Birjand University of Medical Sciences

Journal of Birjand University of Medical Sciences

Original Article

Effect of moderate intensity aerobic training on cardiac autonomic system function and nitric oxide levels in middle-aged males with metabolic syndrome

Rabali Bolboli[1], Marefat Siahkouhian[1], Asgar Iranpour[1], Ameneh Pour Rahim[1], Aydin Vali Zadeh[1], Lotfali Bolboli[1]

ABSTRACT

Background and Aims: The sedentary lifestyle in individuals with metabolic syndrome is a main threatening risk for their health. This study aimed to investigate the effects of aerobic exercise with 65% of maximal oxygen consumption on heart rate variability and vascular nitric oxide levels in middle-aged males with metabolic syndrome.

Materials and Methods: In total, 30 middle-aged men with metabolic syndrome were randomly divided into control and aerobic training groups. At the pretest and posttest, the values of metabolic risk indices, heart rate variability, and nitric oxide were measured in both groups. The aerobic training group performed aerobic exercise for eight weeks at 65% of maximal oxygen consumption. The data were analyzed using the independent and paired t-tests.

Results: According to the results, after comparing the values obtained from the posttest and pretest, there was a significant difference between the training and control groups regarding the fasting blood glucose, triglyceride, metabolic Z score, Standard deviation of NN intervals (SDNN), Square root of the mean squared differences of successive NN intervals (rMSSD), very-low-frequency (VLF), High frequency (HF), and vascular nitric oxide levels. Total cholesterol and low-density lipoprotein levels were significantly different in the aerobic training group, compared to those of the control group and LF as well as LF/HF at the pretest (P=0.01). However, despite slight changes in high lipoprotein and blood pressure levels, there was no significant difference in the aerobic training group, compared to the control group and pre-test.

Conclusion: Regular moderate-intensity aerobic exercise can be used as an appropriate exercise protocol to improve cardiovascular function for males with metabolic syndrome.

Keywords: Aerobic training, Heart rate, Metabolic syndrome

Citation: Bolboli R, Siahkouhian M, Iranpour A, Pour Rahim A, Vali Zadeh A, Bolboli L. [Effect of moderate intensity aerobic training on cardiac autonomic system function and nitric oxide levels in middle-aged males with metabolic syndrom]. J Birjand Univ Med Sci. 2021; 28(2): 129-138. [Persian]

DOI http://doi.org/10.32592/JBirjandUnivMedSci.2021.28.2.103

Received: November 1, 2020 **Accepted:** March 14, 2021

[1] Department of Sport Physiology, School of Physical Education and Sport Sciences, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran

Corresponding author: Department of Sport Physiology, School of Physical Education and Sport Sciences, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran
Tel: +989144511435 Fax: +984533520256 E-mail: m_siahkohian@uma.ac.ir

مقاله اصیل پژوهشی

تأثیر تمرین هوازی با شدت متوسط بر عملکرد سیستم اتونوم قلبی و نیتریک اکساید در مردان میانسال مبتلا به سندروم متابولیک

ربعلی بلبلی[1]، معرفت سیاهکوهیان[1]، عسگر ایران پور[1]، آمنه پوررحیم[1]، آیدین ولی زاده[1]، لطفعلی بلبلی[1]

چکیده

زمینه و هدف: سبک زندگی کم‌تحرکی افراد مبتلا به سندروم متابولیک خطر تهدیدکننده سلامتی این افراد می‌باشد. در این پژوهش برآنیم تا اثرات فعالیت ورزشی هوازی با شدت ۶۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی بر تغییرپذیری ضربان قلب و سطوح نیتریک اکساید عروقی در مردان میانسال مبتلا به سندروم متابولیک را بررسی نماییم.

روش تحقیق: ۳۰ نفر از مردان میانسال مبتلا به سندروم متابولیک به صورت تصادفی در دو گروه کنترل و تمرین هوازی تقسیم شدند. در دوره پیش‌آزمون و پس‌آزمون مقادیر شاخص‌های خطر متابولیک، تغییرپذیری ضربان قلب و نیتریک اکساید در هر دو گروه سنجیده شد. گروه تمرین هوازی به مدت هشت هفته تمرین هوازی با شدت ۶۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی را دریافت نمودند. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون‌های تی زوجی و مستقل استفاده شد.

یافته‌ها: سطوح قند خون ناشتا، تری‌گلیسرید، امتیاز Z متابولیک، انحراف معیار اینتروال‌های نرمال، ریشه توان دوم تفاوت‌های میانگین مربعات اینتروال‌های موج R نسبت به موج R بعدی، امواج با فرکانس خیلی پایین، امواج با فرکانس بالا و نیتریک اکساید عروقی در گروه تمرین هوازی نسبت به گروه کنترل و دوره پیش‌آزمون تفاوت معنی‌داری را نشان دادند. سطوح کلسترول تام و لیپوپروتئین کم چگال نسبت به گروه کنترل و مقادیر امواج با فرکانس پایین و نسبت امواج با فرکانس پایین به بالا نسبت به دوره پیش‌آزمون تفاوت معنی‌داری را در گروه تمرین هوازی نشان دادند (P=۰/۰۱). لیپوپروتئین پرچگال و فشار خون با وجود تغییرات اندک تفاوت معنی‌داری را در گروه تمرین هوازی نسبت به گروه کنترل و پیش‌آزمون نداشت.

نتیجه‌گیری: اجرای منظم فعالیت ورزشی هوازی با شدت متوسط می‌تواند به عنوان یک پروتکل تمرینی مناسب جهت بهبود عملکرد قلبی عروقی برای مردان مبتلا به سندروم متابولیک به کار گرفته شود.

واژه‌های کلیدی: ضربان قلب، سندروم متابولیک، تمرین هوازی

مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند. ۱۴۰۰؛ ۲۸(۲): ۱۲۹-۱۳۸.

دریافت: ۱۳۹۹/۰۸/۱۱ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۲۴

[1] گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

نویسنده مسئول: گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

آدرس: اردبیل- خیابان دانشگاه- دانشگاه محقق اردبیلی

تلفن: ۰۹۱۴۴۵۱۱۴۳۵ نمابر: ۰۴۵۳۳۵۲۰۲۵۶ پست الکترونیکی: m_siahkohian@uma.ac.ir

مقدمه

چاقی با افزایش خطر بیماری قلبی عروقی، پرفشار خونی، آنژین، حمله قلبی، دیابت و سایر اختلالات سلامتی مرتبط با سیستم قلبی عروقی مرتبط می‌باشد (۱). با استناد به نظر سازمان بهداشت جهانی فرد با مقادیر دور کمر بیش از ۴۰ اینچ در مردان و ۳۵ اینچ در زنان به عنوان فرد چاق شناخته می‌شود (۲). در مطالعه‌ای دیگر، Jeppesen و همکاران در بررسی ارتباط بین سطوح تری‌گلیسرید سرم با فشار خون سیستولی گزارش کردند که در افراد با فشار خون زیر ۱۲۰میلی‌متر جیوه، محدوده‌ی بین ۱۲۰ تا ۱۴۰ میلی‌متر جیوه و بالاتر از ۱۴۰ میلی‌مترجیوه خطر ایسکمیک قلبی به ترتیب ۱۰، ۱۲/۹ و ۱۲/۵ درصد می‌باشد. تری‌گلیسرید بیش از ۱۵۰ میلی‌گرم در دسی‌لیتر، لیپوپروتئین پرچگال کمتر از ۴۰ میلی‌گرم در دسی‌لیتر در مردان و ۵۰ میلی‌گرم در دسی‌لیتر در زنان، سطوح فشار خون بیش از ۱۳۰/۸۵ میلی‌متر جیوه طبق اعلام سازمان بهداشت جهانی در وضعیت تهدید سلامتی قرار دارند (۳). همچنین Feldman و همکاران در افراد دیابتی نوع اول و دوم دلیل افزایش سطوح فشار خون ناشی از تغییرات قند خون را به عوامل سیستم عصبی سمپاتیکی فوق کلیوی نسبت داده‌اند. سطوح قند خون بیش از ۱۰۰ میلی‌گرم در دسی‌لیتر به عنوان مرز خطر سلامتی تعیین شده است (۴). به طور کلی می‌توان اذعان نمود که وضعیت چاقی، سطوح شاخص‌های چربی و قند خون با تغییرات سطوح فشار خون می‌تواند مرتبط باشد. بنابراین در افرادی که در این وضعیت‌های خطرزای سلامتی قرار دارند، اصطلاحاً به عنوان فرد مبتلا به سندروم متابولیک شناخته می‌شوند. به طور کلی سندروم متابولیک را می‌توان به صورت زیر تعریف نمود: سندرم متابولیک مطابق با دستورالعمل انجمن قلب، ریه و خون آمریکا وضعیتی است، که فرد حداقل ۳ شاخص از پنج مولفه خطر زیر را داشته باشد: تری‌گلیسرید ≤۱۵۰ میلی‌گرم در دسی‌لیتر، لیپوپروتئین پرچگال<۴۰ میلی‌گرم در دسی‌لیتر، فشار خون سیستولی≤۱۳۰ و فشار خون دیاستولی≤۸۵ میلی‌متر جیوه، گلوکز خون ≤۱۰۰ میلی‌گرم در دسی‌لیتر و دور کمر ≤۸۸ در زنان و ≤ ۹۱/۵ سانتی متر در مردان (۵). سازمان بهداشت جهانی در دهه‌های اخیر میزان شیوع سندروم متابولیک در سنین ۵۹-۵۰ سال و ۶۹-۶۰ سال به ترتیب به میزان ۱۵/۲ و ۲۴/۳ درصد گزارش داده است (۶).

به نظر می‌رسد که تغییرات صورت گرفته در شاخص‌های خطر متابولیک در افراد مبتلا به سندروم متابولیک با تغییرات قلبی عروقی مرتبط باشد. زیرا با استناد به ادبیات پژوهشی می‌توان اذعان نمود که مراکز کنترل سطوح فشار خون تغییرات ضربان قلب نقاط اشتراک فراوانی دارند. مدولای مغز ناحیه‌ای از مغز می‌باشد که با تنظیم تعادل بین سیستم‌های عصبی سمپاتیک و پاراسمپاتیک (واگی) و دریافت پیام عصبی از بارورفلکس‌های مختلف سیستم قلبی عروقی در تنظیم هر دوی سطوح فشار خون و ضربان قلب نقش دارد. بنابراین بررسی عملکرد سیستم اتونوم قلبی جهت کنترل تغییرات فشار خون در افراد مبتلا به سندروم متابولیک ضرورت پیدا می‌کند. مطالعات زیادی به بررسی ارتباط بین شاخص‌های قلبی عروقی پرداخته‌اند که از این قبیل مطالعات می‌توان به مطالعه پیرعلایی و همکاران اشاره نمود. پیرعلایی و همکاران تغییرات سطوح نیتریک اکساید و آنژیوتانسیون II را با تغییرات سطوح عملکرد سیستم اتونوم قلبی مرتبط دانستند و اشاره براین داشتند که نیتریک اکساید اثر مستقیمی بر تون واگی و اثر غیرمستقیمی بر سیستم عصبی سمپاتیک قلبی دارد (۷). بنابراین بررسی تغییرات شاخص‌های عروقی و عملکرد سیستم اتونوم قلبی در افراد مبتلا به سندروم متابولیکی گام جدیدی در کنترل شرایط وخیم این بیماران می‌باشد. سنجش تعادل سیستم‌های عصبی سمپاتیک و پاراسمپاتیک (تعادل سمپاتوواگال) با روش‌های مستقیم زیادی امکان‌پذیر می‌باشد؛ ولی هزینه‌ی بالای این روش‌ها باعث مشخص شدن ارزش سنجش غیرمستقیم تعادل سمپاتوواگال سیستم اتونوم قلبی با روش غیرتهاجمی تغییرپذیری ضربان قلب گردیده است.

تغییرپذیری ضربان قلب[1] به عنوان یک روش غیرتهاجمی و غیرمستقیم برای سنجش و ارزیابی تعدیل سیستم عصبی اتونوم قلبی معرفی شده است. تغییرپذیری ضربان قلب با دو روش زمان محور و فرکانس محور قابل بررسی می‌باشد. متغیرهای زمان محور تغییرپذیری ضربان قلب شامل: SDNN (انحراف معیار اینتروال‌های

[1]. Heart rate variability (HRV)

دو ضربان نرمال با واحد میلی‌ثانیه)[1]، SDANN (انحراف معیار متوسط اینتروال‌های موج R نسبت به موج R بعدی با واحد میلی‌ثانیه)[2]، rMSSD (ریشه توان دوم تفاوت‌های میانگین مربعات اینتروال‌های موج R نسبت به موج R بعدی با واحد میلی‌ثانیه)[3] می‌باشند. متغیرهای فرکانس محور تغییرپذیری ضربان قلب شامل: LF (دامنه‌ی امواج با فرکانس پایین در محدوده‌ی ۰/۱۵-۰/۰۴ هرتز/ms^2) [4] است و این طیف فرکانسی که با عملکرد سیستم گیرنده‌های فشار در بدن ارتباط دارد، HF (دامنه‌ی امواج با فرکانس بالا در محدوده‌ی ۰/۴۰-۰/۱۵ هرتز/ms^2) [5] است و مرتبط با فعالیت سیستم تنفسی و سیستم اعصاب پاراسمپاتیک انسان بوده و دارای تغییرات نسبتاً سریعی می‌باشد) ؛LF/HF (نسبتی از دامنه‌ی امواج با فرکانس پایین به دامنه‌ی امواج با فرکانس بالا)[6]، امواج با فرکانس خیلی پایین: از محدوده فرکانسی ۰/۰۰۳ تا ۰/۰۴ هرتز را شامل می‌شود و TP (توان کل یا واریانسی از تمامی اینتروال‌های ضربان قلب‌های نرمال با واحد ms^2)[7] می‌باشند (۸).

مطالعات نشان داده‌اند که شرکت منظم در فعالیت ورزشی هوازی در افراد مبتلا به سندروم متابولیک با تغییرات مشهودی در بهبودی شاخص‌های خطر متابولیک در این بیماران همراه بوده است(۱۳-۹). به نظر می‌رسد که تغییرات سطوح فشار خون شریانی، سطوح چربی‌های خون و شاخص مقاومت به انسولین در این بیماران با تغییرات عملکردی در عروق خونی و سیستم اتونوم قلبی مرتبط باشد. سایر مطالعات مرتبط در این زمینه اثرات شرکت در فعالیت ورزشی هوازی بر عملکرد سیستم اتونوم قلبی را مورد بررسی قرار داده‌اند و اشاره بر این داشتند که عملکرد سیستم اتونوم قلبی بدون در نظرگیری وضعیت بیماری افراد در اثر شرکت منظم در فعالیت ورزشی هوازی بهبود می‌یابد. از آنجایی که مطالعات قبلی به صورت تکی به بحث اثرات فعالیت ورزشی بر عملکرد عروقی و سیستم اتونوم قلبی و همچنین تغییرات شاخص‌های خطر متابولیک پرداخته‌اند؛ با این وجود اجرای یک پژوهش با سنجش همزمان تمامی این فاکتورها در بیماران مبتلا به سندروم متابولیک ضروری به نظر می‌رسد. لذا در این پژوهش برآنیم تا تأثیر فعالیت ورزشی هوازی با شدت متوسط بر عملکرد سیستم اتونوم قلبی و سطوح نیتریک اکساید در مردان میانسال مبتلا به سندروم متابولیک را بررسی نماییم.

روش تحقیق

روش تحقیق پژوهش حاضر از نوع تجربی با طرح پیش آزمون– پس آزمون بود. زمانبندی جمع‌آوری داده‌ها در این پژوهش در بهار سال ۱۳۹۸ بود. جامعه آماری این پژوهش را مردان میانسال مبتلا به سندروم متابولیک شهر اردبیل تشکیل دادند. تمامی آزمودنی‌ها رضایت‌نامه شرکت آگاهانه در پژوهش را تکمیل نمودند و مطابق دستورالعمل کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی اردبیل تمامی مراحل اخذ مجوز اخلاق (IR.ARUMS.REC.1397.266) پژوهش اجرا گردید و در مرحله بعد کد کارآزمایی بالینی از مرکز مطالعات کارآزمایی بالینی ایران (IRCT20190309042990N1) دریافت گردید. در مرحله اول سلامتی عمومی و جسمانی (سنجش قند خون ناشتا، نیمرخ چربی خون و آزمایش خون CBC) آزمودنی مورد بررسی قرار گرفت و تعداد ۳۰ نفر از افراد دارای شرایط کامل ابتلا به سندروم متابولیک در قالب معیارهای ورود به پژوهش (دور کمر بالاتر از ۹۱/۵ سانتی‌متر، سطوح تری‌گلیسرید بالاتر از ۱۵۰ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر، سطوح لیپوپروتئین پرچگال کمتر از ۴۰ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر، فشار خون سیستولی بالاتر از ۱۳۰ میلی‌متر جیوه و فشار خون دیاستولی بالاتر از ۸۵ میلی‌متر جیوه، سطوح گلوکز خون بالاتر از ۱۱۰ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) به عنوان آزمودنی‌های پژوهش انتخاب گردیدند (۵). معیارهای خروج از پژوهش نیز شامل ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی از قبیل بیماری ایسکمیک قلبی، دارا بودن سطوح کراتینین سرمی بالاتر از ۲/۲۶ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر، دارا بودن فشار خون دیاستولی/ سیستولی بیشتر از ۱۶۰/۱۰۰ میلی‌متر

[1] Standard deviation of NN intervals (SDNN)
[2] Standard deviation of the average NN intervals (SDANN)
[3] Square root of the mean squared differences of successive NN intervals (rMSSD)
[4] Low frequency (LF)
[5] High frequency (HF)
[6] Low Frequency to High Frequency ratio (LF/HF)
[7] Total power (TP)

جیوه، دفع پروتئین در خون به میزان بیش از ۱ گرم در روز، کاهش وزن بیش از ۱۰ درصد در طی دو ماه اخیر و مصرف سیگار و الکل (به دلیل اثر کاهشی مستقیم بر کاهش تون واگی) و انسولین بود. تمامی آزمودنی‌ها رضایت‌نامه شرکت آگاهانه در پژوهش را تکمیل نمودند و مطابق دستورالعمل کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی اردبیل تمامی مراحل مجوز اخلاق پژوهش اجرا گردید و در مرحله بعد کد کارآزمایی بالینی از مرکز مطالعات کارآزمایی بالینی ایران دریافت گردید. سپس آزمودنی‌های پژوهش به صورت تصادفی در دو گروه کنترل (۱۵ نفر) و تمرین هوازی با شدت ۶۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی (۱۵ نفر) اختصاص یافتند. برای تعیین حجم نمونه از فرمول تعیین حجم نمونه برای مقایسه دو میانگین استفاده شد:

$$n_A = \frac{(\varphi+1)(Z_{1-\alpha/2}+Z_{1-\beta})^2\sigma^2}{\varphi\delta^2}$$

در دوره پیش آزمون و پس آزمون (یک روز بعد از آخرین جلسه دوره مداخله تمرین ورزشی) نمونه‌های خونی در وضعیت ناشتا در محدوده‌ی ساعتی ۸ تا ۹ صبح گرفته شد. مقادیر قند خون و شاخص‌های خطر متابولیک با استفاده از روش آنزیمی سنجیده شد. سطوح فشار خون با استفاده از دستگاه فشارسنج در وضعیت نشسته در سه مرحله با فواصل دو دقیقه‌ای سنجیده شد و میانگین دو سنجش آخر به عنوان فشار خون سیستولی و دیاستولی ثبت گردید. جهت اطلاع از وضعیت کلی سندروم متابولیک در آزمودنی‌ها مقادیر امتیاز Z سندروم متابولیک برای تمامی آزمودنی‌ها محاسبه گردید. از فرمول برآورد امتیاز Z سندروم متابولیک زیر استفاده گردید (۵):

Zmets= [(۴۰- HDL)/۵/۸۹] + [(۱۵۰/۴۱/۱۱ - تری گلیسرید)] + [(۱۱۰/۱۵/۸۲ - قند خون ناشتا)] + [۹۱/۵/۹/۴۶ - دور کمر)] + [۱۰۰/۶/۶۵ - فشار میانگین سرخرگی)]

پروتکل تمرین هوازی

قبل از شروع برنامه‌ی تمرینی یک جلسه آشنایی با نحوه‌ی اجرای تمرینات ورزشی برای گروه تجربی اجرا گردید. گروه تجربی به مدت هشت هفته برنامه تمرین هوازی با شدت ۶۵–۴۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی را با توالی سه جلسه در هفته اجرا نمود. در هر جلسه تمرینی ۲۰ دقیقه حرکات گرم کردن، ۴۰ دقیقه بدنه‌ی اصلی تمرین و ۱۰ دقیقه حرکات سرد کردن اجرا گردید. تمامی مراحل اجرای تمرین بر روی تردمیل مدل تکنوجیم[1] در محیط آزمایشگاهی صورت گرفت. جهت برآورد میزان درصدهایی از حداکثر اکسیژن مصرفی ابتدا با استفاده از تست بروس[2] در یک جلسه قبل از شروع تمرینات مقادیر دقیق حداکثر اکسیژن مصرفی برای هر یک از آزمودنی‌ها سنجیده شد، سپس مقادیر درصدی از حداکثر اکسیژن مصرفی ($\%Vo_2max$) برای هر یک از آزمودنی‌ها محاسبه گردید. در مرحله بعدی با استفاده از فرمول David Esvin درصدهای حداکثر اکسیژن مصرفی به صورت درصدی از ضربان قلب بیشینه تبدیل شد:

درصدی از ضربان قلب بیشینه = ۰/۶۴۶۳ × درصدی از حداکثر اکسیژن مصرفی+ ۳۷/۱۸۲

همچنین در حین اجرای برنامه تمرینی بر روی تردمیل با استفاده از سیستم پولار درصد مدنظر ضربان قلب بیشینه (%MHR) کنترل گردید. در نهایت برنامه هشت هفته تمرین هوازی به صورت زیر تنظیم گردید:

چهار هفته اول

با %MHR متناظر با $45\%Vo_2max$= 66%MHR تا $55\%Vo_2max$ = 73%MHR به طوری که سه دقیقه با 73 %MHRو دو دقیقه با 66 %MHR به فعالیت پر داختند.

چهار هفته دوم

با %MHR متناظر با $55\%Vo_2max$= 73%MHR تا $65\%Vo_2max$ = 79%MHR به طوری که سه دقیقه با 79 %MHRو دو دقیقه با 73 %MHR به فعالیت پر داختند.

در کل جلسات تمرین هوازی دستیاران تمرینی، محقق را در

[1] Technogym
[2] Bruce Test

کنترل شدت تمرین هوازی همراهی نمودند.

سنجش تغییرپذیری ضربان قلب

سیستم My Patch & Vx3 + ساخت کشور آمریکا DMS-Service / Company Engineering Engineering برای اندازه‌گیری تغییرپذیری ضربان قلب مورد استفاده قرار گرفت. قبل از شروع فرآیند اندازه‌گیری، دستورالعمل‌های استاندارد رعایت شده توسط آزمودنی‌ها مدنظر قرار گرفت: شامل اصلاح و تمیز کردن محل اتصال الکترودها، خودداری از نوشیدن مواد حاوی کافئین ۱۲ ساعت قبل از اندازه گیری، اجتناب از نوشیدنی‌های الکلی قبل از اندازه‌گیری، خودداری از مشارکت در هر نوع فعالیت بدنی اضافی ۴۸ ساعت قبل از اندازه‌گیری. متغیرهای زمانی و فرکانسی دامنه تغییرات ضربان قلب پس از ۵ دقیقه استراحت در دمای ۲۴ درجه سانتیگراد در وضعیت خوابیده به پشت، به مدت ۲۰ دقیقه ثبت شد.

سنجش نیتریک اکساید

بعد از ۸ ساعت دوره‌ی ناشتایی، نمونه خون (۵ سی سی) در مرکز آزمایشگاه پزشکی اردبیل جمع‌آوری شد. سپس شاخص‌های خطر متابولیک شامل: لیپوپروتئین‌های با چگالی بالا و پایین (Kits HDL and LDL Pars Azmun)، تری گلیسرید (Kits Triglycerides Pars Azmun)، کلسترول تام (Kits Cholesterol Pars Azmun) و گلوکز خون (اندازه‌گیری شده توسط Magic I 7، آلمان) و نیتریک اکساید (از روش اندازه‌گیری Griess و از کیت سنجش نیتریک اکساید NatrixTM Nitric Oxide (NO)Assay Kit شرکت نوند سلامت ایران استفاده شده است) و فاکتورهای تنفسی (اندازه‌گیری شده توسط GANSHORN، آلمان) در مرکز آزمایشگاهی اندازه‌گیری گردید. برای اندازه گیری NO از سرم خونی نمونه های بیولوژیکی استفاده شده است و در انجام این مطالعه تنها NO اندازه‌گیری شده است و متابولیت‌های دیگر NO در این مطالعه اندازه‌گیری نشد.

تحلیل آماری

توزیع طبیعی متغیرهای تحقیق با استفاده از آزمون نرمالیته‌ی شاپروویلک[1] در گروه‌های پژوهش مورد بررسی قرار گرفت. جهت مقایسه تفاوت‌های میانگین گروه‌های پژوهش از آزمون تی مستقل و جهت مقایسه تفاوت‌های پیش آزمون و پس آزمون از آزمون تی همبسته استفاده شد. نتایج تمامی متغیرها به صورت میانگین و انحراف معیار گزارش گردید.

یافته‌ها

مشخصات عمومی آزمودنی‌ها همراه با مقایسه‌های بین گروهی در جدول ۱ ارائه گردیده است.

نتایج نشان داد که شرکت در فعالیت ورزشی هوازی به مدت هشت هفته با شدت ۶۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی در مقایسه با گروه کنترل افزایش غیرمعنی‌دار ($P\geq$۰/۰۵) و در مقایسه با پیش آزمون کاهش معنی‌دار ($P=$۰/۰۱) در سطوح قند خون ناشتا در مردان میانسال مبتلا به سندروم متابولیک گردید. در مقایسه با گروه کنترل سطوح کلسترول تام و لیپوپروتئین کم چگال و پرچگال در گروه تمرین هوازی معنی‌دار نبود ($P\geq$۰/۰۵). تنها سطوح کلسترول تام و لیپوپروتئین کم چگال نسبت به پیش آزمون در گروه فعالیت ورزشی هوازی معنی‌دار بود ($P=$۰/۰۱). در گروه فعالیت ورزشی هوازی سطوح تری‌گلیسرید و نسبت لیپوپروتئین کم چگال به پرچگال هم نسبت به گروه کنترل و هم نسبت به پیش آزمون معنی‌دار بودند ($P=$۰/۰۱). امتیاز Z متابولیک در گروه تمرین هوازی نسبت به پیش آزمون و گروه کنترل تفاوت معنی‌داری را در مردان میانسال مبتلا به سندروم متابولیک نشان داد ($P=$۰/۰۱). سطوح فشار خون سیستولی، فشار خون دیاستولی و متوسط در گروه فعالیت ورزشی هوازی نسبت به پیش آزمون و گروه کنترل تفاوت معنی‌داری نداشت ($P\geq$۰/۰۵) (جدول ۲).

نتایج نشان داد که شرکت در فعالیت ورزشی هوازی به مدت هشت هفته با شدت ۶۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی در مقایسه با گروه کنترل تغییر غیرمعنی‌دار ($P\geq$۰/۰۵) و در مقایسه با پیش آزمون

[1] Shapiro–Wilk test

تغییر معنی‌دار (P=۰/۰۱) در شاخص فرکانس محور LF و LF/HF در مردان میانسال مبتلا به سندروم متابولیک می‌گردد. همچنین شاخص‌های زمان محور SDNN، rMSSD و شاخص‌های فرکانس محور HF، VLF تغییرپذیری ضربان قلب هم نسبت به گروه کنترل و هم دوره پیش‌آزمون در گروه تمرین هوازی اثرات مطلوبی را نشان داد (P=۰/۰۱). سطوح نیتریک اکساید در گروه تمرین هوازی نسبت به گروه کنترل و دوره پیش آزمون تفاوت معنی‌داری داشت (P=۰/۰۱). همچنین سطوح فشار خون سیستولی، دیاستولی و متوسط در گروه تمرین هوازی نسبت به پیش آزمون و گروه کنترل تفاوت معنی‌داری نداشت (P≥۰/۰۵) (جدول ۳).

جدول۱- میانگین و انحراف معیار مربوط به ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها

متغیر	گروه کنترل (n=۱۵)	گروه تمرین هوازی (n=۱۵)	سطح معنی‌داری
سن (سال)	۴۵/۹۲±۸/۲۹	۴۵/۷۶±۹/۲۸	۰/۹۹
قد (سانتی‌متر)	۱۶۸/۵۴±۷/۷۳	۱۷۲/۲۳±۶/۸۰	۰/۳۰
وزن (کیلوگرم)	۸۳/۴۱±۹/۱۰	۹۵/۳۷±۱۲/۰۲	۰/۰۶
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مجذور متر)	۲۹/۳۷±۲/۷۷	۳۲/۲۸±۳/۷۶	۰/۹۶
درصد چربی	۲۷/۴۰±۵/۲۵	۲۷/۸۶±۴/۰۵	۰/۹۶

جدول۲- نتایج مقایسه اثر تمرین هوازی با شدت متوسط بر شاخص‌های لیپیدی، قند خون و امتیاز Z متابولیک

متغیرها	گروه کنترل		گروه تمرین هوازی		مقایسه پیش و پس آزمون		مقایسه گروه‌های کنترل و تمرین هوازی	
	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	گروه کنترل	گروه تمرین هوازی	پیش آزمون	پس آزمون
قند خون ناشتا	۱۱۲/۱±۵/۸	۱۱۸/۶±۶/۳	۱۱۵/۴±۶/۸	۱۰۲/۵±۸/۱	P=۰/۳۱	P=۰/۰۱*	P=۰/۸۶	P=۰/۰۱ †
لیپوپروتئین کم چگال	۱۰۱/۴±۳/۲	۱۰۵/۰±۵/۸	۱۰۰/۲±۴/۱	۹۱/۸±۶/۳	P=۰/۴۵	P=۰/۱۲	P=۰/۹۴	P=۰/۰۱ †
لیپوپروتئین پرچگال	۴۱/۷±۴/۳	۳۸/۲±۵/۳	۳۸/۸±۴/۵	۴۲/۵±۳/۲	P=۰/۳۹	P=۰/۳۸	P=۰/۳۵	P=۰/۳۷
امتیاز Z متابولیک	۵/۱±۱/۲	۵/۰±۱/۳	۵/۴±۱/۴	۱/۵±۱/۱	P=۰/۸۲	P=۰/۰۱ *	P=۰/۶۴	P=۰/۰۱ †
نیتریک اکساید	۰/۱۱±۰/۰۶	۰/۱۲±۰/۰۹	۰/۱۰±۰/۰۷	۰/۲۱±۰/۱۰	P=۰/۴۸	P=۰/۰۱*	P=۰/۴۶	P=۰/۰۱ †

*: تفاوت معنی‌دار نسبت به پیش آزمون †: تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه کنترل، قند خون ناشتا، لیپوپروتئین کم چگال و لیپوپروتئین پرچگال با واحد میلی‌گرم بر دسی‌لیتر، نیتریک اکساید با واحد میلی مول در لیتر

جدول۳- نتایج مقایسه اثر تمرین هوازی با شدت متوسط بر شاخص‌های تغییرپذیری ضربان قلب

متغیرها	گروه کنترل		گروه تمرین هوازی		مقایسه پیش و پس آزمون		مقایسه گروه‌های کنترل و تمرین هوازی	
	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	گروه کنترل	گروه تمرین هوازی	پیش آزمون	پس آزمون
SDNN	۵۳/۰۷±۲۰/۴۷	۵۶/۵۳±۲۳/۵۱	۵۲/۶۱±۲۱/۴۴	۶۷/۶۱±۱۸/۶۹	P=۰/۷۸	P=۰/۰۱*	P=۰/۹۷	P=۰/۰۱ †
rMSSD	۲۲/۸۴±۷/۷۸	۲۵/۶۱±۹/۳۹	۱۹/۳۰±۸/۳۰	۳۵/۲۳±۱۶/۶۱	P=۰/۶۳	P=۰/۰۱*	P=۰/۶۰	P=۰/۰۱ †
VLF	۱۲۳۱/۹±۳۲۰/۵	۱۳۵۶/۷±۱۵۰/۳	۱۱۶۱/۴±۲۹۸/۸	۱۸۶۲/۵±۳۶۹/۱	P=۰/۸۵	P=۰/۰۱*	P=۰/۹۱	P=۰/۰۱ †
LF	۵۲۱۳/۱±۳۱۳/۴	۶۲۷۶/۲±۶۱۵/۵	۴۷۹۲/۳±۲۲۹/۷	۷۱۴۳/۸±۲۷۴/۷	P=۰/۴۶	P=۰/۰۱*	P=۰/۷۹	P=۰/۰۱ †
HF	۱۰۱۷/۷±۶۹/۱۳	۱۰۸۶/۹±۷۳/۹۳	۲۳۶۲/۹±۲۰۱/۳	۱۸۵۷/۴±۱۵۲/۷	P=۰/۹۸	P=۰/۰۱*	P=۰/۵۲	P=۰/۰۱ †
LF/HF	۵/۲۵±۳/۵۳	۵/۱۸±۳/۴۲	۵/۵۷±۴/۸۶	۳/۸۴±۴/۲۰	P=۰/۸۳	P=۰/۰۱*	P=۰/۶۷	P=۰/۰۱ †

*: تفاوت معنی‌دار نسبت به پیش آزمون †: تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه کنترل. تمامی شاخص‌ها با واحد میلی ثانیه، شاخص LF/HF با واحد نسبت

بحث

اجرای فعالیت ورزشی با شدت ۶۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی با کاهش معنی‌دار سطوح قند خون ناشتا تا محدوده‌ی نرمال، همچنین تغییرات معنی‌دار مطلوبی در شاخص‌های لیپیدی (کلسترول تام، تری‌گلیسرید و لیپوپروتئین کم چگال)، امتیاز Z متابولیک و شاخص‌های زمان‌محور و فرکانس‌محور تغییرپذیری ضربان قلب مردان میانسال مبتلا به سندروم متابولیک می‌گردد. این یافته‌ی پژوهش ما در زمینه‌ی شاخص‌های خطر متابولیک توسط سایر مطالعات مرتبط نیز حمایت می‌شود. Haram و همکاران با بررسی اثر فعالیت ورزشی با شدت متوسط به این نتیجه دست یافتند که اجرای فعالیت ورزشی با شدت متوسط سبب بهبود تمامی شاخص‌های خطر متابولیک در مردان میانسال مبتلا به سندروم متابولیک می‌گردد (۸). یکی از محدودیت‌های اصلی این پژوهش عدم کنترل رژیم غذایی و محاسبه‌ی کالری دریافتی و مصرفی آزمودنی‌ها بود که با استناد به نتایج سایر مطالعات می‌توان از اثرات مشابه اینگونه مطالعات با پژوهش ما گزارش داد. Azali و همکاران با بررسی اثر هشت هفته فعالیت ورزشی هوازی با شدت ۵۰ تا۶۰ از حداکثر ضربان قلب همراه با کنترل غذایی در بیماران مرد میانسال مبتلا به سندروم متابولیک به این نتیجه دست یافتند که این شدت متوسط از فعالیت ورزشی هوازی سبب اثرات معنی‌داری در شاخص‌های خطر متابولیک در مردان میانسال مبتلا به سندروم متابولیک می‌گردد (۵). نتایج این پژوهش با یافته‌های پژوهش ما موافق می‌باشد و تفاوت بین دو مطالعه در کنترل برنامه غذایی بیماران مبتلا به سندروم متابولیک می‌باشد. با این وجود بدون کنترل غذایی هم نتایج پژوهش اثرات معنی‌دار را به اثبات می‌رساند این امر گویای اهمیت شرکت در فعالیت ورزشی هوازی و اثرات آن بر کنترل شاخص‌های خطر متابولیک می‌باشد.

همچنین شرکت در فعالیت ورزشی با شدت متوسط سبب بهبودی معنی‌داری در شاخص‌های مرتبط با تغییرپذیری ضربان قلب در مردان میانسال مبتلا به سندروم متابولیک می‌گردد. این یافته‌ی پژوهش ما با نتایج سایر مطالعات مرتبط در این زمینه همسو می‌باشد. Stuckey و همکاران با بررسی اثر شرکت در فعالیت ورزشی پله با شدت ۸۵-۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه به مدت هشت هفته در مردان میانسال مبتلا به سندروم متابولیک به این نتیجه دست یافتند که شرکت در فعالیت ورزشی هوازی سبب بهبودی وضعیت شاخص‌های متابولیکی و شاخص‌های تغییرپذیری ضربان قلب مرتبط با عملکرد سیستم اتونوم قلبی بدون اثر معنی‌داری بارز در سطوح فشار خون مردان میانسال مبتلا به سندروم متابولیک می‌گردد. تنها تفاوت بین پژوهش ما و مطالعه Stuckey و همکاران شدت فعالیت ورزشی می‌باشد که در پژوهش ما ۶۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی و در مطالعه Stuckey و همکاران ۸۵-۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه بود (۱۴). با این وجود نتایج دو مطالعه نزدیک به هم و موافق بود. علاوه بر اثر فعالیت ورزشی هوازی بر تغییرپذیری ضربان قلب و سایر شاخص‌های مرتبط با سندروم متابولیک، با استناد به نتایج سایر مطالعات می‌توان به مکانیسم عمل‌های دیگری علاوه بر تغییرات سطوح فشار خون و عملکرد سیستم اتونوم قلبی اشاره نمود. Aso و همکاران با بررسی همزمان تغییرپذیری ضربان قلب و تغییرات سطوح پروتئین واکنشگر C در مردان میانسال مبتلا به سندروم متابولیک به این نتیجه دست یافتند که سطوح بالای سرمی پروتئین واکنشگر C با فعالیت بیش از اندازه سیستم عصبی سمپاتیک مرتبط می‌باشد (۱۵). بنابراین افزایش سطوح پروتئین واکنشگر C را می‌توان به عنوان یکی از مکانیسم‌های موثر در اختلال سیستم اتونوم قلبی در مردان میانسال مبتلا به سندروم متابولیک گزارش داد.

در پژوهش ما مشخص گردید که شرکت در فعالیت ورزشی هوازی با شدت متوسط علاوه بر شاخص‌های خطر متابولیک و تغییرپذیری ضربان قلب منجر به تغییرات معنی‌دار در سطوح نیتریک اکساید عروقی در مردان میانسال مبتلا به سندروم متابولیک بدون اثر آنچنان معنی‌دار بر سطوح فشار خون در این افراد می‌گردد. به نظر می‌رسد که تغییرات عملکرد سیستم اتونوم قلبی با تغییرات سطوح نیتریک اکساید عروقی در افراد مبتلا به سندروم متابولیک مرتبط می‌باشد. مطالعات قبلی در تقویت این یافته همسو با یافته‌ی پژوهش ما می‌باشند. از این قبیل مطالعات می‌توان به مطالعه پیرعلایی و همکاران اشاره نمود که تغییرات عملکرد سیستم اتونوم

قلبی ناشی از تغییرات سطوح نیتریک اکساید عروقی را تأیید نمودند و در واقع تغییرات سطوح نیتریک اکساید عروقی را به عنوان یک مکانیسم موثر در عملکرد سیستم اتونوم قلبی گزارش نمودند (۱۶). به نظر می‌رسد که تغییرات سطوح نیتریک اکساید عروقی با عملکرد تنگ‌شدگی عروقی و تعدیل عملکرد وازوموتوری سیستم عصبی سمپاتیک باعث اعمال تغییرات در عملکرد سیستم اتونوم قلبی همراه باشد. بنابراین می‌توان به محدودیت دیگری در این پژوهش اشاره نمود و سنجش شاخص‌های دیگر مرتبط با عملکرد وازوموتوری عروقی را به عنوان فاکتورهای اصلی دیگر در بررسی نقش عملکردی این شاخص‌ها در بهبود عملکرد سیستم اتونوم قلبی را جهت نتیجه‌گیری دقیق‌تر با اهمیت دانست. همچنین می‌توان متصور شد که دلیل عدم تغییرات غیرمعنی‌دار در سطوح فشار خون مردان میانسال مبتلا به سندروم متابولیک در این پژوهش به دوره تمرین هوازی ارتباط داشته باشد. نتایج این پژوهش با برخی مطالعات از قبیل مطالعه Stewart همکاران مخالف می‌باشد؛ زیرا در مطالعه Stewart و همکاران همزمان با تغییرات معنی‌دار در شاخص‌های خطر متابولیک در مردان میانسال مبتلا به سندروم متابولیک سطوح فشار خون نیز دستخوش تغییرات معنی‌داری گردید (۱۷). تفاوت اصلی بین دو مطالعه در دوره تمرین می‌باشد که در مطالعه Stewart و همکاران دوره تمرین شش ماهه (طولانی‌تر از دوره تمرین هوازی پژوهش ما) احتمالاً سبب این تغییرات معنی‌دار در سطوح فشار خون در مردان مبتلا به سندروم متابولیک گردیده است. بنابراین به طور کلی می‌توان تغییرات سطوح فشار خون را به دوره تمرین نسبت داد.

نتیجه‌گیری

به طور کلی با توجه به نتایج مطالعات قبلی و این پژوهش، می‌توان نتیجه گیری نمود که اجرای منظم فعالیت ورزشی هوازی با شدت متوسط می‌تواند به عنوان یک پروتکل تمرینی مناسب جهت بهبود عملکرد قلبی عروقی برای مردان مبتلا به سندروم متابولیک به کار گرفته شود. همچنین می‌توان مکانیسم عمل بهبود عملکرد سیستم اتونوم قلبی در مردان میانسال مبتلا به سندروم متابولیک را تا حدودی با تغییرات سطوح نیتریک اکساید عروقی مرتبط دانست. تغییرات سطوح فشار خون در مردان میانسال مبتلا به سندروم متابولیک بیشتر به دوره تمرینی شرکت منظم در فعالیت ورزشی هوازی بستگی دارد.

تقدیر و تشکّر

این پژوهش برگرفته از رساله دکتری فیزیولوژی ورزشی با شماره مجوز ۱۰۴۹ تحت حمایت مالی دانشگاه محقق اردبیلی با کد اخلاق IR.ARUMS.REC.1397.266 اجرا گردیده است.

تضاد منافع

نویسندگان مقاله اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تضاد منافعی در پژوهش حاضر وجود ندارد.

منابع:

1- Rosner B, Cook NR, Daniels S, Falkner B. Childhood blood pressure trends and risk factors for high blood pressure: the NHANES experience 1988–2008. Hypertension. 2013; 62(2): 247-54. DOI: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.111.00831

2- Chamberlain JJ, Johnson EL, Leal S, Rhinehart AS, Shubrook JH, Peterson L. Cardiovascular disease and risk management: review of the American Diabetes Association Standards of Medical Care in Diabetes. Ann Intern Med. 2018; 168(9): 640-50. DOI: 10.7326/M18-0222

3- Jeppesen J, Hein HO, Suadicani P, Gyntelberg F. High triglycerides and low HDL cholesterol and blood pressure and risk of ischemic heart disease. Hypertension. 2000; 36(2): 226-32. DOI: 10.1161/01.hyp.36.2.226

4- Feldman-Billard S, Massin P, Meas T, Guillausseau PJ, Héron E. Hypoglycemia-induced blood pressure elevation in patients with diabetes. Arch Intern Med. 2010; 170(9): 829-31. DOI: 10.1001/archinternmed.2010.98

5- Azali Alamdari K, Yavari Y, Azarian Sousahab S. Effect of Aerobic Training on Overall Metabolic Risk and the Atherogenic Non-High Density Lipoprotein Cholesterol Levels in Tabriz Sedentary Males by Controlling the Effect of Nutrition. Rehab Med. 2016; 6(3): 103-112. [Persian] DOI: 10.22037/JRM.2017.1100353

6- Ernst G. Heart-Rate variability—More than Heart Beats? Front Public Health. 2017; 5: 240. DOI: 10.3389/fpubh.2017.00240

7- Iranpour A, Bolboli L. Correlation between plasma electrolytes, lipid profiles and blood pressure following aerobic exercise in water and outside water in academic active male. Razi j Med Sci. 2019 10; 26(7): 113-123. [Persian] Link

8- Haram PM, Kemi OJ, Lee SJ, Bendheim MØ, Al-Share QY, Waldum HL, Gilligan LJ, Koch LG, Britton SL, Najjar SM, Wisløff U. Aerobic interval training vs. continuous moderate exercise in the metabolic syndrome of rats artificially selected for low aerobic capacity. Cardiovascular research. 2009; 81(4): 723-32.

9- Chung J, Kim K, Hong J, Kong HJ. Effects of prolonged exercise versus multiple short exercise sessions on risk for metabolic syndrome and the atherogenic index in middle-aged obese women: a randomised controlled trial. BMC women's health. 2017; 17(1): 65. DOI: 10.1186/s12905-017-0421-z

10- Huang PL. A comprehensive definition for metabolic syndrome. Dis Model Mech. 2009 ; 2(5-6): 231-7. DOI: DOI: 10.1242/dmm.001180

11- Musa DI, Adeniran SA, Dikko AU, Sayers SP. The effect of a high-intensity interval training program on high-density lipoprotein cholesterol in young men. J Strength Cond Res. 2009; 23(2): 587-92. DOI: 10.1519/JSC.0b013e318198fd28

12- Paoli A, Pacelli QF, Moro T, Marcolin G, Neri M, Battaglia G,et al. Effects of high-intensity circuit training, low-intensity circuit training and endurance training on blood pressure and lipoproteins in middle-aged overweight men. Lipids Health Dis. 2013; 12(1): 131. DOI: 10.1186/1476-511X-12-131

13- Villegas R, Perry IJ, Creagh D, Hinchion R, O'Halloran D. Prevalence of the Metabolic Syndrome in Middle-Aged Men and Women.Diabetes Care 2003; 26(11): 3198-3199. DOI: 10.2337/diacare.26.11.3198-a

14- Stuckey MI, Kiviniemi AM, Petrella RJ. Diabetes and technology for increased activity study: the effects of exercise and technology on heart rate variability and metabolic syndrome risk factors. Front Endocrinol (Lausanne). 2013; 4: 121. DOI: 10.3389/fendo.2013.00121

15- Aso Y, Wakabayashi S, Nakano T, Yamamoto R, Takebayashi K, Inukai T. High serum high-sensitivity C-reactive protein concentrations are associated with relative cardiac sympathetic overactivity during the early morning period in type 2 diabetic patients with metabolic syndrome. Metabolism. 2006; 55(8): 1014-21. DOI: 10.1016/j.metabol.2006.03.011

16- Piralaiy E, Siahkuhian M, Nikoukheslat S, Bolboli L, Aslan Abadi N, Sheikhalizadeh M, Fathollahi S. Efficacy of the Moderate Intensity Aerobic training on Heart Rate Variability (HRV) in Patients with the Type-2 Diabetic Neuropathy. Med J Tabriz Univ Med Sci. 2019; 41(3): 44-52. Link

17- Stewart KJ, Bacher AC, Turner K, Lim JG, Hees PS, Shapiro EP, et al. Exercise and risk factors associated with metabolic syndrome in older adults. Am J Prev Med. 2005; 28(1): 9-18. DOI: 10.1016/j.amepre.2004.09.006