقه قبل از آزمون (استراحت)، بلافاصله پس از آن (صفر) و هر ۱۵ دقیقه یک‌بار به مدت ۱/۵ پس از اجرای پروتکل فعالیت مقاومتی، از بازوی چپ آزمودنی‌ها درحالی که نشسته بودند، اندازه‌گیری شد. لازم به ذکر است که در هر مرحله، فشار خون سه‌بار مورد اندازه‌گیری قرار گرفت و میانگین آن ثبت گردید. هزینه اکسیژن میوکارد نیز بر مبنای حاصل‌ضرب فشار خون در ضربان قلب محاسبه شد (۱۹،۲۰).

همچنین، اندازه‌گیری‌های خونی وابسته به نیتریک اکساید، حدود ۱۰ الی ۱۴ روز پیش از برنامه تمرینی و ۷۲ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین صورت گرفت. بدین‌منظور، از ورید بازویی آزمودنی‌ها، ۱۰ سی سی خون گرفته شد و نیتریک اکساید به‌وسیله واکنش گریس (Griess reaction) محاسبه گردید (۲۱). قابل ذکر است که اندازه‌گیری نیتریک اکساید به‌طور غیرمستقیم و به‌وسیله اندازه‌گیری متابولیت‌های پایدار آن؛ یعنی نترات و نیتريت کل (NOx) صورت گرفت. نتایج نشان داد که همبستگی بالایی میان تولید نیتریک اکساید در بدن و سطح نترات و نیتريت کل در سرم، پلاسما و ادرار وجود دارد (۲۱). در پژوهش حاضر، نترات موجود در نمونه‌ها با استفاده از کلرید وانادیوم (III) (VCl_3)، به نیتريت تبدیل شد. در ادامه، از دی‌آزوتاسیو سولفانیل‌آمید به کمک نیتريت در محیط اسیدی و کونژوگاسیون آن با آمین دو حلقه‌ای NEDD، ماده رنگی تولید گشت و جذب نوری آن در طول موج ۵۴۰ نانومتر خوانده شد. سپس، با استفاده از منحنی استاندارد

۱۵ میلی‌لیتر آب را به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن دریافت نمودند (۷).

پیش از آزمون فرضیه‌ها، داده‌ها به لحاظ نرمال بودن و همگنی، ارزیابی گردیدند و مشخص شد که تمامی داده‌ها نرمال می‌باشند. همچنین، برای تعیین تفاوت بین گروه‌ها، پس از به‌دست‌آوردن تغییرات بین داده‌های قبل و بعد از شش هفته تمرین مقاومتی، از آزمون t همبسته استفاده شد و مقایسه بین گروهی توسط آزمون t مستقل صورت گرفت. شایان ذکر است که تمام تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS 19 و در سطح معناداری $P < 0/05$ انجام شد.

یافته‌ها

ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌ها در جدول ۱ ارائه شده است. براساس نتایج این جدول، کاهش معناداری در وزن، شاخص توده بدن و چربی آن به دنبال شش هفته تمرین مقاومتی در گروه تجربی مشاهده می‌شود؛ در حالی که در گروه کنترل، تفاوت معناداری در متغیرهای مذکور در پیش‌آزمون و پس‌آزمون وجود ندارد.

با توجه به نتایج اندازه‌گیری ویژگی‌های عملکردی آزمودنی‌ها در جدول ۲، در گروه تجربی، طی شش هفته فعالیت مقاومتی، افزایش معناداری در تمام متغیرهای اندازه‌گیری شده مشاهده می‌شود؛ اما در گروه کنترل، هیچ‌کدام از متغیرهای اندازه‌گیری شده ویژگی‌های عملکردی، تغییر معناداری به چشم نمی‌خورد.

در جدول ۳، میانگین مواد تغذیه‌ای آزمودنی‌ها ارائه شده است. بر مبنای نتایج، دریافت می‌شود که تغییر معناداری در پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه تجربی و کنترل وجود ندارد.

یافته‌ها بیانگر آن است که در فشار خون سیستولی و دیاستولی، ضربان قلب و هزینه اکسیژن میوکارد، پس از یک دوره فعالیت مقاومتی، تغییر معناداری در گروه تجربی نسبت به قبل مشاهده می‌شود؛ اما در گروه کنترل، در

به‌دست آمده، غلظت نمونه‌ها محاسبه گردید (۲۱). شایان ذکر است که از آزمودنی‌ها خواسته شد پیش از آزمایش، به مدت ۱۲ ساعت ناشتا باشند و تا چند روز قبل از آزمون نیز فعالیت بدنی شدیدی را انجام ندهند. ذکر این نکته ضرورت دارد که اندازه‌گیری خون در ساعت ۹ الی ۱۰ صبح صورت گرفت.

از آنجا که تمام آزمودنی‌ها از غذای سلف دانشگاه آزاد واحد دماوند استفاده می‌کردند، برای اندازه‌گیری موادی که در فشار خون افراد مؤثر هستند (مانند سدیم و پتاسیم) و نیز میزان انرژی دریافتی در طول دوره تمرینی و کنترل تغذیه آزمودنی‌ها، از فرم ثبت رژیم غذایی هفتگی استفاده شد. همچنین، برای آشنایی بهتر آزمودنی‌ها، فرم مذکور همراه با لیست مواد غذایی معمول با واحد ثبت آن‌ها و یک نمونه فرم تکمیل شده رژیم غذایی به آزمودنی‌ها ارائه گشت. پس از راهنمایی کامل افراد برای ثبت رژیم غذایی هفتگی، از آن‌ها خواسته شد کلیه مواد غذایی مصرفی خود را به مدت یک هفته در فرم‌های مخصوص ثبت نمایند. شایان ذکر است که آزمودنی‌ها، ثبت رژیم غذایی را دو روز قبل از آزمون اندازه‌گیری متغیرهای پژوهش آغاز نمودند. پس از تکمیل و دریافت فرم ثبت رژیم هفتگی، از آزمودنی‌ها خواسته شد که تا اتمام دوره پژوهش، رژیم غذایی خود را در همین محدوده حفظ کرده و آن را تغییر ندهند. به‌منظور اطمینان از این موضوع، از افراد خواسته شد که این فرم را دوباره در هفته سوم و پنجم تکمیل نمایند. با دراختیارداشتن رژیم غذایی هر فرد، مقدار دریافت انرژی محاسبه گردید و در صورت مشخص شدن اختلاف قابل‌ملاحظه در دریافت انرژی، راهنمایی‌های لازم در مورد کاهش و یا افزایش آن به افراد ارائه گشت. همچنین، از آزمودنی‌ها خواسته شد که ۲۴ ساعت قبل از اجرای جلسه اندازه‌گیری متغیرهای پژوهش، از خوردن چای زیاد، مواد دارای کافئین، محرک‌ها و دارو خودداری کنند. علاوه بر این، در طول فعالیت ورزشی و به‌منظور جایگزینی آب از دست رفته به‌وسیله تعریق، آزمودنی‌ها

جدول ۲: ویژگی‌های عملکردی آزمودنی‌ها

میانگین \pm انحراف معیار				متغیرها
گروه کنترل		گروه تجربی		
بعد از تمرین	قبل از تمرین	بعد از تمرین	قبل از تمرین	
۲۸/۲ \pm ۳/۲	۲۸/۳ \pm ۴/۱	۳۶/۱ \pm ۵/۵*	۲۷/۲ \pm ۴/۹	یک تکرار بیشینه پرس سینه (کیلوگرم)
۲۱/۳ \pm ۶/۲	۲۱/۲ \pm ۷/۳	۲۷/۱ \pm ۴/۳*	۲۲/۱ \pm ۶/۴	یک تکرار بیشینه پرس شانه (کیلوگرم)
۳۹/۳ \pm ۲/۳	۳۸/۴ \pm ۷/۳	۴۱/۲ \pm ۴/۲*	۳۵/۳ \pm ۵/۴	یک تکرار بیشینه کشش دستگاه قرق‌های (کیلوگرم)
۱۳ \pm ۵/۶	۱۳/۱ \pm ۴۷/۲	۱۸/۱ \pm ۳/۵*	۱۲/۶ \pm ۲/۶	یک تکرار بیشینه جلو بازو (کیلوگرم)
۱۱/۷ \pm ۲/۶	۱۱/۱ \pm ۳/۱	۱۴/۹ \pm ۳/۵*	۱۰/۲ \pm ۲/۲	یک تکرار بیشینه پشت بازو (کیلوگرم)
۵۸/۵ \pm ۴/۷	۵۸/۳ \pm ۳/۲	۶۵/۶ \pm ۹/۹*	۵۵/۲ \pm ۵/۵	یک تکرار بیشینه پرس پا (کیلوگرم)
۲۳/۴ \pm ۴/۶	۵۲۳ \pm ۲/۸	۳۲/۲ \pm ۴/۸*	۲۶/۱ \pm ۶/۶	یک تکرار بیشینه خم کردن زانو (کیلوگرم)

یک تکرار بیشینه: 1RM؛ سطح معنی‌داری ($P < 0.05$)؛ (*): تفاوت معنی‌دار با سطح پیش از فعالیت

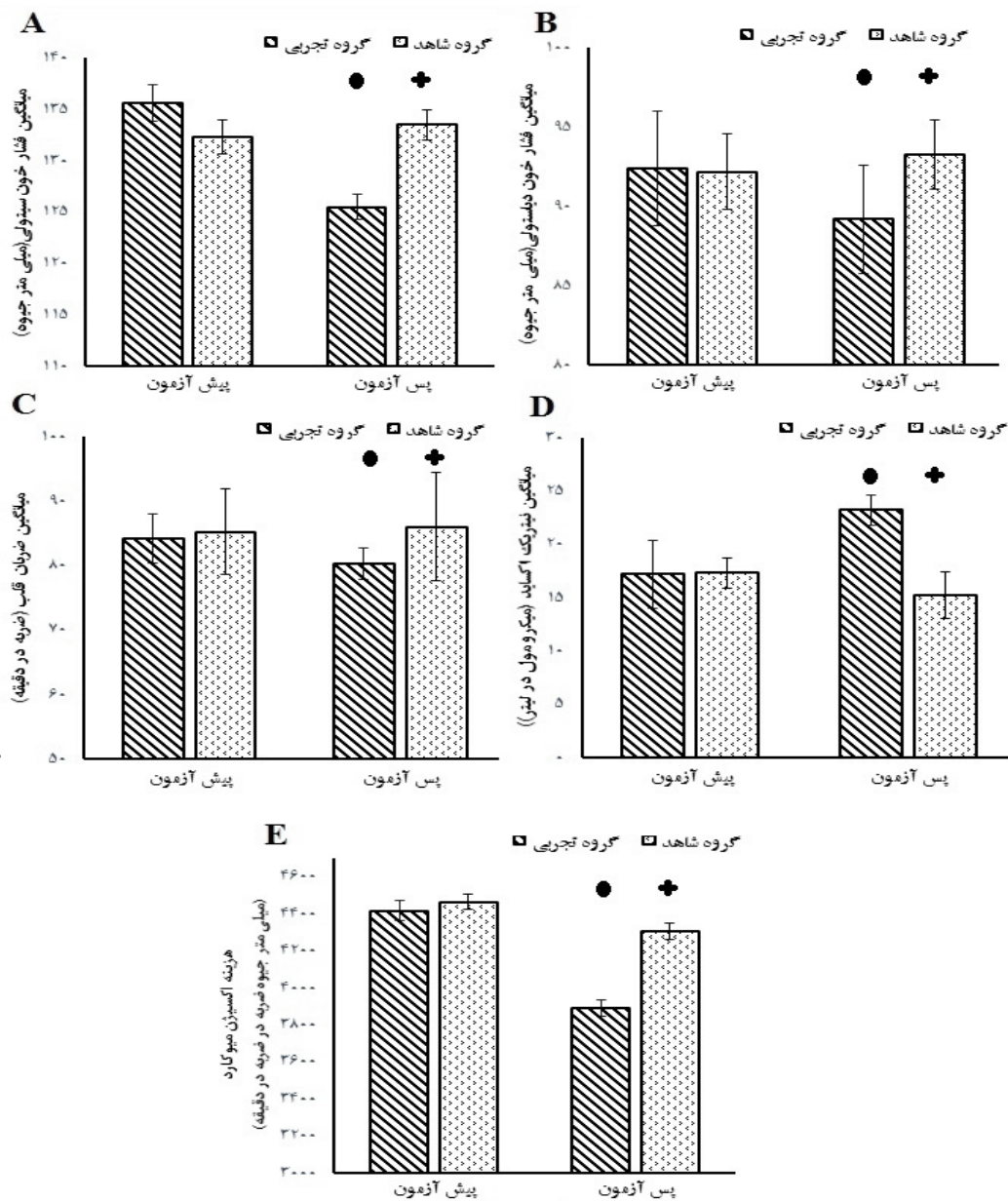
جدول ۳: نتایج کنترل تغذیه آزمودنی‌ها و میانگین مواد مصرفی آن‌ها

گروه کنترل			گروه تجربی			
پتاسیم	سدیم	کالری دریافتی	پتاسیم	سدیم	کالری دریافتی	
۴/۶ \pm ۰/۴	۳/۲ \pm ۰/۴	۳۰۲۰ \pm ۱۵۵	۴/۵ \pm ۰/۴	۲/۶ \pm ۰/۱	۳۰۳۳ \pm ۱۳۵	پیش از تمرین
۴/۶ \pm ۰/۲	۳/۱ \pm ۰/۳	۳۰۳۰ \pm ۱۴۰	۴/۶ \pm ۰/۳	۲/۶ \pm ۰/۳	۳۰۵۶ \pm ۱۲۵	پس از تمرین

بحث و نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر، سطوح فشار خون سیستول و دیاستول استراحتی پس از شش هفته تمرین مقاومتی، کاهش معناداری را نشان داد. در این راستا، نتایج پژوهش‌های فرجی و همکاران (۲۰۱۰) (۲۲) و Rakobowchuk و همکاران (۲۰۰۴) (۲۳) با یافته‌های پژوهش حاضر مغایرت دارد. دلیل این اختلاف ممکن است تفاوت در پروتکل‌های تمرینی و یا جنس آزمودنی‌ها باشد. در پژوهش فرجی و همکاران، تمرین با شدت بالا و پایین (۴۰ و ۸۰ درصد حداکثر تکرار بیشینه) انجام شد و در طول دوره تمرین، شدت فعالیت ثابت بود؛ اما شدت فعالیت در پژوهش Rakobowchuk و همکاران (۲۰۰۴)، ۸۰ درصد بود که در طول تمرین، با افزایش قدرت آزمودنی‌ها تطبیق داده شد (۲۳). در این ارتباط، نتایج

هیچ‌کدام از این متغیرها تغییر معناداری نسبت به قبل وجود ندارد. شایان ذکر است که در مقایسه تمام متغیرهای مذکور، تفاوت معناداری بین گروه تجربی و کنترل مشاهده گردید (نمودار ۱؛ E، C، B، A). علاوه بر این، نتایج آزمون t همبسته نشان می‌دهد که بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون میانگین نیتریک اکساید در گروه تجربی، تفاوت معناداری وجود دارد؛ در حالی که بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون میانگین نیتریک اکساید در گروه کنترل، تفاوت معناداری مشاهده نمی‌شود. علاوه بر این، نتایج آزمون t مستقل حاکی از آن است که بین گروه تجربی و کنترل، تفاوت معناداری در میانگین نیتریک اکساید وجود دارد. به عبارت دیگر، یک دوره برنامه تمرینات مقاومتی، تأثیر معناداری بر نیتریک اکساید داشته است (نمودار ۱؛ D).



نمودار ۱ (A, B, C, D, E): به ترتیب مقایسه پیش و پس از آزمون میانگین فشار خون سیستولی، دیاستولی، ضربان قلب، نیتریک اکساید و

هزینه اکسیژن میوکارد در گروه تجربی، کنترل و بین آن‌ها

• تفاوت معنی‌دار بین گروه تجربی و گروه کنترل

• تفاوت معنی‌دار با سطح پیش از فعالیت

سال ۲۰۰۹، این احتمال وجود دارد که توده عضلانی و تعداد ست‌ها بتوانند بر وقوع هیپوتنشن اثرگذار باشند (که این پدیده احتمالاً همراه با افزایش درد می‌باشد). در این زمینه،

مطالعات Collier و همکاران (۲۰۰۸) با یافته‌های پژوهش حاضر همخوانی دارد (۲۴،۲۵). همچنین، با توجه به یافته‌های Polito و همکاران در

Rodriguez و همکاران (۲۷) در سال ۲۰۰۸، هیچ‌گونه تفاوت معناداری را در فشار خون سیستولی پس از اجرای فعالیت مقاومتی اندام‌های فوقانی با شدت ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه، در قالب ست‌های چندگانه (۹ ست) و سه‌گانه مشاهده نکردند.

علاوه‌براین، بروجردی و همکاران (۲۰۰۹) به این نتیجه رسیدند (۱۹) که شدت فعالیت مقاومتی می‌تواند بر مدت هیپوتنشن تأثیرگذار باشد؛ اما بر بزرگی آن اثری ندارد؛ در نتیجه، ممکن است در مدت‌زمان هیپوآلژزیا مؤثر باشد. همچنین، آن‌ها کاهش ۳۰-۲۰ دقیقه‌ای را در فشار خون سیستولی پس از فعالیت مقاومتی با شدت پایین (شدت ۵۰ درصد IRM) مشاهده نمودند. مکانیسم کاهش فشار خون در این پژوهش می‌تواند پاسخ گشادکنندگی عروق و انتشار نیتریک اکساید، پروستاگلاندین‌ها، آدنوزین و ATP حین ورزش و تسهیل اتساع عروقی پس از ورزش حاد باشد. در این زمینه، فرجی و همکاران (۲۰۱۰)، تنها کاهش فشار خون سیستولی را پس از فعالیت مقاومتی حاد مشاهده کردند و گزارش نمودند که شدت و حجم ورزش، بر کاهش مدت و بزرگی هیپوتنشن اثرگذار نمی‌باشد (۲۲). شدت‌های ۳۰ و ۷۰ درصد IRM و حجم ۳ و ۷ ست در آزمودنی‌های با فشار خون معمولی نیز نتایج مشابهی را در هیپوتنشن نشان داد. در این ارتباط، Rezk و همکاران (۲۰۰۶) در پژوهش خود، کاهش فشار خون سیستولی به مدت ۹۰ دقیقه و فشار خون دیاستولی به مدت ۳۰ دقیقه را پس از فعالیت مقاومتی با شدت ۴۰ درصد IRM مشاهده نمودند (۹). Polito و همکاران (۲۰۰۳) نیز گزارش کردند که حجم زیاد فعالیت مقاومتی (۱۲ تکرار) نسبت به حجم کم (۶ تکرار)، کاهش طولانی‌تر فشار خون سیستولی را در پی خواهد داشت. قابل توجه است که حجم فعالیت مقاومتی در پژوهش‌های ذکرشده، یکسان نبوده است؛ اما در پژوهش حاضر، حجم فعالیت در تمامی شدت‌ها یکی بود که این امر می‌تواند دلیل ناهم‌سوی بودن نتایج باشد. علاوه‌براین، به اثبات رسیده است که هیپوتنشن ناشی از ورزش، با بارورفلکس‌های

قلبی - عروقی مرتبط می‌باشد و قطع عصب سیانواورت، از هیپوتنشن جلوگیری می‌کند (۲۶).

در این راستا، Pescatlo و همکاران (۲۰۰۵) اظهار کردند که کاهش در فشار خون استراحتی پس از تمرین ورزشی می‌بایست به‌وسیله تغییر در برون‌ده قلبی یا مقاومت عروقی کل صورت پذیرد. برون‌ده قلبی استراحتی پس از تمرین درازمدت، حتی در افراد سالم تغییر معناداری پیدا نمی‌کند؛ با این وجود، ضربان قلب ممکن است کاهش یابد. افزایش در حجم ضربه‌ای مشاهده‌شده پس از تمرین، به‌طور معمول می‌تواند به‌دلیل افزایش بازگشت وریدی به قلب، افزایش در اندازه بطن چپ قلب و افزایش در قدرت انقباض‌پذیری قلب یا کاهش پس‌بار رخ دهد (۲۲)؛ بنابراین، افزایش حجم ضربه‌ای به‌وسیله کاهش در ضربان قلب، تعدیل می‌شود؛ از این رو، تغییر زیادی در برون‌ده قلبی ایجاد نمی‌گردد؛ بدین ترتیب، به‌نظر می‌رسد کاهش فشارخون بیشتر، ناشی از تغییر در مقاومت محیطی عروق باشد تا تغییر در برون‌ده قلبی (۱۹)؛ بنابراین، این احتمال وجود دارد که در پژوهش حاضر، تمرین منجر به کاهش مقاومت عروقی شده باشد و کاهش مقاومت عروقی نیز سبب کاهش فشار خون گردیده باشد. شایان توجه است که دلیل نتایج متناقض، ممکن است ناشی از این باشد که احتمالاً، پروتکل‌های تمرینی استفاده‌شده در پژوهش‌های فرجی و همکاران (۲۰۱۰) (۲۲) و Rakobowchuk و همکاران (۲۰۰۴) (۲۳)، به‌نحوی نبوده است که تحریکات کافی برای تغییر مقاومت عروقی را ایجاد کند. علاوه‌براین، ضربان قلب در پژوهش حاضر، در اثر تمرین مقاومتی، کاهش معناداری داشته است. مطالعات صورت‌گرفته در این ارتباط، اثر تمرین مقاومتی بر ضربان قلب را بدون تغییر و یا همراه با کاهش ۱۱ درصدی در ضربان قلب گزارش نموده‌اند. این اختلاف نتایج می‌تواند به‌وسیله تفاوت در شدت، حجم، استراحت بین ست‌ها، استفاده از توده عضلانی بیشتر در مقابل توده عضلانی کمتر، دوره تمرینی و سطح آمادگی جسمانی آزمودنی‌ها توضیح داده شود (۲۲). در پژوهش حاضر، هزینه اکسیژن میوکارد استراحتی، پس

مسن و غیرفعال می‌شود؛ بنابراین، پژوهشگران پیشنهاد می‌کنند که تمرین ورزشی می‌تواند اثر ضد پرفشاری خون داشته باشد و تأثیر مفیدی بر دستگاه قلبی - عروقی بگذارد (۲۸،۲۹). همچنین، فعالیت ورزشی باعث افزایش فعالیت نیتریک اکساید سنتاز می‌شود که این امر منجر به افزایش سطوح نیتریک اکساید می‌گردد؛ بنابراین، با وجود اینکه چگونگی محافظت ورزش از قلب مشخص نمی‌باشد؛ اما به نظر می‌رسد که نیتریک اکساید اندوتلیومی در آن نقش دارد (۳۰).

به‌طور کلی، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که فعالیت مقاومتی حاد، باعث بروز هیپوتنشن در فشار خون سیستولی و دیاستولی پس از فعالیت و ضربان قلب می‌شود؛ اما به‌لحاظ آماری معنادار نمی‌باشد. شایان ذکر است که هیپوتنشن، پدیده‌ای چندعاملی است که مکانیسم‌های آن ناشناخته می‌باشند. با این وجود، عاملی که موجب بروز هیپوتنشن در پژوهش حاضر شده است، احتمالاً کاهش در برون‌ده قلبی در نتیجه کاهش بازگشت وریدی و حجم ضربه‌ای می‌باشد؛ به‌نحوی که افزایش احتمالی در مقاومت عروقی، قادر به خنثی کردن آن نبوده است. علاوه‌براین، هزینه اکسیژن میوکارد که از حاصل‌ضرب فشار خون سیستولی در ضربان قلب حاصل می‌شود، پس از فعالیت مقاومتی، بالاتر از سطح پیش از فعالیت بود که به‌نظر می‌رسد افزایش کم در ضربان قلب، تا حدودی به‌وسیله کاهش در فشار خون سیستولی پس از فعالیت تعدیل شده است. همچنین، براساس نتایج مشخص شد که تمرین مقاومتی، تأثیر معناداری بر متغیرهای پژوهش حاضر داشته است؛ به‌طوری که در پایان تمرین مقاومتی، فشار خون سیستول و دیاستول، ضربان قلب و هزینه اکسیژن میوکارد کاهش یافت؛ اما نیتریک اکساید افزایش پیدا کرد. علاوه‌براین، تمرین ورزشی سبب کمتر شدن میزان کاهش فشار خون پس از فعالیت گردید که این کاهش برای فشار خون سیستولی معنادار بود؛ اما برای فشارخون دیاستول معنادار نبود. علت این کاهش را می‌توان با کاهش سطوح پیش از فعالیت فشار خون سیستول و

از تمرین مقاومتی کاهش معناداری پیدا کرده است. در این زمینه، نتایج پژوهش Moraes و همکاران (۲۰۱۱) با یافته‌های پژوهش حاضر همسو می‌باشد (۷). تا آنجایی که اطلاع داریم، هیچ پژوهش دیگری هزینه اکسیژن میوکارد استراحتی را پس از تمرین مورد بررسی قرار نداده است. با این وجود، این شاخص نسبی کار قلبی که همبستگی بالایی با اکسیژن مصرفی قلب دارد، به‌وسیله حاصل‌ضرب فشار خون سیستولی و ضربان قلب محاسبه می‌شود؛ بنابراین، کاهش هزینه اکسیژن میوکارد، با کاهش در فشار خون سیستولی و ضربان قلب استراحتی پس از تمرین مقاومتی توجیه‌پذیر می‌باشد.

در پژوهش حاضر، سطوح استراحتی نیتریک اکساید پس از شش هفته تمرین مقاومتی، افزایش معناداری (۷/۵ میکرومول در لیتر) را نشان داد. در این راستا، نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های Maeda و همکاران در سال‌های ۲۰۰۴ و ۲۰۰۶ همسو می‌باشد (۲۸،۲۹). همان‌گونه که ذکر شد، تنش پاره‌کننده وارد شده به دیواره‌های عروق، در نهایت باعث افزایش تولید نیتریک اکساید می‌شود. علاوه‌براین، Maiorana و همکاران (۲۰۰۳) در مطالعه مروری خود عنوان کردند که تمرین ورزشی شامل وهله‌های تکراری فعالیت در طول هفته‌ها یا ماه‌ها فعالیت زیستی، نیتریک اکساید را افزایش می‌دهد (۳۰). همچنین، تمرین ورزشی، عملکرد گشادکنندگی وابسته به اندوتلیال را نه تنها در عضلات فعال؛ بلکه به‌عنوان یک پاسخ کلی بهبود می‌بخشد. شایان توجه است که یک مکانیسم احتمالی برای اثر تمرین ورزشی بر کاهش فشار خون، افزایش تولید و فعالیت نیتریک اکساید در اثر تمرین ورزشی وجود دارد. چندین پژوهش مقایسه‌ای گزارش کرده‌اند که ورزشکاران استقامتی (مانند دوندگان استقامتی)، دارای سطوح پایه‌ای و تولید نیتریک اکساید بیشتری نسبت به افراد عادی می‌باشند (۲۴،۲۵). علاوه‌براین، در چندین پژوهش تجربی نشان داده شده است که تمرین هوازی و مقاومتی باعث افزایش تولید نیتریک اکساید در افراد

دیاستول توجیه کرد.

تضاد منافع

بدین وسیله، نویسندگان این مقاله اعلام می‌دارند که دارای هیچ‌گونه تضاد منافی نمی‌باشند.

تشکر و قدردانی

این طرح پژوهشی با حمایت مالی دانشگاه آزاد واحد دماوند صورت گرفته است. بدین وسیله از همکاری مسئولان محترم دانشگاه آزاد واحد دماوند و کارکنان محترم مراکز بهداشتی استان تهران و آزمایشگاه پاتوبیولوژی سینا، به‌ویژه سرکار خانم مه‌ری حسینی و آزمودنی‌های عزیزی که ما را در انجام این پژوهش یاری رساندند، تشکر و قدردانی می‌شود.

ملاحظات اخلاقی

استفاده از این مقاله با ذکر منبع ایرادی ندارد.

حمایت مالی

این مقاله با حمایت مالی دانشگاه آزاد واحد دماوند انجام شده است و برگرفته از طرح پژوهشی می‌باشد.

References

1. Wiebe H W, Boulé N G, Chari R, Davenport M H. The effect of supervised prenatal exercise on fetal growth: A meta-analysis. *Obstet Gynecol.* 2015; 125(5): 1185-94.
2. Blood Pressure Lowering Treatment Trialists' Collaboration, Ying A, Arima H, Czernichow S, Woodward M, Huxley R, et al. Effects of blood pressure lowering on cardiovascular risk according to baseline body-mass index: A meta-analysis of randomised trials. *Lancet.* 2015; 385(9971): 867-74.
3. Varbo A, Benn M, Smith G D, Timpson N J, Tybjaerg-Hansen A, Nordestgaard B G. Remnant cholesterol, low-density lipoprotein cholesterol, and blood pressure as mediators from obesity to ischemic heart disease. *Circ Res.* 2015; 116(4): 665-73.
4. Carlson D J, Dieberg G, Hess N C, Millar P J, Smart N A. Isometric exercise training for blood pressure management: A systematic review and meta-analysis. *Mayo Clin Proc.* 2014; 89(3): 327-34.
5. Cunha F A, Midgley A W, Soares P P, Farinatti P T. Postexercise hypotension after maximal short-term incremental exercise depends on exercise modality. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2015; 40(6): 605-14.
6. MacDonald J R. Potential causes, mechanisms, and implications of post exercise hypotension. *J Hum Hypertens.* 2002; 16(4): 225-36.
7. Moraes M R, Bacurau R F, Simões H G, Campbell C S, Pudo M A, Wasinski F, et al. Effect of 12 weeks of resistance exercise on post-exercise hypotension in stage 1 hypertensive individuals. *J Hum Hypertens.* 2012; 26(9): 533-9.
8. Rognum Ø, Moholdt T, Bakken H, Hole T, Mølsted P, Myhr N E, et al. Cardiovascular risk of high-versus moderate-intensity aerobic exercise in coronary heart disease patients. *Circulation.* 2012; 126(12): 1436-40.
9. Rezk C, Marrache R C, Tinucci T, Mion D Jr, Forjaz C L. Post-resistance exercise hypotension, hemodynamics, and heart rate variability: Influence of exercise intensity. *Eur J Appl Physiol.* 2016; 98(1): 105-12.
10. Simão R, Fleck S J, Polito M, Monteiro W, Farinatti P. Effects of resistance training intensity, volume, and session format on the postexercise hypotensive response. *J Strength Cond Res.* 2015; 19(4): 853-8.
11. O'Hartaigh B, Pahor M, Buford T W, Dodson J A, Forman D E, Gill T M, et al. Physical activity and resting pulse rate in older adults: findings from a randomized controlled trial. *Am Heart J.* 2014; 168(4): 597-604.
12. Brito Ade F, de Oliveira C V, Santos Mdo S, Santos Ada C. High-intensity exercise promotes postexercise hypotension greater than moderate intensity in elderly hypertensive individuals. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2014; 34(2): 126-32.
13. Bentes C M, Costa P B, Neto G R, Costa e Silva G V, de Salles B F, Miranda H L, et al. Hypotensive effects and performance responses between different resistance training intensities and exercise orders in apparently health women. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2015; 35(3): 185-90.
14. Stults-Kolehmainen M A, Lu T, Ciccolo J T,

- Bartholomew J B, Brotnow L, Sinha R. Higher chronic psychological stress is associated with blunted affective responses to strenuous resistance exercise: RPE, pleasure, pain. *Psychol Sport Exerc*. 2016; 22: 27-36.
15. Roltsch M H, Mendez T, Wilund K R, Hagberg J M. Acute resistive exercise does not affect ambulatory blood pressure in young men and women. *Med Sci Sports Exerc* 2011; 33(6):.881-6
 16. Forjaz C L, Cardoso C G Jr, Rezk C C, Santaella D F, Tinucci T. Postexercise hypotension and hemodynamics: The role of exercise intensity. *J Sports Med Phys Fitness*. 2014; 44(1): 54-62.
 17. Pollock M L, Gettman L R, Jackson A, Ayres J, Linnerud A, Ward A C. Body composition of elite class distance runners. *Ann N Y Acad Sci*. 2007; 301(1): 361-70.
 18. Woodruffe S, Neubeck L, Clark RA, Gray K, Ferry C, Finan J, et al. Australian Cardiovascular Health and Rehabilitation Association (ACRA) Core components of cardiovascular disease secondary prevention and cardiac rehabilitation 2014. *Heart Lung Circ*. 2015; 24(5): 430-41.
 19. Boroujerdi S S, Rahimi R, Noori S R. Effect of high-versus low-intensity resistance training on post-exercise hypotension in male athletes: Original research article. *Int Sport Med J*. 2009; 10(2): 95-100.
 20. Fahs C A, Rossow L M, Loenneke J P, Thiebaud R S, Kim D, Bembem D A, et al. Effect of different types of lower body resistance training on arterial compliance and calf blood flow. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2012; 32(1): 45-51.
 21. Güzel N A, Hazar S, Erbas D. Effects of different resistance exercise protocols on nitric oxide, lipid peroxidation and creatine kinase activity in sedentary males. *J Sports Sci Med*. 2007; 6(4): 417-22.
 22. Faraji H, Bab L, Ardeshiri H. Effects of resistance exercise intensity and volume on postexercise hypotensive responses. *Brazil J Biomot*. 2010; 4(1): 65-73.
 23. Rakobowchuk M, McGowan C L, de Groot P C, Bruinsma D, Hartman J W, Phillips S M, et al. Effect of whole body resistance training on arterial compliance in young men. *Exp Physiol*. 2005; 90(4): 645-51.
 24. Collier S R, Frechette V, Sandberg K, Schafer P, Ji H, Smulyan H, et al. Sex differences in resting hemodynamics and arterial stiffness following 4 weeks of resistance versus aerobic exercise training in individuals with pre-hypertension to stage 1 hypertension. *Biol Sex Differ*. 2011; 2(1): 9.
 25. Collier S R, Kanaley J A, Carhart R Jr, Frechette V, Tobin M M, Hall A K, et al. Effect of 4 weeks of aerobic or resistance exercise training on arterial stiffness, blood flow and blood pressure in pre-and stage-1 hypertensives. *J Hum Hypertens*. 2008; 22(10): 678-86.
 26. Polito M D, Farinatti P D. Blood pressure behavior after counter-resistance exercises: A systematic review on determining variables and possible mechanisms. *Rev Brasil Med Esporte*. 2006; 12(6): 386-92.
 27. Rodriguez D, Polito M D, Bacurau R F, Prestes J, Pontes F. Effect of different resistance exercise methods on post-exercise blood pressure. *Int J Exerc Sci* 2008; 1(4): 153-62.
 28. Maeda S, Tanabe T, Otsuki T, Sugawara J, Iemitsu M, Miyauchi T, et al. Moderate regular exercise increases basal production of nitric oxide in elderly women. *Hypertens Res*. 2014; 27(12): 947-53.
 29. Maeda S, Otsuki T, Iemitsu M, Kamioka M, Sugawara J, Kuno S, et al. Effects of leg resistance training on arterial function in older men. *Br J Sports Med*. 2006; 40(10): 867-9.
 30. Maiorana A, O'Driscoll G, Taylor R, Green D. Exercise and the nitric oxide vasodilator system. *Sports Med*. 2003; 33(14): 1013-35.