

## Original Article

# Comparing the effect of 10 weeks High Intensity Interval Training (HIIT) and Moderate Intensity Aerobic Training (MIAT) on C-reactive protein level and lipid profiles in overweight inactive men

Bahman Ebrahemi-Torkmani<sup>1\*</sup> , Marefat Siahkoubian<sup>2</sup> , Mahdi Jafarlu<sup>3</sup> 

<sup>1</sup>Phd Student of Exercise Physiology, Department of Physical Education and Sport Science, Faculty of Psychology and Education Science, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

<sup>2</sup>Department of Physical Education and Sport Science, Faculty of Psychology and Education Science, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

<sup>3</sup>Phd Student of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Science, Urmia University, Urmia, Iran

\*Corresponding author; E-mail: Iba.ayden@yahoo.com

Received: 13 May 2017    Accepted: 18 July 2018    First Published online: 18 November 2019  
Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2019;41(5):7-15

## Abstract

**Background:** The cardio-vascular diseases have an inflammatory background and systemic inflammation has the key role in the development of atherosclerosis and this factor may specially increase cardiovascular problems in overweight and obese people. The aim of this study was compares the effects of ten weeks High Intensity Interval (HIIT) training and moderate intensity aerobic training (MIAT) on some cardiovascular risk factors in overweight inactive men.

**Methods:** Nineteen overweight men (with an average age of  $24.12 \pm 1.42$  and body mass index  $27.27 \pm 0.94$  kg / m<sup>2</sup>) voluntarily participated in this study and were randomly divided to 2 Groups: Group A (HIIT) and Group B (MIAT). Subjects performed training programs for 10 weeks, 3 sessions per week. The levels of C-reactive protein and lipid profile were measured before and after 10 weeks of training programs. For statistical data analysis, independent and paired t tests were used and considered significant at a  $p \leq 0.05$ .

**Results:** After 12 weeks of High Intensity Interval training, levels of cholesterol ( $P=0.001$ ), LDL ( $P=0.002$ ) and CRP ( $P=0.001$ ) were significantly reduced and HDL level increased significantly ( $P=0.001$ ), In MIAT training group, only a significant reduction in cholesterol was found ( $P=0.006$ ).

**Conclusion:** The ten weeks HIIT training can cause favorable changes in body fat percentage, lipid profile and CRP level in overweight students.

**Keyword:** High-intensity interval training, Lipid profile, Overweight, C-reactive protein

**How to cite this article:** Ebrahemi-Torkmani B, Siahkoubian M, Jafarlu M. [Comparing the effect of 10 weeks High Intensity Interval Training (HIIT) and Moderate Intensity Aerobic Training (MIAT) on C-reactive protein level and lipid profiles in overweight inactive men]. Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2019;41(5):7-15. Persian.

## مقاله پژوهشی

### مقایسه تاثیر ۱۰ هفته تمرین تناوبی با شدت زیاد و هوازی با شدت متوسط بر سطوح پروتئین و اکشنگر C و نیمرخ چربی در مردان جوان دارای اضافه وزن

بهمن ابراهیمی ترکمانی<sup>۱\*</sup> معرفت سیاهکوهیان<sup>۲</sup>، مهدی جعفرلو<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران  
<sup>۲</sup> گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران  
<sup>۳</sup> دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران  
\* نویسنده مسؤل؛ ایمیل: Iba.ayden@yahoo.com

دریافت: ۱۳۹۶/۲/۲۳ پذیرش: ۱۳۹۶/۴/۲۷ انتشار برخط: ۱۳۹۸/۸/۲۷  
مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی تبریز. آذر و دی ۱۳۹۸؛ ۴۱(۵): ۷-۱۵

## چکیده

**زمینه:** گسترش بیماری‌های قلبی-عروقی زمینه‌ای التهابی دارد و التهاب عمومی نقش محوری در پیشرفت آترواسکلروز به ویژه در افراد دارای اضافه وزن و چاق ایفا می‌کند. هدف از تحقیق حاضر مقایسه تاثیر ده هفته فعالیت ورزشی تناوبی با شدت بالا و هوازی با شدت متوسط بر روی برخی شاخص‌های خطرزای قلبی-عروقی در مردان غیرفعال دارای اضافه وزن بود.

**روش کار:** تعداد ۱۸ مرد دارای اضافه وزن (با میانگین سنی  $24/12 \pm 1/42$  سال و شاخص توده بدنی  $27/27 \pm 0/94$  کیلوگرم بر متر مربع) به صورت داوطلبانه در تحقیق حاضر شرکت و به طور تصادفی به دو گروه تمرین تناوبی با شدت بالا (۹ نفر) و تمرین هوازی با شدت متوسط (۹ نفر) تقسیم شدند. آزمودنی‌ها به مدت ۱۰ هفته و هفته‌ای سه جلسه در برنامه تمرینی شرکت کردند. سطوح پروتئین و اکشنگر C و نیمرخ لیپیدی قبل و بعد از برنامه تمرینی اندازه‌گیری شد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون‌های آماری t همبسته و t مستقل در سطح معنی‌داری  $P \leq 0/05$  استفاده شد.

**یافته‌ها:** پس از ۱۰ هفته در گروه تمرین تناوبی با شدت بالا سطوح کلسترول ( $P=0/001$ )، LDL ( $P=0/002$ ) و پروتئین و اکشنگر C ( $P=0/001$ ) کاهش معنی‌داری یافت. همچنین در این گروه HDL افزایش معنی‌داری یافت ( $P=0/001$ ). در گروه تمرین هوازی با شدت متوسط پس از ده هفته تمرین تنها کلسترول کاهش معنی‌داری نشان داد ( $P=0/006$ ).

**نتیجه‌گیری:** نتایج حاصل از تحقیق حاضر به نشان داد ده هفته فعالیت ورزشی تناوبی با شدت بالا تغییرات برجسته‌ای در ترکیب بدن، نیمرخ لیپیدی و پروتئین و اکشنگر C در دانشجویان دارای اضافه وزن به وجود می‌آورد.

**کلید واژه‌ها:** تمرین تناوبی شدید، نیمرخ لیپیدی، اضافه وزن، پروتئین و اکشنگر C

نحوه استناد به این مقاله: ابراهیمی ترکمانی ب، سیاهکوهیان م، جعفرلو م. مقایسه تاثیر ۱۰ هفته تمرین تناوبی با شدت زیاد و هوازی با شدت متوسط بر سطوح پروتئین و اکشنگر C و نیمرخ چربی در مردان جوان دارای اضافه وزن. مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی تبریز. ۱۳۹۸؛ ۴۱(۵): ۷-۱۵

حق تألیف برای مؤلفان محفوظ است.

این مقاله با دسترسی آزاد توسط دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی تبریز تحت مجوز کرییتیو 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

یکی از پیامدهای نامطلوب شیوهی زندگی امروزی، بروز چاقی است که زمینه‌ساز بسیاری از بیماری‌های مزمن و مرگ و میر می‌باشد. عوامل مختلفی در ابتلا به اضافه وزن و چاقی نقش دارند که می‌توان به پایین بودن سطح فعالیت بدنی، تغذیه نامناسب و عوامل روانی اشاره کرد (۱). اضافه وزن و چاقی، با افزایش خطر بیماری کرونر قلب، سکنه مغزی، پرفشاری خون، دیابت نوع دو و بعضی از سرطان‌های خاص ارتباط دارد به طوری که شاخص توده بدنی (Body Index Mass) بیشتر از ۲۵ کیلوگرم بر متر مربع، موجب افزایش مقاومت به انسولین، افزایش بیش از حد انسولین در خون و پرقندی خون شده و به افزایش خطر دیابت تا بیش از ۶۰ برابر در زنان و ۴۲ برابر در مردان منجر می‌شود (۲). از سوی دیگر چاقی می‌تواند با فاکتورهای خطرناک دیگری همچون سطوح کلسترول لیپیدی بالا و تری‌گلیسیرید خون بالا در ارتباط باشد (۳). گزارش شده است که به ازای هر یک واحد افزایش در شاخص توده بدنی، خطر وقوع بیماری‌های قلبی-عروقی ۸٪ افزایش و در مقابل، با افزایش فعالیت جسمانی به میزان یک مت (مقدار انرژی هزینه شده هنگام استراحت کامل نسبت به وزن بدن می‌باشد. شدت فعالیت‌های بدنی اغلب به صورت واحد مت بیان می‌شود. یک مت برابر با ۳/۵ میلی‌لیتر اکسیژن مصرف شده به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در هر دقیقه است) احتمال بروز بیماری‌های قلبی-عروقی ۸٪ کاهش می‌یابد (۴). اختلالات نیم‌رخ لیپیدی و شاخص‌های التهابی از مهمترین عوامل خطرناک هستند که موجب بروز بیماری‌های قلبی-عروقی می‌شوند. گسترش بیماری‌های قلبی-عروقی زمینه‌ای التهابی دارد و التهاب عمومی (سیستمیک)، نقش محوری در توسعه و پیشرفت آترواسکلروز ایفا می‌کند (۵). برخی از این شاخص‌های التهابی عبارتند از: فیبرینوژن، هاپتوگلوبین، ایتروکین ۶ و پروتئین واکنشگر C (CRP). پروتئین واکنشگر C حساس‌ترین و قوی‌ترین شاخص التهابی و پیشگویی کننده بروز بیماری‌های قلبی-عروقی معرفی شده که ارتباط آن با بیماری‌های عروق کرونری مشخص شده است و در هنگام پاسخ به آسیب، استرس و بیماری افزایش می‌یابد (۶). برخی مطالعات ارتباط معکوس میان پروتئین واکنشی C و تمرینات بدنی و آمادگی جسمانی فرد را گزارش کرده‌اند (۷). در سال‌های اخیر ارتباط میان التهاب و آترواسکلروزیس طی تحقیقات بسیاری نشان داده شده است (۸). بر اساس اغلب گزارش‌ها گسترش بیماری‌های قلبی-عروقی زمینه‌ای التهابی دارد و التهاب عمومی، نقش محوری در توسعه و پیشرفت آترواسکلروز، بیماری قلبی، دیابت و سرطان ایفا می‌کند (۹). لذا با توجه به ارتباط قوی که بین شاخص‌های التهابی و شیوع انواع بیماری‌ها به خصوص بیماری‌های قلبی-عروقی دیده شده، به نظر

می‌رسد هر عاملی که باعث کاهش شاخص‌های التهابی شود، می‌تواند احتمال حوادث قلبی-عروقی را کاهش دهد (۱۰). این در حالی است که امروزه آثار مثبت تمرین و فعالیت بدنی برای پیشگیری اولیه و ثانویه بیماری‌های قلبی-عروقی به درستی ثابت شده است. بنابراین فعالیت بدنی احتمالاً از طریق کاهش شاخص‌های التهابی، انعقادی، چربی بدن و چاقی می‌تواند باعث کاهش عوامل خطرناک قلبی-عروقی افراد و در نتیجه کاهش مرگ و میر در این افراد گردد (۱۱). یکی از سوالاتی که همواره ذهن محققان را به خود مشغول کرده است تاثیر نوع، مدت و شدت تمرین بر کاهش عوامل خطرناک قلبی-عروقی می‌باشد و اینکه تمرین با چه شدتی و در چه مدت می‌تواند تاثیر مثبتی بر کاهش وزن و بیماری‌های قلبی-عروقی بگذارد؟ با وجود فواید سلامتی بالقوه زیاد تمرین استقامتی، بسیاری از بزرگسالان به علت نداشتن زمان کافی به عنوان یک مانع مهم، در این تمرینات شرکت نمی‌کنند. از طرف دیگر مطالعات بر روی تمرینات کوتاه مدت (>۶۰ دقیقه) و با شدت متوسط هیچگونه تاثیری بر عوامل خطرناک قلبی-عروقی و پروتئین واکنشی C در زنان غیرفعال مشاهده نکرده‌اند (۱۲). بسیاری از محققان پیشنهاد کرده‌اند که تمرینات تناوبی با شدت بالا در مقایسه با تمرین تداومی با شدت متوسط کالری بیشتری را می‌سوزاند و اکسیداسیون چربی را پس از فعالیت بیشتر افزایش می‌دهد و همچنین هزینه انرژی آن بیشتر از فعالیت ورزشی یکنواخت (در حالت پایدار) است (۱۳). با این حال، در پژوهشی Keating و همکاران به بررسی مقایسه اثر ۱۲ هفته تمرین ایتروال با شدت زیاد و تمرین تداومی سنتی بر نیم‌رخ لیپیدی و توزیع چربی افراد دارای اضافه وزن پرداختند و گزارش کردند که تمرین ایتروال با شدت بالا تنها به لحاظ زمانی نسبت به تمرین تداومی دارای مزیت است، اما پس از مداخله ۱۲ هفته‌ای تنها بهبودهایی در تمرین هوازی سنتی مشاهده شد (۱۴). تحقیقات بسیار کمی تاثیر تمرین تناوبی با شدت بالا و تمرین هوازی با شدت متوسط را بر روی شاخص‌های التهابی و عوامل خطرناک قلبی-عروقی را مورد بررسی قرار داده‌اند و به نظر می‌رسد انجام تحقیقات بیشتری در مورد تعامل سازگاری با شدت فعالیت ورزشی مورد نیاز است (۱۵). بنابراین هدف از تحقیق حاضر مقایسه تاثیر ده هفته تمرین تناوبی با شدت بالا و تمرین هوای با شدت متوسط بر سطوح پروتئین واکنشی C و برخی عوامل خطرناک قلبی-عروقی در مردان جوان دارای اضافه وزن بود.

## روش کار

پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی و با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون بود که در سال تحصیلی ۹۶-۱۳۹۵ انجام شد. جامعه

آماري تحقيق حاضر را کليه دانشجويان مرد دارای اضافه وزن دانشگاه ارومیه، با دامنه سنی ۲۲ تا ۲۷ سال تشکیل دادند. بدین ترتیب از میان ۴۵ دانشجوی دارای اضافه وزن که طی فراخوان به عمل آمده به صورت داوطلبانه اعلام آمادگی کرده بودند تعداد ۱۸ نفر از میان افراد واجد شرایط توسط آزمون‌گرها انتخاب و به صورت تصادفی به دو گروه تمرین تناوبی کم حجم با شدت بالا (۹ نفر) و تمرین هوازی با شدت متوسط (۹ نفر) تقسیم شدند. تمام آزمودنی‌ها قبل از شروع پروتکل ورزشی فرم رضایت‌نامه آگاهانه را تکمیل کردند. معیارهای ورود به تحقیق حاضر نداشتن سابقه و ابتلا به بیماری‌های خاص (از جمله دیابت، سرطان، بیماری‌های قلبی-عروقی و ریوی)، قرار گرفتن در دامنه سنی ۲۲-۲۷ سال، نداشتن سابقه فعالیت بدنی منظم طی دو سال قبل تحقیق، عدم مصرف دخانیات، عدم استفاده از هورمون درمانی و برخورداري از آمادگی جسمانی لازم جهت شروع برنامه تمرینی بود که این موارد با استفاده از پرسش‌نامه سابقه پزشکی مورد ارزیابی قرار گرفتند. اندازه‌گیری وزن همه افراد در حالت ناشتا و با استفاده از ترازوی دیجیتالی Seca مدل ۸۱۳ ساخت کشور آلمان با دقت ۰/۱ کیلوگرم در حالت بدون کفش و با لباس ورزشی یکسان که قبلاً برای هر دو گروه تهیه شده بود، انجام شد. اندازه‌گیری قد بر حسب سانتی‌متر و با استفاده از متر نواری غیرقابل‌ارتجاع با دقت ۰/۱ سانتی‌متر و بین ساعات ۸:۰۰ الی ۱۰:۰۰ صبح (همزمان با اندازه‌گیری وزن) بدون کفش و جوراب در حالی که پشت به دیوار صاف ایستاده و پاشنه پا، باسن، کف پا و پشت سر با دیوار تماس داشتند، صورت گرفت. درصد چربی بدن با استفاده از چربی‌سنج استاندارد یاگامی (ساخت ژاپن) و ضربان قلب استراحت و فعالیت توسط دستگاه ضربان‌سنج پولار (ساخت کشور سوئد) اندازه‌گیری شد. همچنین از پرسش‌نامه ثبت سه روزه مواد غذایی و خودگزارشی جهت ارزیابی بهتر شرایط و وضعیت غذایی آزمودنی‌ها استفاده گردید. آزمودنی‌های هر دو گروه با نظارت آزمون‌گر به مدت ۱۰ هفته و سه جلسه در هفته (روزهای شنبه، دوشنبه، چهارشنبه) در برنامه‌های تمرینی تناوبی با شدت بالا و تمرین هوازی با شدت متوسط شرکت کردند. تمرینات هر جلسه شامل سه قسمت گرم کردن، مرحله اصلی و سرد کردن بود. در مرحله گرم کردن از حرکات کششی و نرمشی به مدت ۱۰ دقیقه استفاده شد. سپس هر یک از گروه تمرینات اختصاصی خود مطابق برنامه‌های زیر انجام دادند. برنامه گروه تمرین با شدت متوسط: آزمودنی‌ها در چهار نوبت ۱۰ دقیقه‌ای با شدت ۷۰-۵۰ درصد اوج ضربان قلب تمرینات دو انجام دادند. همچنین بین مراحل تمرین استراحت فعال با شدت ۴۵ درصد اوج ضربان قلب صورت گرفت و مرحله سرد کردن هم شامل ۱۰ دقیقه که به صورت اختیاری انجام گرفت. برنامه گروه تمرین با شدت بالا: هر یک از آزمودنی‌ها پنج تناوب

۴ دقیقه‌ای را با شدت ۹۵-۸۵ درصد اوج ضربان قلب انجام دادند. همچنین آزمودنی‌ها بین تناوب‌ها استراحت فعال با شدت ۵۰-۷۰ درصد اوج ضربان قلب انجام دادند. لازم به ذکر است تمرینات ابتدا با شدت ۸۵ درصد اوج ضربان قلب شروع و تا زمان رسیدن به ۹۵ درصد اوج ضربان قلب، هر سه هفته ۵ درصد به اوج ضربان قلب اضافه شد (۱۵). به منظور بررسی سطوح پروتئین واکنشی C، کلسترول، تری‌گلیسیرید، LDL و HDL سرم نمونه‌های خونی به مقدار ۵ سی‌سی سی ۲۴ ساعت قبل از اولین جلسه تمرینی و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی (جهت پیشگیری از تاثیر التهاب حاد ناشی از فعالیت بدنی شدید بر سطح سرمی پروتئین واکنشی C و لیپیدهای خون) پس از ۱۲ ساعت ناشتایی از ورید بازویی دست چپ هر آزمودنی گرفته شد. برای اندازه‌گیری پروتئین واکنشی C از روش الایزا، کیت شرکت Diagnostics Biochem, Ontario (ساخت کشور کانادا، با حساسیت ۱۰ ng/ml و با ضریب تغییر درونی ۶/۲ درصد استفاده شد. همچنین کلسترول با روش نورسنجی آنزیمی (شرکت پارس آزمون، ایران)، تری‌گلیسیرید با روش آنزیمی کالری‌متری (شرکت پارس آزمون، ایران)، LDL و HDL نیز با روش آنزیمی کالری‌متری (کیت تجاری راندوکس، شرکت کاتی آنتریم انگلستان) مورد سنجش قرار گرفتند. داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار SPSS ویرایش ۲۱ مورد آنالیز آماری قرار گرفت. جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون آماری شاپیرو ویلک، برای بررسی تغییرات درون‌گروهی از آزمون t همبسته و برای مقایسه میانگین دو گروه از آزمون آماری t مستقل در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ < p استفاده گردید.

### یافته‌ها

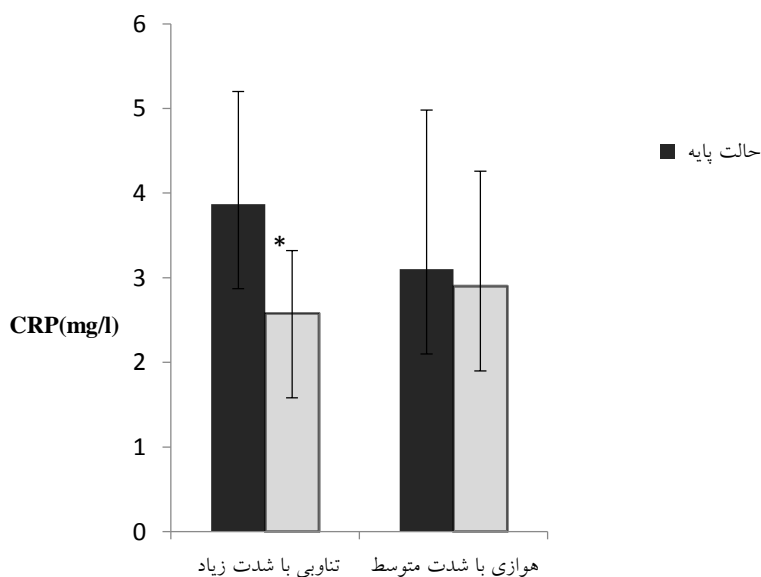
در جدول ۱ اطلاعات توصیفی آزمودنی‌ها در دو گروه تمرین و کنترل مشخص شده است. نتایج حاصل از آزمون آماری t مستقل نشان داد هیچ کدام شاخص‌های اندازه‌گیری شده در دو گروه در حالت پایه اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند ( $p > 0/05$ ). بر اساس نتایج به دست آمده از آزمون t وابسته پس از ۱۰ هفته مداخله تمرینی میزان پروتئین واکنشگر C در گروه تمرین تناوبی با شدت بالا کاهش معنی‌داری یافت ( $P = 0/002$ ) در حالی که این کاهش در گروه تمرین هوازی با شدت متوسط از لحاظ آماری معنی‌دار نبود ( $P > 0/05$ ) (نمودار ۱). هم‌چنین در گروه تمرین تناوبی با شدت بالا مقادیر کلسترول ( $P = 0/001$ )، LDL ( $P = 0/001$ ) کاهش معنی‌دار و ( $P = 0/001$ ) HDL افزایش معنی‌داری یافتند و در گروه تمرین هوازی با شدت متوسط فقط کلسترول ( $P = 0/006$ ) کاهش معنی‌دار یافت (جدول ۲).

جدول ۱: ویژگی های بدنی و فیزیولوژیکی آزمودنی ها قبل و بعد از برنامه ورزشی (میانگین ± انحراف معیار)

P	گروه تمرین شدت کم		P	گروه تمرین شدت بالا		گروه متغیر
	پس آزمون	پیش آزمون		پس آزمون	پیش آزمون	
		۲۳/۸۷±۱/۴۵		۲۴/۳۷±۱/۴۰	سن (سال)	
		۱۷۵/۰۷±۶/۷۵		۱۷۳/۴۷±۴/۴۷	قد (cm)	
۰/۰۹۴	۸۲/۶۲±۶/۳۹	۸۳/۷۵±۷/۱۰	۰/۰۰۱	۷۸/۱۲±۴/۹۴	وزن (kg)	
۰/۰۶۰	۲۶/۷۱±۰/۹۶	۲۷/۰۷±۰/۸۸	۰/۰۰۱	۲۵/۹۶±۱/۲۳	BMI(kg/m <sup>۲</sup> )	
۰/۰۳۹	۲۶/۲۰±۱/۳۰	۲۷/۵۵±۱/۸۳	۰/۰۰۱	۲۵/۶۲±۰/۹۳	چربی (%)	

جدول ۲: مقایسه میانگین و انحراف معیار متغیرهای وابسته قبل و بعد از فعالیت ۱۰ هفته فعالیت ورزشی در دو گروه با استفاده از آزمون t مستقل و t زوجی

متغیر	گروه تمرین	پیش آزمون	پس آزمون	سطح معنی داری p
کلسترول (mg/dl)	تناوبی با شدت بالا	۲۱۳/۱۲±۴۵/۷۲	۱۵۲/۵۰±۳۵/۹۰	۰/۰۰۱
	هوازی با شدت متوسط	۱۹۲/۲۵±۴۲/۵۴	۱۶۲/۵۰±۲۵/۵۶	۰/۰۰۶
	سطح معنی داری p	۰/۶۳۱	۰/۵۳۱	
تری گلیسرید (mg/dl)	تناوبی با شدت بالا	۱۶۳/۱۲±۴۸/۴۴	۱۳۸/۶۲±۳۱/۴۶	۰/۰۶۵
	هوازی با شدت متوسط	۱۳۸/۵۰±۳۹/۸۱	۱۳۲/۱۲±۲۲/۴۰	۰/۳۶۷
	سطح معنی داری p	۰/۲۸۵	۰/۶۴۱	
HDL (mg/dl)	تناوبی با شدت بالا	۳۲/۷۵±۱۱/۰۴	۴۶/۶۲±۸/۰۱	۰/۰۰۱
	هوازی با شدت متوسط	۳۵/۲۵±۱۳/۵۵	۳۸/۶۲±۹/۰۳	۰/۰۹۷
	سطح معنی داری p	۰/۶۹۲	۰/۰۸۲	
LDL (mg/dl)	تناوبی با شدت بالا	۱۳۴/۶۲±۲۸/۶۳	۹۵/۷۵±۲۲/۴۸	۰/۰۰۱
	هوازی با شدت متوسط	۱۲۰/۲۵±۳۲/۸۳	۱۰۸/۷۵±۱۷/۱۶	۰/۱۰۸
	سطح معنی داری p	۰/۳۶۶	۰/۴۶۰	
CRP	تناوبی با شدت بالا	۳/۸۷±۱/۳۳	۲/۵۸±۰/۷۴	۰/۰۰۲
	هوازی با شدت متوسط	۳/۱۰±۱/۸۸	۲/۹±۱/۳۶	۰/۴۷۲
	سطح معنی داری p	۰/۳۶۰	۰/۵۷۹	



نمودار شماره ۱: سطوح پروتئین واکنشگر C پیش و پس از مداخله ورزشی (میانگین ± خطای استاندارد) \* تفاوت معنی دار با پیش آزمون

## بحث

نتایج تحقیق حاضر نشان داد سطح پروتئین واکنشی C پس از ده هفته تمرین تناوبی با شدت بالا کاهش معنی داری یافت. در حالی که این کاهش در گروه تمرین هوازی با شدت متوسط از لحاظ آماری معنی دار نبود. در این ارتباط اخیراً Bahram و همکاران گزارش کردند ۱۲ هفته تمرین تناوبی با شدت بالا باعث کاهش معنی دار پروتئین واکنشی C پلاسما، وزن، شاخص توده بدن و درصد چربی در دانشجویان دارای اضافه وزن شد (۱۶). Hübner-Woźniak و همکاران گزارش کردند که تمرینات با شدت بالا و سرعتی باعث کاهش معنی دار سطوح پروتئین واکنشی C و هموسیستئین در آزمودنی‌های جوان شد (۱۷). Martin و همکاران در تحقیق خود گزارش کردند تمرینات هوازی تناوبی ۱۶ و ۳۲ هفته‌ای به ترتیب باعث کاهش ۱۰ و ۵۱ درصدی پروتئین واکنشی C شد. آن‌ها همچنین اظهار نمودند کاهش غلظت پروتئین واکنشی C با افزایش قدرت و کاهش چربی بدن همراه بود (۱۸). به نظر می‌رسد که تمرینات تناوبی با شدت بالا موجب کسر اکسیژن بیشتر شده و اتکا به سیستم فسفاژن را در دقایق اولیه تمرین کاهش می‌دهد و به طور مستقیم با کاهش بیشتر در توده چربی، کاهش تولید سیتوکین‌ها (Citokine) در چربی، عضله، سلول‌های تک هسته‌ای و به طور غیرمستقیم با افزایش حساسیت به انسولین انجام می‌دهد که باعث بهبود عملکرد آندوتلیال و کاهش وزن می‌شود. بر اساس شواهد، TNF- $\alpha$  و ایترلوکین-6 به مقدار قابل توجهی از بافت چربی، بویژه چربی احشایی رها می‌شوند. رهایی آن‌ها از بافت چربی از راه تحریک سمپاتیکی افزایش می‌یابد و از آن‌جا که فعالیت بدنی منظم سبب تنظیم کاهشی تحریک سمپاتیکی می‌شود، احتمال دارد به کاهش ترشح TNF- $\alpha$  (یعنی تحریک کننده قوی تولید ایترلوکین-6) و کاهش ایترلوکین-6 (یعنی کاهش تحریک کننده قوی تولید پروتئین واکنشی C) منجر شود (۱۹). از طرفی در گروه تمرین هوازی با شدت متوسط ده هفته تمرین هوازی با شدت متوسط باعث کاهش سطوح پروتئین واکنشی C شد اما این کاهش از لحاظ آماری معنی دار نبود. مطابق با یافته‌های حاصل از تحقیق حاضر Nayebifar و همکاران گزارش کردند هشت هفته تمرین هوازی با شدت متوسط تغییر معنی داری در سطوح پروتئین واکنشی C افراد دچار اضافه وزن ایجاد نکرد (۲۰). Jeffrey و همکاران نیز در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند ۸ هفته تمرین هوازی تأثیری بر میزان پروتئین واکنشی C ندارد. آن‌ها در توجیه این نتایج، کافی نبودن مدت تمرین را ذکر کردند (۲۱). از طرفی برخی از تحقیقات کاهش درصد چربی و کاهش وزن را بعد از تمرینات ورزشی برای بهبود سطوح پروتئین واکنشی C ضروری می‌دانند (۲۲). نوع و شدت فعالیت ورزشی نیز در کاهش شاخص‌های التهابی می‌تواند عامل مهمی باشد. در این ارتباط نیکلاس و همکاران

گزارش کردند فعالیت‌های ورزشی مقاومتی نسبت به فعالیت‌های هوازی اثر مطلوب‌تری در کاهش پروتئین واکنشی C دارد. در حالت کلی سازوکارهای مؤثر بر سازگاری پروتئین واکنشی C به فعالیت‌های بدنی، بسیار زیاد می‌باشد. عواملی همچون ترکیب بدن و کاهش وزن، استروژن، مصرف دخانیات، سالمندی، جنس، تکرار، مدت و شدت تمرین، تأثیرات غذایی هر کدام از آن‌ها سازوکارهایی هستند که به سهم خود اثراتی در پاسخ تمرین به پروتئین واکنشی C دارند که در مطالعه حاضر سعی بر آن شد بعضی عوامل از جمله جنس، استروژن، تکرار، مدت و شدت تمرین کنترل شوند (۲۰). از طرفی شواهد موجود از این دیدگاه حمایت می‌کنند که هر قدر مقادیر پایه شاخص‌های التهابی بیشتر باشد، تأثیر تمرین بر این شاخص‌ها بیشتر خواهد بود (۲۳). بنابراین یکی از دلایل عدم کاهش معنی دار این شاخص در گروه تمرین هوازی با شدت متوسط می‌تواند سطح اولیه کمتر پروتئین واکنشی C در این گروه باشد. البته همان‌طور که مقایسه پیش‌آزمون این شاخص در دو گروه نشان می‌دهد این اختلاف از لحاظ آماری معنی دار نبوده است. در تحقیق حاضر همچنین مقادیر کلسترول، LDL در گروه تمرین تناوبی با شدت بالا کاهش معنی دار و HDL افزایش معنی داری یافتند که این تغییرات با یافته‌های Nayebifar و همکاران هم‌راستا می‌باشد (۲۰). مطابق با یافته‌های حاصل از پژوهش حاضر، Taravati و همکاران گزارش کردند هشت هفته تمرین تناوبی با شدت بالا باعث ایجاد تغییرات مطلوبی در نیم‌رخ لیپیدی افراد دارای اضافه وزن و چاق شد (۲۴). Nikroo و همکاران در پژوهشی نشان دادند یک دوره تمرین تناوبی نسبت به تمرینات هوازی تداومی پاسخ‌های موثرتری بر نمایه توده بدنی و درصد چربی بدنی دارد (۲۵). در مورد تغییرات لیپوپروتئین‌های خون با ورزش، یافته‌های برخی تحقیقات نشان می‌دهد فعالیت بدنی باعث افزایش فعالیت آنزیم لیپوپروتئین‌لیپاز و لستین کلسترول‌آسیل ترانسفراز می‌شود. که این دو آنزیم کاهش LDL، تری‌گلیسیرید و کلسترول و افزایش HDL را سبب می‌شوند. از سوی دیگر آنزیم لیپوپروتئین‌لیپاز، کاتابولسم VLDL و LDL بعد از فعالیت ورزشی را افزایش می‌دهد (۲۶). از طرفی دیگر در گروه تمرین هوازی با شدت متوسط فقط سطوح کلسترول کاهش معنی داری نشان دادند. هرچند تغییرات در سایر متغیرهای اندازه‌گیری شده قابل توجه بود ولی این تغییرات از لحاظ آماری معنی دار نبودند. در این ارتباط Abdolmaleki و همکاران گزارش کردند مقادیر سرمی کلسترول و LDL پس از ۱۲ هفته تمرین تداومی سستی کاهش معنی داری نشان دادند (۳). هم‌چنین گزارش شده است از میان ۲ نوع تمرین تناوبی و تداومی، تنها تمرین تناوبی موجب افزایش مقادیر HDL در بیماران مبتلا به نارسایی قلبی شد (۲۷). پژوهشگران معتقد هستند که شدت

حاضر می‌باشند که می‌توانند بر نتایج حاصل تاثیرگذار باشند؛ لذا توصیه می‌شود تحقیقات مشابهی با تعداد نمونه‌های بیشتر، با مداخله تغذیه‌ای و کنترل آنزیم‌های تاثیرگذار بر کاتابولیسم همچون لیپوپروتئین‌لیپاز، لیپوپروتئین‌لیپاز و لستین کلاسترول آسیل ترانسفراز صورت گیرد.

### نتیجه‌گیری

در حالت کلی نتایج تحقیق حاضر نشان داد ۱۰ هفته فعالیت ورزشی تناوبی کم‌حجم با شدت بالا باعث کاهش معنی‌دار وزن، درصد چربی بدن، شاخص توده بدن، کلاسترول، LDL و پروتئین واکنشی C و افزایش معنی‌دار HDL شد. این در حالی است که در گروه تمرین هوازی با شدت متوسط تنها درصد چربی و کلاسترول کاهش معنی‌دار یافت. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت احتمالاً فعالیت ورزشی تناوبی با شدت بالا می‌تواند تاثیرات مطلوب‌تری نسبت به فعالیت ورزشی هوازی با شدت متوسط بر این شاخص‌ها داشته باشد.

### قدردانی

بدین‌وسیله از همکاری کلیه عزیزانی که در انجام این پژوهش ما را یاری نموده‌اند، تقدیر و تشکر می‌گردد.  
سهم مشارکت در تحقیق:  
ب: طراحی اثر و نویسنده مسئول  
م: س: تحلیل و تفسیر داده‌ها و تأیید نسخه نهایی  
م: ج: نویسنده مسئول و مشارکت در جمع‌آوری داده‌ها  
منابع مالی: منابع مالی ندارد.  
ملاحظات اخلاقی: فرم رضایت‌نامه آگاهانه توسط همه آزمودنی‌ها تکمیل شده است.  
منافع متقابل: منافع متقابلی از تالیف یا انتشار این مقاله ندارد.

فعالیت بدنی از مهمترین عوامل تأثیرگذار بر سطوح HDL و LDL می‌باشد (۲۸). بنابراین یکی از دلایل عدم کاهش معنی‌دار LDL و HDL در گروه تمرین هوازی با شدت متوسط می‌تواند به دلیل شدت کم این نوع تمرین باشد. در حالت کلی نگاهی جامع به تحقیقات صورت گرفته در زمینه تاثیر فعالیت ورزشی بر نیم‌رخ لیپیدی چندین نکته مهم را می‌توان مشخص ساخت: اولاً با بررسی تحقیقات صورت گرفته در این زمینه مشخص می‌شود مدت تمرینات هوازی در این زمینه می‌تواند عامل مهمی باشد. به طوری که اثرگذاری تمریناتی که از برنامه‌های تمرینی طولانی مدت (بیشتر از ۱۲ هفته) استفاده کرده‌اند بیشتر از تحقیقاتی است که از برنامه‌های تمرینی با مدت کم استفاده کرده‌اند. ثانیاً، در بسیاری از تحقیقات گزارش شده است فعالیت بدنی بدون کاهش وزن نیز ممکن است باعث تاثیر مطلوب بر نیم‌رخ لیپیدی خون شود (۲۹). برخی محققین هم معتقدند کاهش وزن برای تاثیرگذاری تمرین بر چربی‌های خون مهم است ولی کاهش وزن (وزن چربی بدن) لازمه تغییرات در لیپوپروتئین‌های پلاسما نمی‌باشد (۱۲). ثالثاً، فعالیت‌های بدنی بر نیم‌رخ لیپیدی افرادی که سطح طبیعی و نرمال از این شاخص‌ها را دارند تاثیر زیادی نخواهد داشت (۳۰). با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر و پیشینه پژوهشی موجود، به نظر می‌رسد که با به کارگیری یک دوره طولانی مدت تمرین تناوبی کم‌حجم با شدت بالا با روش‌شناسی مناسب بتوان سودمندی‌های قابل مقایسه‌ای را با تمرین تداومی سستی در بهبود نیم‌رخ لیپیدی و مقادیر سرمی پروتئین واکنشی C در مردان جوان چاق به دست آورد. از طرفی تعداد کم آزمودنی‌ها و محدود بودن به مردان با دامنه سنی ۲۲ تا ۲۷ سال، عدم دسترسی تمام‌وقت محققین به آزمودنی‌ها، کنترل کامل تغذیه آن‌ها و عدم بررسی برخی از عوامل تاثیرگذار بر نتیجه تحقیق همچون استعمال دخانیات، عدم بررسی فاکتورهای خونی که نشان دهنده افزایش اکسیداسیون چربی هستند از محدودیت‌های تحقیق

### References

1. Damirchi A, Mehrabani J, Mohebbi H, Sharifi H. Evaluation of Physical Activity Level, Obesity, Dietary Pat-terns, and General Health among Males in Arak, Iran. *Tabari J Prev Med* 2016; 2(2): 9-18.
2. Gholizadeh M, Kordi M, Akbarnejad A. Comparison of Two High-Intensity Interval Training (HIIT) For Two Weeks on Fat Oxidation, Body Fat Percentage and VO2max in Overweight Young Males. *Journal Educ Community Health* 2016; 3(2): 47-53. doi: 10.21859/jech-03027
3. Abdolmaleki A, Samavatisharif M, Nikbakht N P, AMINI R. The Effects of 12 Weeks of Low-volume High-intensity Interval Training and Traditional Continuous Exercise Training on Adiponectin Level and Lipids Profile in Obese Young Men. *Journal of ilam university of medical sciences* 2014; 22(5): 150-159.
4. Lira F S, Yamashita A S, Uchida M C, Zanchi N E, Gualano B, Martins E, et al. Low and moderate, rather than high intensity strength exercise induces benefit regarding plasma lipid profile. *Diabetology & metabolic syndrome* 2010; 2(1): 31. doi: 10.1186/1758-5996-2-31.
5. Blake G J, Ridker P M. Novel clinical markers of vascular wall inflammation. *Circulation research* 2001; 89(9): 763-771. doi: 10.1161/hh2101.099270.
6. Namazi A, Aghaalienejad H, Peeri M, Rahbarizadeh F. The effects of short term circuit resistance training on serum homocysteine and CRP concentrations in active

- and inactive females. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism* 2010; **12**(2): 169-201.
7. Kubota Y, Moriyama Y, Yamagishi K, Tanigawa T, Noda H, Yokota K, et al. Serum vitamin C concentration and hs-CRP level in middle-aged Japanese men and women. *Atherosclerosis* 2010; **208**(2): 496-500. doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2009.07.052
  8. Bizheh N, Jaafari M. The effect of a single bout circuit resistance exercise on homocysteine, hs-CRP and fibrinogen in sedentary middle aged men. *Iranian journal of basic medical sciences* 2011; **14**(6): 568-573.
  9. Lyon C J, Law R E, Hsueh W A. Minireview: adiposity, inflammation, and atherogenesis. *Endocrinology* 2003; **144**(6): 2195-2200. doi: 10.1210/en.2003-0285.
  10. Tousoulis D, Davies G, Stefanadis C, Toutouzas P, Ambrose J. Inflammatory and thrombotic mechanisms in coronary atherosclerosis. *Heart* 2003; **89**(9): 993-997. doi: 10.1136/heart.89.9.993
  11. Roberts C K, Chen A K, Barnard R J. Effect of a short-term diet and exercise intervention in youth on atherosclerotic risk factors. *Atherosclerosis* 2007; **191**(1): 98-106. doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2006.09.011.
  12. Khorramjah M, Sarmadiyan M, Khurshidy D. The Effect of Moderate-intensity Aerobic Training on Serum Levels of Cystatin C with High Sensitivity, C-reactive Protein and Cardiovascular Risk Factors in Postmenopausal Women. *Armaghane danesh* 2016; **21**(9): 887-899.
  13. King J, Broeder C, Browder K, Panton L. A comparison of interval vs. steady-state exercise on substrate utilization in overweight women. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2002; **34**(5): S130. doi: 10.1097/00005768-200205001-00726.
  14. Keating S E, Machan E A, O'Connor H T, Gerofi J A, Sainsbury A, Caterson I D, et al. Continuous exercise but not high intensity interval training improves fat distribution in overweight adults. *Journal of obesity* 2014. doi: 10.1155/2014/834865.
  15. ZilaeiBouri S, Khedri A, Ahangar pour A, ZilaeiBouri M. Comparing the Effects of Aerobic Exercises of High and Moderate Intensity on Serum Leptin Levels and Capacity of Fat Oxidation among Young Obese Girls. *J Fasa Univ Med Sci* 2013; **3**(1): 81-87.
  16. Bahram M E, Pourvaghari M J. The Effect of 12 Weeks of High-Intensity Interval Training (HIIT) on Homocysteine and CRP Cardiovascular Risk Factors and Body Composition in Overweight Men. *Journal of Fasa University of Medical Sciences* 2016; **6**(3): 334-342.
  17. Hübner-Woźniak E, Ochocki P. Effects of training on resting plasma levels of homocysteine and C-reactive protein in competitive male and female wrestlers. *Biomedical Human Kinetics* 2009; **1**: 42-46. doi: 10.2478/v10101-009-0011-0
  18. Martins R A, Veríssimo M T, e Silva MJC, Cumming S P, Teixeira A M. Effects of aerobic and strength-based training on metabolic health indicators in older adults. *Lipids in Health and disease* 2010; **9**(1): 76. doi: 10.1186/1476-511X-9-76
  19. Christopherson J, Sumer V, Kirkendall D, Jones M. Effects of exercise detraining on lipid storage in rats. *Transactions of the Illinois State Academy of Science* 1999; **92**(3): 203-209. doi: 10.18411/d-2016-154
  20. Nayeibifar S, Afzalpour M, Saghebjo M, Hedayati M, Shirzaee P. The effect of aerobic and resistance trainings on serum C-Reactive Protein, lipid profile and body composition in overweight women. *Modern Care Journal* 2012; **8**(4): 186-196.
  21. Jeffrey A, Victoria J, Vieira M, Todd K. Exercise. *Inflammation and immunity* 2000; **24**: 585-599.
  22. Attarabashi Moghadam B, Bagheri H. Hadian Tavakol and Salarifar. Effects of Strengthening Exercise on Serum C-Reactive Protein After Coronary Artery Bypass Grafts. *Iranian Journal of Public Health* 2008; **37**(2): 93-100.
  23. Mora S, Lee I-M, Buring J E, Ridker P M. Association of physical activity and body mass index with novel and traditional cardiovascular biomarkers in women. *Jama* 2006; **295**(12): 1412-1419. doi: 10.1001/jama.295.12.1412.
  24. Taravati F, Irandoust K, Rahimi A. The effects of 8 weeks high intensity interval training (hiit) with garlic complement on some lipid profiles in obese inactive women. *Acta medica mediterranea* 2017; **33**(2): 271-274. doi: 10.19193/0393-6384\_2017\_2\_040
  25. Nikroo H, Barancheshme M A. The Comparison of Effects of Aerobic Interval and Continuous Training Program on Maximal Oxygen Consumption, Body Mass Index, and Body Fat Percentage in Officer Students. *Journal Mil Med* 2014; **15**(4): 245-251.
  26. Wilund K, Feeney L, Tomayko E, Weiss E, Hagberg J. Effects of endurance exercise training on markers of cholesterol absorption and synthesis. *Physiological Research* 2009; **58**(4): 545. doi: 10.1249/01.mss.0000323175.66009.55.
  27. Fu T-c, Wang C-H, Lin P-S, Hsu C-C, Cheng W-J, Huang S-C, et al. Aerobic interval training improves oxygen uptake efficiency by enhancing cerebral and muscular hemodynamics in patients with heart failure. *International journal of cardiology* 2013; **167**(1): 41-50. doi: 10.1016/j.ijcard.2011.11.086.
  28. Stuijbergen A K, Blozis S A, Harrison T C, Becker H A. Exercise, functional limitations, and quality of life: A longitudinal study of persons with multiple sclerosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation* 2006; **87**(7): 935-043. doi: 10.1016/j.apmr.2006.04.003.



29. Kraus W E, Houmard J A, Duscha B D, Knetzger K J, Wharton M B, McCartney J S, et al. Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins. *New England Journal of Medicine* 2002; **347**(19): 1483-1492. doi: 10.1056/NEJMoa020194.
30. Zmuda J M, Yurgalevitch S M, Flynn M M, Bausserman L L, Saratelli A, Spannaus-Martin D J, et al. Exercise training has little effect on HDL levels and metabolism in men with initially low HDL cholesterol. *Atherosclerosis* 1998; **137**(1): 215-221. doi: 10.1016/S0021-9150(97)00257-8