Medical Journal
of
Tabriz University of Medical Sciences and Health Services

Original Article

Influence of metabolic risk on adaptation of mean arterial pressure with endurance training and detraining: study of males with mild hypertension

Karim Azali Alamdari

Department of Sport Sciences, School of Education and Psychology, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran
E-mail: azalof@yahoo.com

Received: 22 July 2014 Accepted: 12 August 2014 First Published online: 26 February 2017
Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2017 April;39(1):6-15

Abstract

Background: According to uncommon adaptations in blood pressure observed in response to exercise, the standardized exercise prescriptions need to be reconsidered. Therefore, prediction of blood pressure adaptations in response to exercise and detraining is needed**.**

Methods: In this study, 70 sedentary pre-hypertensive men randomized into experimental and control groups. Experimental subjects participated in aerobic training (24 sessions(3/wk) with 60 to 70% of MHR, 40 min/session) which followed by two weeks of detraining. The data were analyzed using Pearson correlation, Kappa test, ANOVA and stepwise regression.

Results: After 8 weeks of training and following to detraining some of experimental subjects experienced decline in Mean Atrial Pressure (MAP), some had no changes and some had even experienced its increasing condition ($P<0.05$). All metabolic risk factors had significant changes after training and also detrainng, however; Zmets had significant changes just in those subjects with MAP decrease ($P<0.05$). The metabolic risk count and also Zmets were higher in both GR ($x^2=52.73$, $P=0.001$) and BR subjects ($x^2=80.1$, $P=0.001$) at baseline. MAP, age, BMI and also plasma HDL and LDL values at baseline were recognized as the significant predictors of Observed changes in MAP after training ($R^2=0.76$, $P<0.05$).

Conclusions: All the Metabolic risk factors are important in predicting the direction of MAP response to training, however; participation in aerobic exercise would not possibly lead to bad responding in those with high metabolic risk factors. However, more research remains to be done because of the lack of similar evidence in this area.

Keywords: Blood Pressure, Aerobic Exercise, Metabolic, Risk Factors

How to cite this article: Azali Alamdari K. [Influence of metabolic risk on adaptation of mean arterial pressure with aerobic training and detraining: Study of Males with Mild Hypertension]. Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2017 April; 39(1):6-15. Persian.

© 2017 The Author. This is an Open Access article published by Tabriz University of Medical Sciences under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

مقاله پژوهشی

تاثیر خطر متابولیک بر نحوه سازگاری فشار میانگین سرخرگی با تمرین استقامتی و بی‌تمرینی: مطالعه مردان دارای فشار خون خفیف

کریم آزالی علمداری

گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران
ایمیل: azalof@yahoo.com

دریافت: ۱۳۹۳/۴/۳۱ پذیرش: ۱۳۹۳/۵/۲۱ انتشار برخط: ۱۳۹۵/۱۲/۸
مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی ـ درمانی تبریز. فروردین ۱۳۹۶؛ ۳۹(۱): ۶-۱۵

چکیده

زمینه: نقش خطر متابولیک و سایر عوامل جمعیت شناختی بر چگونگی سازگاری فشار میانگین سرخرگی با تمرینات ورزشی تجویز شده از سوی مراجع معتبر درمانی موضوع جدیدی است که مطالعه نوع پاسخ‌دهی فشارخون افراد در سازگاری با تمرین و بی‌تمرینی را ضروری کرده است.

روش کار: تعداد ۸۹ مرد داوطلب دارای فشارخون خفیف به طور تصادفی به دو گروه کنترل و تجربی تقسیم شدند. گروه تجربی به مدت هشت هفته در برنامه تمرین هوازی (۳ جلسه در هفته به مدت ۴۰ دقیقه و با شدت ۶۰ تا ۷۰ درصد از MHR) شرکت کردند و در ادامه دو هفته بی‌تمرینی تجربه شد. داده‌ها با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون، آزمون کاپا، تحلیل واریانس اندازه‌گیری مکرر و رگرسیون مرحله‌ای تحلیل شدند.

یافته‌ها: پس از هشت هفته تمرین و همچنین به دنبال بی‌تمرینی، برخی آزمودنی‌ها کاهش فشار میانگین سرخرگی، برخی عدم تغییر و برخی دیگر حتی افزایش آن را تجربه کردند ($P<۰/۰۵$). مقدار تمام شاخص‌های خطر متابولیک در طی هر دو مرحله تمرین و بی‌تمرینی تغییر یافت، ولی تغییر امتیاز z کلی خطر متابولیک (Zmets) فقط در آزمودنی‌های کاهش فشارخون معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$). مقدار اولیه فشار میانگین سرخرگی، سن، شاخص توده بدن، LDL و HDL پلاسما به عنوان مهم‌ترین پیش‌بینی کننده‌های تغییرات فشار میانگین سرخرگی در سازگاری با تمرین شناسایی شدند ($P<۰/۰۵$، $R^2=۰/۷۶$).

نتیجه‌گیری: تمام شاخص‌های خطر متابولیک در پیش‌بینی نوع پاسخ‌دهی فشارخون به تمرین اهمیت دارند، ولی در افراد دارای خطر متابولیک بالاتر، مشارکت در تمرین هوازی احتمالا خطری از لحاظ افزایش غیرمتعارف فشارخون ندارد. بااین‌حال، به دلیل کمبود شواهد نیاز به تحقیقات بیشتر باقی است.

کلید واژه‌ها: فشار خون، تمرین هوازی، متابولیک، شاخص خطر

نحوه استناد به این مقاله: آزالی علمداری ک. تاثیر خطر متابولیک بر نحوه سازگاری فشار میانگین سرخرگی با تمرین استقامتی و بی‌تمرینی: مطالعه مردان دارای فشار خون خفیف. مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی ـ درمانی تبریز. ۱۳۹۶؛ ۳۹(۱): ۶-۱۵

حق تألیف برای مؤلف محفوظ است.
این مقاله با دسترسی آزاد توسط دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی ـ درمانی تبریز تحت مجوز کریتو کامنز (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0) منتشر شده که طبق مفاد آن هرگونه استفاده تنها در صورتی مجاز است که به اثر اصلی به نحو مقتضی استناد و ارجاع داده شده باشد.

مقدمه

افزایش فشارخون به عنوان یکی از مشکلات سلامت عمومی است که در سال‌های اخیر گسترش زیادی یافته است. معمولا انجام فعالیت جسمانی و مشارکت در برنامه‌های ورزشی به عنوان جزء اصلی درمان غیردارویی برای پیشگیری، درمان و کنترل فشار خون توصیه می‌شود. انجام ورزش هوازی با شدت متوسط به مدت ۳۰ تا ۶۰ دقیقه در اکثر روزهای هفته و انجام ورزش‌های مقاومتی ۲ تا ۳ روز در هفته برای افراد دارای فشارخون بالا توصیه شده است (۱). با این‌حال معمولا افراد بزرگسال در زندگی روزمره به اندازه توصیه شده فعالیت بدنی ندارند (۲) و حتی افراد دچار فشارخون تحرک جسمانی کمتری از افراد سالم دارند (۳). با وجود اینکه معمولا توافق بر آن است که تمرین ورزشی هوازی در افراد دارای فشارخون بالا، فشارخون را در حدود ۵ تا ۷ میلی‌متر جیوه کاهش می‌دهد و ورزش مقاومتی به عنوان مکملی برای ورزش هوازی، با ۲ تا ۳ میلی‌متر جیوه کاهش در فشارخون همراه است (۱)، ولی در حدود ۲۵٪ از موارد به دنبال تمرین هوازی به دلایل نامعلوم کاهش فشارخون مشاهده نمی‌شود (۴). اما معمولا به دلیل سایر آثار مفید ورزش بر سلامتی و همچنین برای جلوگیری از تغییر فشارخون خفیف (دارا بودن فشارخون سیستولی بالاتر از ۱۲۰ تا ۱۳۹ میلی‌متر جیوه و فشار دیاستولی ۸۰ تا ۸۹ میلی‌متر جیوه) به فشارخون بالا (دارا بودن فشارخون سیستولی و دیاستولی به ترتیب بالاتر از ۱۴۰ و ۹۰ میلی‌متر جیوه)، ادامه تمرینات ورزشی امری اجباری است (۵). شواهد موجود حاکی از آن است که معمولا اثر ضد فشارخونی تمرین ورزشی هوازی در سه جلسه ابتدائی بروز می‌کند و این اثر با ادامه تمرینات حفظ می‌شود، ولی پس از دو هفته بعد از قطع تمرینات، فشار خون به سطوح قبل از تمرین بر می‌گردد (۷، ۶). به بیان دیگر در طول یک هفته اولیه آغاز یا قطع تمرین ورزشی هوازی، تغییرات سریعی در پاسخ فشارخون به تمرین ورزشی محتمل است. با این حال چگونگی تغییرات فشارخون در طول دوره تمرین ورزشی و بی‌تمرینی در گروه یکسان آزمودنی‌ها، کمتر مطالعه شده است. تاکنون فقط در یک تحقیق نحوه پاسخ‌دهی فشارخون مردان و زنان میانسال دارای فشارخون خفیف و چربی خون متوسط تا شدید به شش ماه تمرین ورزشی هوازی و دو هفته بی‌تمرینی، مطالعه شده است که در آن پس از تمرینات تغییری در فشار خون کل افراد مشاهده نشد (۵). لازم به ذکر است که در آن تحقیق، در یک سوم از آزمودنی‌ها فشارخون به دنبال شش ماه تمرین، کاهش یافته و بعد از دو هفته بی‌تمرینی افزایش یافت. ولی جالب‌ترین نکته آن بود که در حدود یک سوم دیگر از آزمودنی‌ها در دوره تمرین شش ماهه تغییری در فشار خون مشاهده نشد، در حالی‌که در طول دو هفته بی‌تمرینی، فشارخون برخلاف انتظار به طور شگفت‌انگیزی کاهش یافت. به علاوه گزارش شده است که در برخی موارد ممکن است حتی تغییرات نامناسبی (افزایش فشار خون) در فشارخون در پاسخ به تمرین ورزشی هوازی مشاهده شود (۸). بدین ترتیب، علاوه بر وجود اطلاعات اندک در مورد اثر بی‌تمرینی بر فشارخون، مشاهده کاهش فشار خون فقط در دوره بی‌تمرینی همراه با عدم تغییر فشارخون در دوره تمرین (۵) و همچنین احتمال بروز پاسخ‌های نامتعارف در برخی افراد در پاسخ به تمرین (۸) بیانگر آن است که روش درمان یا نسخه تمرین ورزشی تجویز شده از سوی مراجع موجود ممکن است در جمعیت‌های مختلف نیاز به بازنگری داشته باشد. به علاوه، شناسایی افراد دارای فشارخون که به ورزش پاسخ می‌دهند/ یا نمی‌دهند و همچنین چگونگی تغییر فشار خون، زمان بروز پاسخ (مثلا در دوره تمرین یا بی‌تمرینی) و متغیرهای موثر بر مقدار و جهت تغییر فشار خون در سازگاری با تمرین/بی‌تمرینی قطعا از لحاظ بالینی، بسیار اهمیت دارند که بایستی موضوع تحقیقات آینده باشد. در این راستا، در تنها تحقیق موجود در این زمینه، متغیرهایی چون مقدار پاسخ فشارخون در طول بی‌تمرینی، مقدار فشارخون در حالت پایه، تعداد شاخص‌های خطر متابولیک و شدت کلی خطر متابولیک به عنوان مهم‌ترین پیش‌بینی کننده‌های پاسخ‌دهی یا عدم پاسخ‌دهی افراد دارای فشارخون به برنامه تمرین معرفی شده‌اند (۵). تصور می‌شود که در تحقیقات آینده، علاوه بر لحاظ کردن متغیرهای مذکور، بایستی بر شناسایی سایر متغیرهای احتمالی موثر بر تغییر فشارخون در سازگاری با تمرین و بی‌تمرینی پرداخته شود. بدین ترتیب، هدف این تحقیق پیش‌بینی مقدار و جهت تغییرات فشار خون در طول تمرین هوازی و بی‌تمرینی با بررسی تاثیر برخی عوامل پیش‌بین بر چگونگی پاسخ دهی فشار میانگین سرخرگی در مردان میانسال غیرفعال بود.

روش کار

روش این تحقیق از نوع آزمایشی با طرح اندازه‌گیری مکرر بود. پس از پخش آگهی در سطح میادین اصلی شهر، فروشگاه‌های بزرگ و برخی ادارات و سازمانها و همچنین دفتر تاکسیرانی و کانونهای بازنشستگان در شهر رشت، تعداد ۸۹ مرد میانسال (۵۰ تا ۷۰ سال) غیرفعال دارای فشار خون خفیف تا متوسط و یا چربی خون متوسط تا شدید برای شرکت در تحقیق داوطلب شدند. شاخص‌های شمول در تحقیق شامل دارا بودن شاخص توده بدنی ۲۵ تا ۳۵ کیلوگرم بر مترمربع، فشارخون سیستولی زیر ۱۳۹ میلی متر جیوه/ فشارخون دیاستولی زیر ۸۹ میلی‌متر جیوه، سطوح LDL ناشتایی بین ۱۳۰ تا ۱۹۰ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر و HDL زیر ۴۰ میلی‌گرم بر دسی لیتر بود. هیچ یک از آزمودنی‌ها در طی یک سال گذشته، سابقه شرکت در فعالیت بدنی منظم نداشتند و از داروهای کاهنده چربی خون یا فشارخون استفاده نکرده بودند. تمام افراد از

لحاظ سلامت عمومی/جسمانی توسط متخصصین پزشکی ورزشی معاینه شدند و همچنین آزمایشات خونی اولیه (CBC، کراتینین، اوره، قند و چربی خون و آنزیم‌های کبدی) به عمل آمد که در پایان تعداد ۷۹ نفر، پس از پرکردن پرسشنامه ویژه تعیین سطح فعالیت بدنی و سوابق بیماری و اخذ رضایت‌نامه به عنوان آزمودنی انتخاب شدند (پس از تایید پروتکل تحقیق در کمیته پزشکی ورزشی استان گیلان). ابتدا فشارخون، وزن، قد و دور کمر اندازه‌گیری شد و نمونه‌های خونی ناشتا برای تعیین سطوح HDL، تری‌گلیسرید و گلوکز از سیاهرگ بازوئی اخذ شدند (۲ سی‌سی در تیوب‌های حاوی EDTA). پس از سانتریفوژ (۱۲ دقیقه با ۳۰۰۰ دور در دقیقه) و جداسازی پلاسما، مقدار گلوکز خون به روش گلوکز اکسیداز و پروفایل چربی به روش استاندارد اندازه گیری شد. فشارخون در دو نوبت به فاصله ۲۰ تا ۳۰ دقیقه توسط یک پرستار مجرب به روش استاندارد با استفاده از اسفیگمومانومتر از دست غیربرتر اندازه‌گیری شد و میانگین دوبار سنجش به عنوان ملاک لحاظ شد (۹). تعداد شاخص های خطر متابولیک بر مبنای ملاک مطالعه ملی ریسک فاکتورهای بیماری‌های متابولیکی ایران در سال ۲۰۰۷ برای هر آزمودنی (شامل دور کمر بیش از ۹۱/۵ سانتیمتر، تری‌گلیسرید بیش از ۱۵۰ میلی‌گرم بر دسی لیتر، کلسترول خون کمتر از ۴۰ میلی گرم بر دسی لیتر، فشار خون بیش ۱۳۰/۸۵ میلی مترجیوه و گلوکز خون ناشتای بالاتر از ۱۱۰ میلی گرم بر دسی لیتر) محاسبه شد (۱۰). برای محاسبه امتیاز Z مربوط به شاخص‌های خطر متابولیک (شامل قندخون، فشارخون، دور کمر، تری‌گلیسرید و HDL)، از داده‌های خام هر آزمودنی و انحراف استاندارد داده‌های کل آزمودنی‌ها استفاده شد (۱۱). معادله استفاده شده برای محاسبه امتیاز z کل خطر متابولیک در پیش-آزمون در ذیل ارائه شده است. Zmets = [(HDL–۴۰)/۵/۹۴] + [(تری گلیسرید –۱۵۰)/۱۴۹/۵۳] + [(قند خون ناشتا –۱۱۰)/۲۲/۶۹] + [(دور کمر –۹۱/۵)/۱۱/۱۳] + [(فشار میانگین سرخرگی –۱۰۰)/۷/۰۳].

در ادامه آزمودنی ها به طور تصادفی به دو گروه تجربی (۶۴ نفر) و کنترل (۱۵ نفر) تقسیم شدند. یک هفته قبل از آغاز اجرای تحقیق، برای گروه تجربی یک جلسه آشنایی با تمرینات وجود داشت. آزمودنی های گروه تجربی به مدت هشت هفته در برنامه تمرین هوازی شرکت کردند. تمرینات در زمان معینی از روز اجرا می-شدند و شامل راه رفتن و دویدن (۳ بار در هفته)، به مدت ۴۰دقیقه و با شدت ۶۰ تا ۷۰ درصد از ضربان قلب بیشینه (MHR) بودند. شدت فعالیت با استفاده از دستگاه ضربان سنج پلار (با استفاده از فرمول کارونن) کنترل شد. آزمودنی‌ها در هر جلسه فعالیت خود را با ۲۰ دقیقه گرم‌کردن (دویدن و تمرینات کششی) آغاز کردند و در پایان نیز ۱۰ دقیقه سرد کردن وجود داشت. گروه کنترل در فاصله هشت هفته، از انجام فعالیت‌بدنی غیرمعمول، اجتناب کردند. پس از هفته هشتم، تمام اندازه گیری‌ها تکرار شد و از آزمودنی‌های گروه تجربی خواسته شد تا به سبک زندگی غیرفعال خود برگردند (دو هفته بی‌تمرینی) و به دنبال آن مجددا اندازه‌گیری ها تکرار شدند. برای محاسبه Zmets در مراحل بعد از تمرین و بعد از بی‌تمرینی، فقط انحراف استاندارد مربوط به آن وضعیت در فرمول تغییر یافت. تعداد هفت نفر از گروه تجربی (حضور نامنظم در تمرینات یا عدم حضور در خون‌گیری) و دو نفر از گروه کنترل (عدم حضور در خون‌گیری) در پایان هفته هشتم از جریان تحقیق خارج شدند. بنابراین داده‌های ۷۰ آزمودنی (جدول ۱) وارد تجزیه و تحلیل آماری شد. روش‌های آماری به طریق ذیل انجام گرفت ابتدا از توزیع طبیعی داده‌های کمی، اطمینان حاصل شد (آزمون K-S). در مرحله پیش‌آزمون ارتباط بین شاخص‌های خطر قلبی–متابولیک و ویژگی‌های فردی با فشار خون، با استفاده ضریب همبستگی پیرسون تعیین شدند. به منظور مقایسه درون گروهی فشارخون و شاخص‌های خطر متابولیک در طول سه مرحله تحقیق از تحلیل واریانس اندازه‌گیری استفاده شد. تعداد افراد دارای پاسخ مناسب (کاهش فشارخون)، بدون پاسخ (عدم تغییر) و دارای پاسخ نامناسب (افزایش فشارخون) در هر دو مرحله تمرین و بی‌تمرینی با استفاده از آزمون خی دو مقایسه شدند (برای افراد دارای کاهش فشار خون، امتیاز ۱+، برای افراد بدون تغییر، امتیاز ۰ و برای افراد دارای افزایش فشارخون، امتیاز ۱– تعلق یافت). در ادامه مقدار تغییرات فشار میانگین سرخرگی آزمودنی‌های گروه تجربی به تفکیک زیر گروه‌های دارای سه نوع پاسخ‌دهی به تمرین و بی‌تمرینی، با استفاده از آزمون تی همبسته به طور درون گروهی مقایسه شدند. به‌علاوه الگوی تغییر پاسخ‌دهی آزمودنی‌های گروه تجربی در مرحله تمرین و بی‌تمرینی با استفاده از آزمون کاپا بررسی شد. تعداد شاخص‌های خطر متابولیک سه زیرگروه (به‌تفکیک نوع پاسخ‌دهی فشارخون)

با استفاده از آزمون خی دو مقایسه شدند. در پایان مقدار پاسخ فشار میانگین سرخرگی به برنامه تمرین و بی‌تمرینی با استفاده از رگرسیون مرحله‌ای از روی برخی ویژگی‌های فردی و فیزیولوژیک برآورد شد. داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۹ با سطح اطمینان آماری ۰/۰۵ تحلیل شدند.

جدول ۱: ویژگی‌ها و تعداد آزمودنی‌ها بر حسب نوع تغییر فشار میانگین سرخرگی

گروه	سن (سال)	قد (متر)	وزن (کیلوگرم)	فشار خون دیاستولی (میلی مترجیوه)	فشار خون سیستولی (میلی مترجیوه)	فشار میانگین سرخرگی (میلی مترجیوه)
کنترل	۵۵/۵۹±۳/۲۴	۱/۷۱±۰/۰۶	۸۰/۰۳±۶/۹۹	۸۴/۶۱±۵/۹۳	۱۳۰±۱۰/۴	۹۹/۷۴±۶/۵۹
تجربی	۵۶/۰۷±۳/۸۷	۱/۷۲±۰/۰۶	۸۶/۵۸±۱۱/۸۹	۸۲/۳۳±۹/۰۹	۱۲۴/۰۳±۱۲/۱۵	۹۶/۱۴±۸/۹۴

تعداد افراد گروه تجربی بر حسب نوع تغییر فشار میانگین سرخرگی در دوره تمرین و بی‌تمرینی

نوع پاسخ در مرحله تمرین	**نوع پاسخ در مرحله بی‌تمرینی**			مجموع	درجه توافق (کاپا)	sig
	افزایش فشار خون	عدم تغییر فشار خون	کاهش فشار خون			
افزایش فشار خون	۷	۰	۳	۱۰	−۰/۰۴۲	۰/۳۹۶
کاهش فشار خون	۲۹	۱	۳	۳۳		
عدم تغییر فشار خون	۲	۹	۳	۱۴		
مجموع	۳۸	۱۰	۹	۵۷		

❋: تفاوت معنی‌داری در بین دو گروه وجود ندارد (P>۰/۰۵).

جدول ۲: مقدار متوسط فشارخون و شاخص‌های خطر متابولیک گروه تجربی (۵۷ نفر)

شاخص	مرحله	مقدار متوسط	F	درجه آزادی	sig	مقایسه تعقیبی در بین	اختلاف متوسط	sig
	قبل از تمرین	۸۲/۵۰±۸/۹۴				قبل از تمرین با بعد از تمرین	۲/۱۴±۰/۸۳	❋ ۰/۰۳۷
فشار دیاستولی	بعد از تمرین	۸۰/۱۹±۵/۲۴	۵/۱۴	۱/۷۱	❋ ۰/۰۱۱	قبل از تمرین با بعد از بی‌تمرینی	−۰/۰۷±۰/۶۱	۰/۹۹۹
	بعد از بی تمرینی	۸۱/۶۴±۵/۴۷				بعد از تمرین با بعد از بی تمرینی	−۲/۲۲±۰/۸۹	❋ ۰/۰۴۶
	قبل از تمرین	۱۲۳±۱۱/۶۶				قبل از تمرین با بعد از تمرین	−۲/۳۱±۰/۷۳	❋۰/۰۰۸
فشار سیستولی	بعد از تمرین	۱۲۱/۵۳±۸/۱۹	۷/۳۹	۱/۳۶	❋ ۰/۰۰۴	قبل از تمرین با بعد از بی‌تمرینی	۰/۸۶±۰/۶۷	۰/۶۱
	بعد از بی تمرینی	۱۲۳/۷۵±۱۰/۸۴				بعد از تمرین با بعد از بی تمرینی	−۱/۴۴±۰/۳۴	❋ ۰/۰۰۱
	قبل از تمرین	۹۶/۱۴±۸/۹۴				قبل از تمرین با بعد از تمرین	۲/۱۶±۰/۶۳	❋ ۰/۰۰۴
فشار میانگین سرخرگی	بعد از تمرین	۹۳/۹۷±۵/۵۳	۹/۳۸	۱/۵۳	❋ ۰/۰۰۱	قبل از تمرین با بعد از بی تمرینی	۰/۴۵±۰/۵۲	۰/۹۹۹
	بعد از بی تمرینی	۹۵/۶۸±۶/۷۳				بعد از تمرین با بعد از بی تمرینی	۱/۸۷±۰/۳۸	❋ ۰/۰۰۱
	قبل از تمرین	۹۶/۴۹±۹/۱۶				قبل از تمرین با بعد از تمرین	۲/۴۳±۰/۲۹	❋ ۰/۰۰۱
دور کمر (سانتی‌متر)	بعد از تمرین	۹۴/۰۵۵۸/۰۳	۳۷/۳۷	۱/۶۷	❋ ۰/۰۰۱	قبل از تمرین با بعد از بی تمرینی	−۱/۸۷±۰/۳۳	❋ ۰/۰۰۱
	بعد از بی تمرینی	۹۴/۷۸±۷/۶۵				بعد از تمرین با بعد از بی تمرینی	−۰/۷۲±۰/۲۲	❋ ۰/۰۰۶
	قبل از تمرین	۱۲۶/۷۱±۳۳/۴۳				قبل از تمرین با بعد از تمرین	۱۱/۱۷±۲/۲۰	❋ ۰/۰۰۱
گلوکز خون (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	بعد از تمرین	۱۱۵/۵۳±۱۹/۷۷	۲۶/۴۷	۱/۳۳	❋ ۰/۰۰۱	قبل از تمرین با بعد از بی تمرینی	−۰/۶۲±۱	۰/۹۹۹
	بعد از بی تمرینی	۱۲۷/۳۴±۳۳/۱۷				بعد از تمرین با بعد از بی تمرینی	−۱۱/۸±۰/۰۲	❋ ۰/۰۰۱
	قبل از تمرین	۲۱۷/۶۳±۱۱۷/۷۷				قبل از تمرین با بعد از تمرین	۳۴/۸۹±۳/۷۸	❋ ۰/۰۰۱
تری‌گلیسرید (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	بعد از تمرین	۱۸۲/۷۳±۱۰۷/۴۳	۲۶/۸۹	۱/۶۳	❋ ۰/۰۰۱	قبل از تمرین با بعد از بی تمرینی	۲۷/۹۹±۵/۹۱	❋ ۰/۰۰۱
	بعد از بی تمرینی	۱۸۹/۹۴±۹۰/۲۱				بعد از تمرین با بعد از بی تمرینی	−۶/۸۹±۵/۱۸	۰/۵۶۶
	قبل از تمرین	۴۲/۴۷±۶/۴۴				قبل از تمرین با بعد از تمرین	−۶/۸۷±۱/۰۶	❋ ۰/۰۰۱
لیپوپروتئین پرچگال (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	بعد از تمرین	۴۹/۳۴±۷/۸۱	۲۶/۷۲	۲/	❋ ۰/۰۰۱	قبل از تمرین با بعد از بی تمرینی	−۱/۸۹±۰/۸۰	۰/۰۶۵
	بعد از بی تمرینی	۴۴/۳۶±۷/۶۵				بعد از تمرین با بعد از بی تمرینی	۴/۹۷±۱/۰۳	❋ ۰/۰۰۱
	قبل از تمرین	۰/۸۰±۲/۵۴						
Zmets	بعد از تمرین	۱/۰۱±۲/۳۰	۲/۷۹	۱/۶۶	۰/۰۷۶	–	–	–
	بعد از بی تمرینی	۱/۳۲±۱/۶۰						

فشار خون گروه تجربی در پیش‌آزمون به تفکیک نوع تغییر فشار میانگین سرخرگی در مرحله تمرین

شاخص	گروه بر حسب نوع پاسخ به تمرین	مقدار متوسط	F	sig	مقایسه در بین گروهها با سه نوع پاسخ دهی	اختلاف متوسط	sig
فشار خون دیاستولی (میلی‌مترجیوه)	مناسب	۸۷/۲۱±۵/۵۸	۵۳/۸۷	❋ ۰/۰۰۱	مناسب با نامناسب	−۱۹/۷۱±۸۹۱/	❋ ۰/۰۰۱
	نامناسب	۶۷/۵۰±۵/۴			مناسب با بدون پاسخ	−۱۴/۶۴±۲/۱۷	❋ ۰/۰۰۱
	بدون پاسخ دهی	۸۲/۱۴±۴/۲۵			نامناسب با بدون پاسخ	۵/۰۶±۱/۶۷	❋ ۰/۰۱۵
فشار خون سیستولی (میلی‌مترجیوه)	مناسب	۱۲۸/۶۳±۹/۴۵	۲۶/۳۵	❋ −/۰۰۱	مناسب با نامناسب	۲۲/۱۳±۳/۰۵	❋ ۰/۰۰۱
	نامناسب	۱۰۶/۵±۸/۵۱			مناسب با بدون پاسخ	−۱۷/۷۸±۳/۵	❋ ۰/۰۰۱
	بدون پاسخ دهی	۱۲۴/۲۸±۵/۱۳			نامناسب با بدون پاسخ	۴/۳۵±۲/۶۹	۰/۲۸
فشار میانگین سرخرگی (میلی‌مترجیوه)	مناسب	۱۰۰/۸۵±۴/۹۳	۸۹/۶۵	❋ ۰/۰۰۱	مناسب با نامناسب	−۲۰/۳۵±۱/۷۷	❋ ۰/۰۰۱
	نامناسب	۸۰/۵۰±۵/۸۲			مناسب با بدون پاسخ	−۱۵/۶۹±۲/۰۳	❋ ۰/۰۰۱
	بدون پاسخ دهی	۹۶/۱۹±۴/۱۰			نامناسب با بدون پاسخ	۴/۶۶±۱/۵۶	❋ ۰/۰۱۶

❋: تفاوت معنی‌دار (P<۰/۰۵).

یافته‌ها

نسبت ٪۶۲/۸ از کل آزمودنی‌های این تحقیق در ابتدا دارای فشارخون بالاتر از حد طبیعی (۱۳۰/۸۵ میلی‌مترجیوه) بودند. گروه تجربی (۵۷ نفر) درطول ۲۴ جلسه تمرین، به‌ترتیب مسافت ۱۲۹/۱۷۶±۶/۱۵۴ کیلومتر را دویدند و پایبندی به شرکت در تمرینات برابر با ٪۸۶/۲۴±۶/۷۴ بود. در مرحله پیش‌آزمون در مورد کل آزمودنی‌ها، بین فشار میانگین سرخرگی با HDL (P=۰/۰۰۱، r=-۰/۳۸۸) وLDL پلاسما (P=۰/۰۰۱، r=۰/۴۱۶) و Zmets (P=۰/۰۰۱، r=۰/۵۶۱) همبستگی معنی‌داری وجود داشت. در گروه کنترل در طول مرحله تمرین و بی‌تمرینی تفاوت معنی‌داری در هیچ یک از متغیرهای مورد بررسی مشاهده نشد (P>۰/۰۵). بنابراین در ادامه از ارائه داده‌های مربوط به گروه کنترل صرف نظر شده است. جزئیات تاثیر تمرین و بی‌تمرینی بر فشارخون و شاخص‌های خطر متابولیک گروه تجربی، در جدول ۲ ارائه شده است.

توزیع فراوانی نوع تغییرات فشار میانگین سرخرگی آزمودنی‌های تجربی در مرحله تمرین یکسان نبود (جدول۱)، به طوری که تعداد ۳۳ نفر (٪ ۵۷/۹) پاسخ‌دهی مناسب (کاهش فشار میانگین از ۱۰۰/۸۵±۴/۹۳ به ۹۵/۷۴±۳/۸۴ میلی‌مترجیوه، P=۰/۰۰۱، t=-۸/۷۳)، ۱۰ نفر (٪ ۱۷/۵) پاسخ‌دهی نامناسب (افزایش فشار میانگین از ۸۰/۵۰±۵/۸۲ به ۸۵/۰۶±۲/۵۰ میلی مترجیوه، P=۰/۰۰۵، t=-۳/۷۴) و ۱۴ نفر (٪۲۴/۶) عدم پاسخ به تمرین (عدم تغییر فشارخون) را تجربه کردند (x^2=۱۵/۸۹، P=۰/۰۰۱). در مرحله بی‌تمرینی نیز توزیع فراوانی نوع تغییرات فشار خون میانگین سرخرگی تفاوت داشت، به طوری‌که ۹ نفر (٪۱۵/۸) پاسخ دهی مناسب (کاهش فشار میانگین از ۹۱/۱۱±۶ به ۸۸/۸۸±۵/۴۶ میلی مترجیوه، P=۰/۰۰۱، t=-۸/۰۰)، ۳۸ نفر (٪۶۶/۷) پاسخ‌دهی نامناسب (افزایش فشار میانگین از ۹۳/۵۹±۵/۲۶ به ۹۶/۶۸±۶/۶۴ میلی مترجیوه، P=۰/۰۰۱، t=۷/۸۲) و ۱۰ نفر (٪۱۷/۷) عدم پاسخ به بی‌تمرینی را تجربه کردند (x^2=۲۸/۵۲، P=۰/۰۰۱).

مقدار و تعداد شاخص‌های خطر متابولیک آزمودنی‌ها در پیش‌آزمون بر حسب نوع سازگاری با تمرین: افراد دارای کاهش فشار میانگین سرخرگی در سازگاری با تمرین (x^2=۵۲/۷۳، P=۰/۰۰۱) و همچنین افراد دارای افزایش فشار در سازگاری با بی‌تمرینی، تعداد بیشتری از شاخص‌های خطر متابولیک (جدول ۳) را در پیش‌آزمون دارا بودند (x^2=۸۰/۱۰، P=۰/۰۰۱). مقایسه مقدار شاخص‌های خطر متابولیک گروه تجربی در پیش‌آزمون به تفکیک نوع پاسخ‌دهی فشار متوسط سرخرگی آنها به تمرین نشان داد که از لحاظ دور کمر (F=۰/۹۱، sig=۰/۴۰۶)، گلوکز خون (F=۰/۴۴۶، sig=۰/۶۴۲)، تری‌گلیسرید (F=۱/۶۴، sig=۰/۲۰۲)، و لیپوپروتئین پرچگال (F=۱/۴۱، sig=۰/۲۵۱) تفاوت معنی‌داری وجود ندارد، ولی از لحاظ فشار خون سیستولی، دیاستولی و متوسط سرخرگی تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲). در ادامه امتیاز Zmets در سه مرحله تحقیق برای ارائه یک ملاک کمی واحد از تغییرات وضعیت کلی متابولیک در بین آزمودنی‌های تجربی به تفکیک نوع پاسخ فشار میانگین به تمرین مقایسه شد (شکل ۱). نتایج پیش‌بینی مقدار تغییرات فشارخون گروه تجربی (۵۷ نفر) در پاسخ به تمرین و نیز در ذیل ارائه شده است.

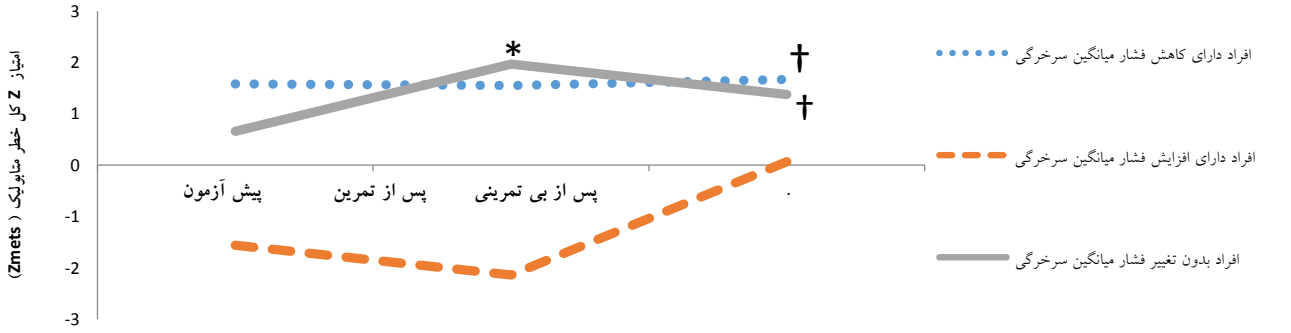
$$MAP_{\text{change during training}} = (LDL \times 0.041 - ۴۰)) + (HDL) \times 0.133) + (BMI \times 0.45) + (Age \times 0.035) + (Map \times -0.499) - 26.78,\ R^2: ۰.۷۶ \text{Estimation}_{SE}: 2.30$$

$$MAP\ change\ during\ detraining = (Age \times -0.049) + ((Map - 100) \times -0.133) + 3.71,\ R^2: ۰.۲۶\ \text{Estimation}_{SE}: 2.51$$

جدول ۳: شاخص‌های خطر متابولیک در پیش‌آزمون بر حسب نوع تغییر فشار میانگین سرخرگی

فاکتور	کل آزمودنی‌ها	گروه کنترل	گروه تجربی	افزایش فشارخون پس از تمرین	کاهش فشارخون پس از تمرین	عدم تغییر فشارخون پس از تمرین	افزایش فشارخون پس از بی‌تمرینی	کاهش فشارخون پس از بی‌تمرینی	عدم تغییر فشارخون پس از بی‌تمرینی
تعدادکل‌شاخص‌های‌خطر	۲۳۲	۳۸	۱۹۴	۲۸	۱۲۰*	۴۶	۱۳۱*	۳۹	۲۴
تعداد افراد دارای یک شاخص خطر	۲	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
تعداد افراد دارای دو شاخص خطر	۱۰	۲	۸	۳	۰	۵	۲	۰	۶
تعداد افراد دارای سه شاخص خطر	۲۶	۴	۲۲	۶	۱۳	۳	۱۸	۴	۰
تعداد افراد دارای چهار شاخص خطر	۲۸	۵	۲۳	۱	۱۹	۳	۱۷	۳	۳
تعداد افراد دارای پنج شاخص خطر	۴	۰	۴	۰	۱	۳	۱	۳	۰
تعداد افراد دارای دور کمر>۱۰۲سانتی‌متر	۵۲	۹	۴۳	۷	۲۴	۱۲	۲۸	۹	۶
تعداد افراد دارای TG>۱۵۰ میلی‌گرم‌بردسی‌لیتر	۵۷	۱۰	۴۷	۷	۲۹	۱۱	۳۲	۹	۶
تعداد افراد دارای HDL<۴۰ میلی‌گرم‌بردسی‌لیتر	۳۴	۱	۳۳	۷	۱۵	۱۱	۱۷	۱۰	۶
تعداد افراد دارای فشار خون>۱۳۰/۸۵میلی‌مترجیوه	۴۴	۹	۳۵	۰	۲۹	۶	۲۵	۷	۳
تعداد افراد دارای گلوکز ناشتا<۱۱۰میلی‌گرم‌بردسی‌لیتر	۴۵	۹	۳۶	۷	۲۳	۶	۲۹	۴	۳
تعداد کل نفرات	۷۰	۱۳	۵۷	۱۰	۳۳	۱۴	۳۸	۱۰	۹

❊ تفاوت معنی دار در بین سه زیرگروه بر اساس آزمون خی دو (P<۰/۰۵).



❊، †: به ترتیب نمایانگر تفاوت درون گروهی نسبت به پیش‌آزمون و پس از تمرین بر اساس آزمون بونفرونی(P<۰/۰۵). تذکر: ارزش‌های پایین Zmets نمایانگر خطر کمتر متابولیک است.
شکل ۱: امتیاز Z کل خطر متابولیک (Zmets) گروه تجربی به تفکیک نوع پاسخ فشار خون به تمرین

بحث

در این تحقیق مشاهده کاهش فشارخون آزمودنی‌های تجربی در پاسخ به تمرین هوازی و به دنبال آن معکوس‌شدن سریع جهت تغییرات در دوره بی تمرینی با سایر تحقیقات گذشته در این زمینه به خوبی همخوانی دارد (۷-۵). کاهش فشارخون افراد دارای وضعیت طبیعی و دارای فشارخون متوسط تا شدید در تحقیقات گذشته نیز گزارش شده است (۷-۶). شایان ذکر است که خود فشارخون بالا به عنوان یک عامل مستعدکننده برای ابتلا به مقاومت به انسولین، چاقی مرکزی بدن و در نهایت ابتلا به سندرم متابولیک شناسایی شده است. مکانیسم‌های مربوطه در جای دیگری به تفصیل بحث شده‌اند (۵). با این‌حال، شاید مهم‌ترین یافته این تحقیق آن بود که با وجود مشاهده تاثیر مفید تمرین هوازی بر کاهش فشارخون و سایر شاخص‌های خطر متابولیک در کل آزمودنی‌های تجربی مشابه تحقیقات گذشته (۱۳-۱۲)، نوع پاسخ-دهی فشار میانگین سرخرگی به تمرین (افزایش، کاهش و عدم تغییر فشار میانگین سرخرگی) در بین آزمودنی‌های گروه تجربی یکسان نبود. در این زمینه شواهدی وجود دارد که فشار خون تمام آزمودنی‌ها در پاسخ به تمرین کاهش نمی‌یابد (۱۴,۱۵) و حتی برخی آزمودنی‌ها، دارای پاسخ‌دهی نامناسب به تمرین می‌باشند (۵,۸). اگرچه تاکنون دلیل اصلی این مشاهدات روشن نشده است، ولی با وجود گزارش‌های مستند فراوان مبنی بر اینکه تمرین ورزش هوازی فشارخون استراحتی را کاهش می‌دهد (۱۸-۱۶)، مدت زمان ایجاد تغییر و موعد بروز تغییر فشارخون در سازگاری به ورزش در مطالعات مختلف یکسان نبوده است (۱۹, ۵,۱۵). همچنین در یک تحقیق در مورد ۷۲۳ نفر از مردان و زنان ۱۷ تا ۲۹ ساله گزارش شده است که با افزایش فشارخون سیستولی، کاهش بیشتری در فشارخون در پاسخ به ورزش مشاهده می‌شود (۱۹). در این راستا، قانون مقدار اولیه به معنای دارا بودن فشارخون بالا به عنوان یک توجیه برای تغییرپذیری در مقدار و نوع پاسخ فشارخون به ورزش پیشنهاد شده است (۱۴). در تحقیق ما مقدار فشارخون میانگین سرخرگی اولیه در آزمودنی‌های دارای سه نوع پاسخ‌دهی متفاوت به تمرین، تفاوت معنی‌داری داشت، با این‌حال در آزمودنی‌های دارای پاسخ‌دهی نامناسب به تمرین، مقدار فشار خون پایین‌تر از محدوده طبیعی قرار داشت (جدول ۵). از طرفی مقدار فشارخون سرخرگی میانگین در پیش‌آزمون به عنوان یکی از متغیرهای موثر در پیش‌بینی مقدار تغییرات فشارخون در پاسخ به تمرین/بی‌تمرینی شناسایی شد. این یافته‌ها همراه با سایر آثار مفید تمرین بر سلامت متابولیکی و بهبود ظرفیت هوازی بی اعتنا به مکانیسم های دخیل در افزایش احتمالی فشارخون برخی افراد، حاکی از آن است که نباید پاسخ‌دهی نامناسب فشارخون به تمرین به عنوان یک زنگ خطر نامتعارف و تهدید کننده برای منع و اجتناب از مشارکت در برنامه‌های فعالیت بدنی تلقی شود. با این حال، در مورد افراد دارای فشارخون خفیف و پایین‌تر از حد طبیعی بهتر است که در هنگام مشارکت در برنامه‌های فعالیت بدنی نسبت به مستعد بودن به افزایش فشارخون احتیاط لازم اعمال شود. همچنین لازم به ذکر است که با وجود افزایش فشارخون در این افراد، هنوز مقدار عددی فشار در داخل محدوده طبیعی حفظ شد (افزایش فشار میانگین از ۸۲/۵۰±۵/۸۲ به ۵۰/۰۶±۲/۵۰ میلی-مترجیوه). بنابراین شاید این افزایش به عنوان جنبه دیگری از سازگاری‌های مثبت مربوط به تمرین در افراد دارای کم فشارخونی است، ولی به دلیل کمبود شواهد مستقیم نیاز به تحقیقات بیشتر باقی است. در مورد تغییرات فشارخون در دوره بی‌تمرینی لازم به ذکر است که افراد دارای پاسخ‌دهی نامناسب به بی‌تمرینی، نسبت به افراد دارای پاسخ‌دهی مناسب و بدون پاسخ دهی، تعداد بیشتری از شاخص‌های خطر متابولیک را در پیش‌آزمون دارا بودند (جدول ۴). در ادبیات تحقیقی فعلی تاثیر بی‌تمرینی بر فشارخون استراحتی کمتر مورد توجه واقع شده است (۷-۵) و شواهد موجود حاکی از

آن است که برای حفظ آثار محافظتی تمرین ورزشی بر کنترل فشارخون، بایستی تمرینات به طور منظم ادامه یابد و با قطع مشارکت در تمرین بدنی، آثار مذکور خیلی سریع محو می‌شوند (۷-۶). در تنها تحقیق مشابه، Moker (۲۰۱۳) کاهش معنی‌داری را در فشارخون برخی آزمودنی‌ها در پاسخ به بی‌تمرینی گزارش کرده است، ولی توجیه علت این پاسخ نامتعارف هنوز در ابهام باقی مانده است (۵). با یک نگاه اجمالی بر نتایج جدول ۳ مشخص می‌شود که اکثر (٪۷۰) آزمودنی‌هایی که افزایش فشار میانگین سرخرگی را در مرحله تمرین تجربه کرده بودند، در مرحله بی‌تمرینی نیز افزایش فشارخون در آن‌ها ادامه داشت. همچنین اکثر آزمودنی‌های بدون پاسخ‌دهی به مرحله بی‌تمرینی (٪۹۰) در مرحله تمرین نیز عدم پاسخ‌دهی فشار خون را تجربه کردند. این یافته‌ها می‌تواند حاکی از آن باشد که شاید در برخی از آزمودنی‌ها فشارخون در سازگاری با تمرین، به سختی دستخوش نوسان می‌شود و احتمالا متغیرهای ناشناخته‌ای در این بین نقش دارند که می‌تواند مد نظر تحقیقات آینده باشد. در بخش دیگری از یافته‌ها، پروتکل تمرین هوازی مورد استفاده در این تحقیق به طور کاملا موثری سبب ایجاد تغییرات معنی‌دار در تمام شاخص‌های خطر متابولیک شد. سازگاری‌های حاصل از تمرین بر کاهش فشارخون سیستولی، دیاستولی و میانگین سرخرگی و همچنین مقدار HDL و قند پلاسما در فاصله دو هفته بی‌تمرینی محو شدند. دور کمر و تری‌گلیسرید در دوره تمرین کاهش محسوسی داشتند، ولی پس از پایان بی‌تمرینی هنوز تفاوت معنی دار با پیش آزمون باقی بود. لازم به ذکر است که ممکن است با وجود تغییر معنی‌دار مقدار هر کدام از شاخص‌های خطر متابولیک در پاسخ به برنامه تمرین، احتمال دارد که هنوز مقدار عددی پارامترها به محدوده طبیعی نرسد (مثلا کاهش سطح تری‌گلیسرید خون از ۲۵۰ به ۱۵۴ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر، با اینکه قابل توجه است، ولی هنوز فرد در محدوده خطر قرار دارد). در تحقیق حاضر همانند تحقیقات اخیر از روش محاسبه امتیاز z کل خطر متابولیک استفاده شده است که علاوه بر لحاظ کردن دستورالعمل‌های قراردادی موجود برای تعیین وضعیت خطر، یک مقیاس عددی کمی از لحاظ شدت درگیری آزمودنی‌ها با خطر کلی متابولیک را فراهم می‌کند (۱۱). امتیاز کمتر در Zmets به معنی وضعیت مناسب‌تر متابولیک است و طبق نتایج شکل ۱ در افراد دارای پاسخ‌دهی نامناسب به تمرین، Zmets در دوره تمرین تغییر نکرده است، ولی در دوره بی‌تمرینی، وضعیت رو به وخامت بوده است. در افراد بدون پاسخ به تمرین، در طول مرحله تمرین، وضعیت متابولیک رو به وخامت بوده است و با قطع تمرینات، به طور شگفت‌آوری این روند معکوس شده است. با این‌حال، در افراد دارای پاسخ‌دهی مناسب به تمرین، در هر دو مرحله تغییر معنی‌داری در Zmets مشاهده نشده است. بدین‌ترتیب به نظر می‌رسد که احتمالا منشاء تغییرات فشارخون در سازگاری با ورزش مربوط به تغییر وضعیت کلی متابولیک نمی‌باشد. در بخش دیگر از یافته ها (جدول۳) نشان داده شد که در افراد دارای تعداد بیشتر شاخص‌های خطر متابولیک، احتمال کاهش فشارخون در پاسخ به تمرین و احتمال افزایش فشارخون در دوره بی‌تمرینی بالاتر است. به بیان دیگر این یافته‌ها حاکی از آن است که بالا بودن خطر متابولیک در افراد (حضور بیشتر عوامل مستعدکننده ابتلا به خطر قلبی عروقی)، آنها را به عنوان نامزد پاسخ دهی مناسب به تمرین و کم بودن تحمل به بی‌تمرینی (افزایش بیشتر فشار خون در دوره بی‌تمرینی) پیشنهاد می‌کند و بر اهمیت بسیار بیشتر تجویز برنامه‌های تمرینی برای جمعیت افراد میان سال دارای خطر متابولیک برای کاهش فشار خون و احتمال بروز خطر برای افراد طبیعی پس از قطع تمرین تاکید می‌کند. این یافته‌ها به نوعی توسط بابائی و همکاران نیز تایید شده‌اند (۱۱). با این حال، شاید کاربردی ترین یافته این تحقیق آن است که در مورد افراد میان‌سال در معرض خطر متابولیک در زمان تجویز برنامه‌های فعالیت بدنی ویژه کنترل فشارخون، از لحاظ احتمال پاسخ‌دهی نامناسب، جای نگرانی زیادی وجود ندارد. شاید اصلی‌ترین یافته این تحقیق آن بود که مهم‌ترین پیش‌بینی کننده‌های مقدار تغییرات فشار میانگین سرخرگی در پاسخ به تمرین شامل سطح فشار میانگین سرخرگی اولیه، سن، شاخص توده بدن، LDL و HDL هستند. به بیان دیگر اکثر شاخص‌های خطر متابولیک در پیش‌بینی مقدار پاسخ فشار میانگین سرخرگی به تمرین نقش دارند. در تحقیقات گذشته نیز گزارش شده است که اکثر افراد دارای سندرم متابولیک، از فشار خون بالا رنج می‌برند (۲۲-۲۰) و همچنین سن و جنسیت از عوامل تاثیرگذار بر پاسخ فشارخون به ورزش هستند (۲۳). در تنها تحقیق مشابه در این زمینه Moker (۲۰۱۳) سطح فشارخون اولیه و Zmets به عنوان مهم‌ترین پیش‌بینی کننده‌های پاسخ فشارخون سیستولی و دیاستولی به برنامه تمرین شناسایی شده‌اند (۵). با این‌حال، به دلیل نو بودن موضوع تفاوت در پاسخ دهی فشارخون افراد به تمرین و کمبود اطلاعات دقیق در مورد پیش‌بینی مقدار تغییرات فشارخون در زمان ارائه نسخه تمرینی برای افراد بیمار، اطلاعات فعلی هنوز قابلیت کاربرد ندارند و نیاز به انجام تحقیقات بیشتر باقی است. مهم‌ترین نکات ضعف این تحقیق تعداد کم آزمودنی‌ها با توجه به تعدد فاکتورهای مورد بررسی برای پیش‌بینی تغییرات فشارخون بود. به نظر می‌رسد با مطالعه جمعیتهای بزرگ‌تر و لحاظ کردن سایر متغیرهای مداخله‌کننده مثل تفاوتهای تغذیه‌ای و سبک زندگی، فشارهای روانی، تنوع و دز داروهای مصرفی و ابتلا به سایر بیماری‌های موثر بر فشارخون اطلاعات دقیق‌تری

حاصل شود. همچنین در تحقیقات آینده بررسی متغیرهای موثر بر پیش بار و پس بار (سنجش عملکرد قلبی و سایر متغیرهای موثر بر فعالیت وازوموتور) می‌تواند اطلاعات دقیق‌تری در مورد جزئیات مربوط به نوع پاسخ‌دهی فشارخون در پاسخ به تمرین ورزشی فراهم کند.

نتیجه‌گیری

تاکنون در دستورالعمل‌های توصیه‌شده توسط مراجع معتبر مانند انجمن قلب آمریکا و سازمان بهداشت جهانی پیش‌بینی نوع پاسخ‌دهی فشارخون افراد به تمرین بدنی و احتیاط برای بروز پاسخ‌دهی های نامناسب مدنظر نبوده است. طبق نتایج این تحقیق، تغییر فشارخون تمام آزمودنی‌ها در پاسخ به تمرین و بی‌تمرینی در یک جهت اتفاق نمی‌افتد و اکثر شاخص های خطر متابولیک در پیش‌بینی مقدار تغییر فشارخون در سازگاری با تمرین اهمیت دارند. در افراد دارای خطر بالای متابولیک، تمرین هوازی احتمالا با پاسخ‌دهی نامناسب در فشار خون همراه نخواهد بود و جای نگرانی وجود ندارد. ولی، برای افراد دارای فشار خون طبیعی و پایین‌تر از حد طبیعی بایستی نسبت به احتمال افزایش فشار خون در زمان قطع تمرین منظم احتیاط شود. با این‌حال، به دلیل کمبود شواهد مستقیم، نتایج فعلی هنوز قابلیت کاربرد ندارند و نیاز به تحقیقات بیشتر باقی است.

References

1. Pescatello L, Franklin B, Fagard R, Farquhar W, Kelley G, Ray C. Exercise and hypertension: American College of Sports Medicine Position Stand. *Med Sci Sports Exerc* 2004; **36**(3): 533-553.
2. Haskell WL, Lee I-M, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation* 2007; **116**: 1081-1093. doi: 10.1161/Circulationaha.107.185649
3. Churilla JR, Ford ES. Comparing physical activity patterns of hypertensive and nonhypertensive US adults. *American Journal of Hypertension* 2010; **23**(9): 987-993. doi: 10.1038/ajh.2010.88
4. Hagberg JM, Brown MD. Does exercise training play a role in the treatment of essential hypertension? *Journal of Cardiovascular Risk* 1995; **2**(4): 296-302.
5. Moker EA, Bateman L.A, Kraus William E, Pescatello Linda S. The Relation between the Blood Pressure Response to Exercise during Training and Detraining Periods. *Master's Theses* 2013; **6**: 435. doi: 10.1371/journal.pone.0105755
6. Meredith IT, Jennings GL, Esler MD, Dewar EM, Bruce AM, Fazio VA, et al. Time-course of the antihypertensive and autonomic effects of regular endurance exercise in human subjects. *Journal of Hypertension* 1990; **8**(9): 859-866.
7. Murray A, Delaney T, Bell C. Rapid onset and offset of circulatory adaptations to exercise training in men. *Journal of Human Hypertension* 2006; **20**(3): 193-200. doi: 10. 1038/sj.jhh.1001970
8. Bouchard C, Blair SN, Church TS, Earnest CP, Hagberg JM, Häkkinen K, et al. Adverse metabolic response to regular exercise: is it a rare or common occurrence? *PLoS One* 2012; **7**(5): e837-887. doi: 10.1371/ journal.pone.0037887
9. Pickering TG, Hall JE, Appel LJ, Falkner BE, Graves J, Hill MN, et al. Recommendations for blood pressure measurement in humans and experimental animals part 1: blood pressure measurement in humans: a statement for professionals from the Subcommittee of Professional and Public Education of the American Heart Association Council on High Blood Pressure Research. *Circulation* 2005; **111**: 697-716. doi: 10.1161/01.CIR. 0000154900.76284.F6
10. Esteghamati A, Khalilzadeh O, Rashidi A, Meysamie A, Haghazali M, Asgari F, et al. Association between physical activity and insulin resistance in Iranian adults: National Surveillance of Risk Factors of Non-Communicable Diseases (SuRFNCD-2007). *Preventive Medicine* 2009; **49**(5): 402-406. doi: 10.1016/j.ypmed.2009. 09.005
11. Babaei P, Damirchi A, Alamdari KA. Influence of Aerobic Training and Detraining on Serum BDNF, Insulin Resistance, and Metabolic Risk Factors in Middle-Aged Men Diagnosed With Metabolic Syndrome. *Clinical Journal of Sport Medicine* 2014; **24**(6): 513-518. doi: 10.1097/ JSM.0000000000000082
12. Bateman LA, Slentz CA, Willis LH, Shields AT, Piner LW, Bales CW, et al. Comparison of aerobic versus resistance exercise training effects on metabolic syndrome (from the Studies of a Targeted Risk Reduction Intervention Through Defined Exercise-STRRIDE-AT/RT). *The American Journal of Cardiology* 2011; **108**(6): 838-844. doi: 10.1016/j.amjcard.2011.04.037
13. Damirchi A, Tehrani BS, Alamdari KA, Babaei P. Influence of Aerobic Training and Detraining on Serum BDNF, Insulin Resistance, and Metabolic Risk Factors in Middle-Aged Men Diagnosed With Metabolic Syndrome. *Clinical Journal of Sport Medicine* 2014; **1**: 1-6. doi: 10.1111/ mec.13956

14. Pescatello LS, Kulikowich JM. The aftereffects of dynamic exercise on ambulatory blood pressure. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2001; **33**(11): 1855-1861.
15. Hagberg JM, Park J-J, Brown MD. The role of exercise training in the treatment of hypertension. *Sports Medicine* 2000; **30**(3): 193-206. doi: 10.2165/00007256-200030030-00004
16. Fagard RH, Cornelissen VA. Effect of exercise on blood pressure control in hypertensive patients. *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation* 2007; **1**: 85-92.
17. Molmen-Hansen HE, Stolen T, Tjonna AE, Aamot IL, Ekeberg IS, Tyldum GA, et al. Aerobic interval training reduces blood pressure and improves myocardial function in hypertensive patients. *European Journal of Preventive Cardiology* 2012; **19**(2): 151-160. doi: 10.1177/1741826711400512
18. Manfredini F, Malagoni AM, Mandini S, Boari B, Felisatti M, Zamboni P, et al. Sport therapy for hypertension: why, how, and how much? *Angiology* 2009; **60**(2): 207-216. doi: 10.1177/0003319708316012
19. Bouchard C, Rankinen T. Individual differences in response to regular physical activity. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2001; **33** Suppl 6: S446-451; discussion S52-53.
20. Franklin SS. Hypertension in the metabolic syndrome. *Metabolic Syndrome and Related Disorders* 2006; **4**(4): 287-298. doi: 10.1089/met.2006.4.287
21. Ishizaka N, Ishizaka Y, Toda E-I, Hashimoto H, Nagai R, Yamakado M. Hypertension is the most common component of metabolic syndrome and the greatest contributor to carotid arteriosclerosis in apparently healthy Japanese individuals. *Hypertension Research* 2005; **28**(1): 27-34.
22. Duvnjak L, Bulum T, Metelko Z. Hypertension and the metabolic syndrome. *Diabetologia Croatica* 2008; **37**(4): 83-89.
23. Cavelaars M, Tulen JH, van Bemmel JH, Mulder PG, van den Meiracker AH. Haemodynamic responses to physical activity and body posture during everyday life. *Journal of Hypertension* 2004; **22**(1): 89-96.