

## The effect of 6 weeks of intense interval training on lipid profile, body composition indices and VO<sub>2</sub>max in overweight male smokers

Habib Abdi<sup>1</sup>, Lotfali Bolboli<sup>1</sup>, Roghayeh Afroundeh<sup>1\*</sup>

Receive 2023 February 24; Accepted 2023 April 30

### Abstract

**Aim:** The aim of this study was to investigate the effect of six weeks of intense interval training on lipid profile, body composition indices and VO<sub>2</sub>max of overweight male smokers. **Methods:** 20 men with an average age of  $46.41 \pm 4.48$  years and BMI ( $27.41 \pm 3.32$ ), voluntarily participated in this study and were randomly divided into experimental (n=10) and control (n=10) groups. The experimental group performed interval exercises for 6 weeks, 3 sessions per week. The exercises consisted of 10 steps of activity at 85-95% of maximum heart rate for 90 seconds, which was accompanied by 60 seconds of active recovery. Before and 48 hours after the exercises, fasting blood was taken from the subjects. Body composition indices and VO<sub>2</sub>max were also measured. Paired t-test, independent t-test and multivariate analysis of covariance was used for intra-group and inter-groups comparison. **Results** A significant difference was observed between the post-test values of the training and control groups for VO<sub>2</sub>max ( $p=0.001$ ) and HDL ( $p=0.016$ ), but the post-test difference was not significant for TG, LDL, TC and anthropometric indices ( $p>0.05$ ). The results of the paired t-test in the training group showed that HDL and VO<sub>2</sub>max levels increased significantly compared to the pre-test ( $P < 0.05$ ), but the changes in other lipoproteins, body fat percentage, abdominal circumference, and waist-to-hip ratio in the training group were not significant ( $p>0.05$ ). **Conclusions:** Six weeks of intense interval training causes a significant increase in HDL and VO<sub>2</sub>max and non-significant decrease in some body composition indicators and TG, LDL, and TC levels in overweight male smokers.



Scan this QR code to see the accompanying video, or visit [jahssp.azaruniv.ac.ir](http://jahssp.azaruniv.ac.ir)

1. Department of Exercise Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

\*(corresponding author)  
(afroundeh@gmail.com)

**Keywords:** Lipid profile, interval training, male smokers, overweight

*Cite as:* Abdi, Habib. Bolboli, Lotfali. Afroundeh, Roghayeh. The effect of 6 weeks of intense interval training on lipid profile, body composition indices and VO<sub>2</sub>max in overweight male smokers. *Applied Health Studies in Sport Physiology*. 2023; 10(2): 81-92.

**Owner and Publisher:** Azarbaijan Shahid Madani University

**Journal ISSN** (online): 2676-6507

**Access Type:** Open Access

**DOI:** 10.22049/JAHSSP.2023.28194.1529

**DOR:** 20.1001.1.26766507.1402.10.2.7.9



## Extended abstract

### Background

Based on the studies, it has been observed that the lipid profile of smokers is in an unfavorable condition. The poor condition of the lipid profile of smokers puts this group of people at a higher risk than others in terms of cardiovascular diseases. Considering the harmful effects of smoking and overweight, which are important risk factors in the occurrence of diseases and deaths related to cardiovascular disorders, and the importance of aerobic exercise in improving the health of the cardiovascular system, as well as the contradictions in various studies and the lack of sufficient studies on the effects of Intermittent training in smokers, the present study was conducted with the aim of investigating the effect of 6 weeks of intense intermittent training on lipid profile, anthropometric indices and VO<sub>2</sub>max of overweight male smokers.

### Materials and Methods

This research is a semi-experimental study that was conducted as a pre-test and post-test. The subjects of this study were 20 middle aged sedentary, overweight male smokers with an average age of  $46.41 \pm 4.48$  years and BMI ( $27.41 \pm 3.32$ ) who voluntarily participated in this study. They signed the consent form.

### Experimental design

The subjects were randomly divided into two control and experimental groups: the experimental smoking group (10 people) and the control smoking group (10 people). All the subjects were examined by a doctor and after confirming their health, they entered the test process; blood lipid markers and anthropometric indices were measured before and 6 weeks after 6 weeks training.

### Training protocol

The training period of the experimental group lasted for 6 weeks, where 3 sessions were held every week. The subjects first warmed up for 10 minutes (walking and running on the treadmill with an intensity of 40% of the maximum heart rate) and stretching, then they started to exercise. The training protocol included 10 times of activity with an intensity of 85-95% of maximum heart rate (first and second week with 85%, third and fourth week with 90% and fifth and sixth week with 95% of maximum heart rate) (19). Each training phase lasted 90 seconds and they recovered with 50% of the maximum heart rate for 60 seconds, which ended with a 5-minute cool-down with an intensity of 40% of the maximum heart rate on the treadmill.

To measure the subjects' VO<sub>2</sub>max, Balk's laboratory protocol was used. The subjects first warmed up for 10 minutes and then went on the treadmill. The speed of the treadmill was set at 5 km/h and remained constant until the end of the test. The incline of the treadmill started with 2.5% and every 2 minutes, 2.5% was added until the subjects reached the exhaustion stage. Then they performed the cooling process for 5 minutes. The oxygen consumption of the subjects was measured breath by breath by GANSHORN gas analyzer made in Germany.

To measure blood markers before and 48 hours after the last training session, the subjects appeared in the morning at 8 o'clock in the Farabi laboratory in Ardabil, and all processes of blood sampling and marker measurement were done by the experienced technician of the said laboratory. For this purpose, according to the guidelines of the Farabi laboratory in Ardabil, 5 ml of blood was taken from the brachial vein of the left hand of each subject in a sitting and resting position and placed in sterile tubes, and immediately the plasma was separated using a centrifuge at 3000 revolutions per minute and stored in a refrigerator at -20°C. To measure TG, HDL, LDL, and TC, the diagnostic kits of Pars Azmoun company, made in Iran, were used, which was done by photometric method using HITACHI/917 device.

### Statistical analysis

After collecting data and calculating the mean and standard deviation of data using descriptive statistics, Shapiro-Wilk test was used to determine the normal distribution of data. Paired t-test was used for comparison of pre-test and post-test in each group, and multivariate analysis of covariance was used for comparison of post-tests data between groups.

### Results

Multivariate analysis of covariance was used to check the post-test difference between the groups. Since one of the presuppositions of using this test is the homogeneity of the covariance matrix, Box's test was used for this homogeneity. The obtained results showed that the variance-covariance matrix is equal in two groups ( $F=1.39$ ,  $P=0.144$ ). A significant difference was observed between the post-test values of the training and control groups for VO<sub>2</sub>max ( $p=0.001$ ) and HDL ( $p=0.016$ ), but the post-test difference was not significant for TG, LDL, TC and anthropometric indices ( $p>0.05$ ). The results of the paired t-test in the training group showed that HDL and VO<sub>2</sub>max levels increased significantly compared to the pre-test ( $P < 0.05$ ), but the changes in other lipoproteins, body fat percentage, abdominal circumference, and waist-to-hip ratio in the training group were not significant ( $p>0.05$ ).



## Discussion

In the present study, the subjects' weight loss was not significant and the exercise protocol used was HIIT type, which is considered a high intensity exercise, which can justify the significant increase in HDL and the lack of significant decrease in other serum lipids and anthropometric variables. The increase in HDL due to aerobic exercise is due to the increase in its liver production and changes in various enzymes such as the increase in the activity of the enzyme lipoprotein lipase, lecithin-cholesterol-acyl-transferase (LCAT) and the decrease in the activity of liver lipase following physical activity. Hepatic lipase plays an important role in converting HDL to HDL, converting VLDL to IDL, and also converting large LDL to small LDL. The amount of this enzyme is lower in people who are physically active, and it decreases with more exercise, which leads to an increase in HDL concentration and an improvement in lipid profile.

## Article message

The result of the present study showed that six weeks of intense interval training significantly increases HDL and VO<sub>2</sub>max in overweight smoking men. Given that most people consider the lack of time as the reason for not exercising, and HIIT exercises compensate for the lack of time and according to the results of the present study, HIIT causes a significant increase in HDL blood levels, which is an important predictor of cardiovascular events, it seems that this type of exercise can be proposed to smokers.

## مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش

سال دهم، شماره دوم؛

پاییز و زمستان ۱۴۰۲؛ صفحات ۸۱-۹۲

Open Access

مقاله پژوهشی

تأثیر ۶ هفته تمرین تناوبی شدید بر پروفایل لیپیدی، شاخص‌های ترکیب بدنی و  $VO_{2max}$  مردان سیگاری دارای اضافه‌وزنحبیب عبدی<sup>۱</sup>، لطفعلی بلبلی<sup>۱</sup>، رقیه افرونده<sup>۱\*</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۱۰

## چکیده

**هدف:** هدف این مطالعه بررسی تأثیر شش هفته تمرین تناوبی شدید بر پروفایل لیپیدی، شاخص‌های ترکیب بدنی و  $VO_{2max}$  مردان سیگاری دارای اضافه‌وزن بود. **روش‌شناسی:** ۲۰ مرد با میانگین سنی  $45/03 \pm 4/13$  سال و میانگین شاخص توده بدنی  $27/41 \pm 3/32$  به‌طور داوطلبانه در این مطالعه شرکت کردند که به‌طور تصادفی به دو گروه تجربی ( $n=10$ ) و کنترل ( $n=10$ ) تقسیم شدند. گروه تجربی طی ۶ هفته، هر هفته ۳ جلسه تمرینات تناوبی انجام دادند. تمرینات شامل ۱۰ مرحله فعالیت با شدت ۸۵-۹۵ درصد ضربان قلب ماکزیمم و مدت‌زمان هر مرحله فعالیت ۹۰ ثانیه بود که با ۶۰ ثانیه ریکاوری فعال همراه بود. قبل و ۴۸ ساعت پس از تمرینات از آزمودنی‌ها در حالت ناشتا خون‌گیری به عمل آمد. همچنین شاخص‌های ترکیب بدنی و  $VO_{2max}$  اندازه‌گیری شد. برای مقایسه درون‌گروهی از آزمون t همبسته و برای مقایسه بین گروهی از آزمون t مستقل و تحلیل کوواریانس چند متغیره استفاده شد. **یافته‌ها:** بین مقادیر پس‌آزمون گروه‌های تمرینی و کنترل تفاوت معنی‌داری برای  $VO_{2max}$  ( $p=0/001$ ) و HDL ( $p=0/016$ ) مشاهده شد اما تفاوت پس‌آزمون برای TG, LDL, TC و شاخص‌های آنتروپومتریکی معنی‌دار نبود ( $p>0/05$ ). نتایج آزمون t همبسته در گروه تمرین نشان داد سطوح HDL و  $VO_{2max}$  در مقایسه با پیش‌آزمون افزایش معنی‌داری داشته است ( $P < 0.05$ ) ولی تغییرات سایر لیپوپروتئین‌ها، درصد چربی بدن، دور شکم و نسبت کمر به باسن در گروه تمرینی معنی‌دار نبود ( $p>0/05$ ). **نتیجه‌گیری:** شش هفته تمرین تناوبی شدید باعث افزایش معنی‌دار HDL و  $VO_{2max}$  و کاهش غیر معنی‌دار برخی شاخص‌های ترکیب بدن و سطوح TG, LDL, TC در مردان سیگاری دارای اضافه‌وزن می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** پروفایل لیپیدی، تمرینات تناوبی، مردان سیگاری، اضافه‌وزن.

**نحوه ارجاع:** عبدی، حبیب، بلبلی، لطفعلی، افرونده، رقیه. "تأثیر ۶ هفته تمرین اینتروال شدید بر پروفایل لیپیدی، شاخص‌های آنتروپومتریکی و  $VO_{2max}$  مردان سیگاری دارای اضافه‌وزن". مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش. ۱۴۰۲: ۱۰ (۲)، ۸۱-۹۲.

صاحب امتیاز و ناشر: دانشگاه شهید مدنی آذربایجان

شاپای الکترونیکی: ۶۵۰۷-۲۶۷۶

نوع دسترسی: آزاد

DOI: 10.22049/JAHSSP.2023.28194.1529

DOR: 20.1001.1.26766507.1402.10.2.7.9



با اسکن QR فوق می‌توانید جزئیات مقاله حاضر را در سایت [www.jahssp.azaruniv.ac.ir/](http://www.jahssp.azaruniv.ac.ir/) مشاهده کنید

۱. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.  
(نویسنده مسئول):  
(afroundeh@gmail.com)



## مقدمه

سیگار ریسک فاکتوری است که عملکرد سیستم قلبی-تنفسی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱). بر مبنای آمارهای WHO تنباکو سالانه به مرگ ۶ میلیون نفر در جهان ادامه می‌دهد و اگر شرایط موجود ادامه یابد تا سال ۲۰۳۰ مرگ ناشی از سیگار به ۸ میلیون نفر خواهد رسید (۲). سیگار کشیدن یکی از مهم‌ترین ریسک فاکتورهای آترواسکلروز و افزایش‌دهنده مرگ‌ومیر ناشی از بیماری‌های مزمن قلبی می‌باشد (۳).

از طرفی چاقی و بیماری‌های قلبی-عروقی ناشی از آن از جمله مشکلات اصلی سلامت محسوب می‌شود و شیوع آن در بیشتر جوامع رو به افزایش است. در ایالات متحده، در حال حاضر ۳۴ درصد از بزرگسالان معیارهای خطر کاردیومتابولیک مانند افزایش اندازه دور کمر، افزایش تری گلیسرید پلاسماء، فشارخون و کاهش لیپوپروتئین با چگالی بالا را دارند (۴). عارضه چاقی و اضافه‌وزن می‌تواند عامل خطر مستقل برای افزایش کلسترول تام (TChol<sup>۱</sup>)، تری گلیسرید (TG<sup>۲</sup>)، لیپوپروتئین با چگالی پایین (LDL<sup>۳</sup>) و کاهش لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL<sup>۴</sup>) باشد (۴). سطوح لیپوپروتئین‌ها به‌جز HDL همبستگی مستقیم و معنی‌داری با میزان توده‌ی چربی بدن دارند و اختلالات آن با افزایش بروز آترواسکلروزیس و خطرات قلبی-عروقی در سنین بزرگسالی مرتبط است (۵). افزایش غلظت کلسترول تام سرم موجب افزایش ۱/۹ برابری خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی در مردان و ۱/۸ برابری در زنان می‌شود (۶).

بر مبنای مطالعات صورت گرفته مشاهده شده است که پروفایل لیپیدی سیگاری‌ها در وضعیت نامطلوبی قرار دارد. سطوح LDL و TG و کلسترول تام سیگاری‌ها در مقایسه با غیر سیگاری‌ها بالا و HDL به‌طور معنی‌داری پایین‌تر می‌باشد (۷). برخی دلایل فیزیولوژیکی مانند: افزایش ترشح کاتکولامینها، کاهش سطوح استروژن و کاهش فعالیت آنزیم لیپوپروتئین لیپاز (LPL<sup>۵</sup>) برای نامطلوب بودن پروفایل لیپیدی در سیگاری‌ها بیان شده است (۸). بر این مبنای می‌توان گفت وضعیت نامناسب پروفایل لیپیدی سیگاری‌ها، این گروه از افراد جامعه را در معرض خطر بالاتری نسبت به سایرین به لحاظ بیماری‌های قلبی-عروقی قرار می‌دهد. مطالعات نشان می‌دهند بهبودی پروفایل لیپیدی در پیشگیری از بیماری‌های قلبی-عروقی نقش مهمی دارد. با کاهش سطوح LDL به میزان یک میلی مول در لیتر، خطرات مربوط به بیماری‌های قلبی-عروقی به یک‌پنجم کاهش می‌یابد. همچنین افزایش HDL به میزان ۲ الی ۳ میلی مول بر لیتر باعث کاهش این خطرات به میزان تقریباً ۴۰ الی ۵۰ درصد می‌شود (۹).

امروزه تمرینات ورزشی هوازی به‌عنوان ابزاری برای بهبودی وضعیت پروفایل لیپیدی معرفی شده‌اند. فعالیت ورزشی هوازی، عامل پیشگیری‌کننده از بیماری‌های قلبی-عروقی است و مرگ‌ومیر ناشی از این بیماری‌ها را کاهش می‌دهد (۴). به ازای هر یک مت<sup>۶</sup> افزایش فعالیت بدنی، احتمال بروز بیماری‌های قلبی-عروقی ۸ درصد کاهش می‌یابد (۱۰). با این حال علی‌رغم فواید سلامتی بالقوه‌ای که تمرینات استقامتی سنتی دارند بیشتر مردم به دلیل فقدان وقت کافی، در این تمرینات شرکت نمی‌کنند (۹). بنابراین مطالعه برنامه‌های تمرینی جایگزین، با سازگاری‌های متابولیکی مشابه با تمرینات سنتی بدون صرف زمان زیاد موردنیاز است. یکی از پروتکل‌های فعالیت ورزشی که اخیراً توجه پژوهشگران فیزیولوژی ورزشی را به خود جلب کرده است تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT<sup>۷</sup>) می‌باشد. این تمرینات شامل تکرارهایی از فعالیت با شدت بالا و زمان استراحت فعال با شدت بسیار پایین می‌باشد (۱۱). در مورد تأثیر تمرینات HIIT با حجم کم، شناخت کمی وجود دارد، اما شواهد در حال افزایش نشان می‌دهد این نوع تمرین در مقایسه با تمرینات تداومی با شدت متوسط با وجود زمان کمتر و حجم کلی تمرینی کمتر باعث تحریک فیزیولوژیکی بیشتری می‌شود (۱۲).

در زمینه تأثیر تمرینات تناوبی بر پروفایل لیپیدی مطالعه‌ای نشان داد ۱۰ هفته تمرین در زنان دارای اضافه‌وزن باعث تغییر معنی‌دار در پروفایل لیپیدی و شاخص‌های آنتروپومتریکی می‌شود (۱۳). همچنین در مورد مردان سیگاری نشان داده شد ۱۲ هفته تمرین باعث افزایش معنی‌دار HDL و نسبت کلسترول تام به HDL (TChol/HDL) می‌شود ولی بر سطوح سایر لیپوپروتئین‌های خون تأثیر معنی‌داری ندارد (۱۴).

مطالعه‌ای دیگر در سال ۲۰۱۷ بر روی دو گروه افراد جوان با وزن نرمال و دارای اضافه‌وزن صورت گرفت که در آن به مقایسه اثرات ۸ هفته تمرین تناوبی شدید بر شاخص‌های آنتروپومتریکی و پروفایل لیپیدی آن‌ها می‌پرداخت. در پایان تحقیق مشاهده شد که در گروه دارای اضافه‌وزن سطوح کلسترول تام، LDL و TG کاهش معنی‌داری داشته است. ولی این کاهش در گروه با وزن نرمال مشاهده نشد. همچنین نتیجه مطالعه مذکور نشان داد مقادیر HDL در هیچ‌کدام از گروه‌ها در اثر تمرینات تناوبی تغییر معنی‌داری نداشته است (۱۵) درحالی‌که سوگونا<sup>۸</sup> و همکاران نشان دادند که سطوح HDL افرادی که تمرینات تناوبی انجام می‌دهند نسبت به ورزشکاران هوازی استقامتی به‌طور قابل‌توجهی بالاتر است (۱۶). همچنین از طرف دیگر مشاهده شد در نتیجه ۶ هفته تمرین تناوبی با شدت بالا تغییر معنی‌داری در پروفایل لیپیدی و شاخص‌های آنتروپومتریک

6- Met

7- High Intensity Interval Training

۸- Suguna et al

1- Total Cholesterol

2- Triglyceride

3- Low Density Lipoprotein

4- High Density Lipoprotein

5- Lipoprotein Lipase



این پژوهش بود پرسشنامه سلامتی PAR-Q<sup>۲</sup> را تکمیل و فرم رضایت‌نامه را امضا کردند. سپس آزمودنی‌ها به‌طور تصادفی به دو گروه کنترل و تجربی تقسیم شدند: گروه سیگاری تجربی (۱۰ نفر) و گروه سیگاری کنترل (۱۰ نفر)، تمامی آزمودنی‌ها توسط پزشک معاینه شدند و پس از تأیید سلامتی وارد فرایند آزمون شدند که شامل آزمون‌های مربوط به عملکردهای قلبی-تنفسی و اندازه‌گیری مارکرهای لیپیدی خون و شاخص‌های آنتروپومتریکی قبل و ۶ هفته پس از تمرین بود.

تعیین شاخص‌های آنتروپومتریک

برای اندازه‌گیری قد آزمودنی‌ها از دستگاه قد سنج سکا (ساخت آلمان) با حساسیت ۱ میلی‌متر استفاده شد. برای این منظور شرکت‌کنندگان بدون کنش به‌طور ایستاده با دید افقی و چسباندن پاشنه‌ها، باسن و پشت سر به دیواره قرار گرفتند تا قد دقیق آن‌ها سنجیده شود. برای اندازه‌گیری وزن از ترازوی دیجیتال سکا با دقت ۰/۱ کیلوگرم استفاده شد که به‌صورت ناشتا و با تخلیه محتوای شکمی و بی‌تحرك ماندن به مدت چند ثانیه صورت گرفت. درحالی‌که فقط یک شورت ورزشی پوشیده بودند. برای اندازه‌گیری درصد چربی احشایی و زیرپوستی و شاخص توده بدنی از دستگاه آنالیزور ترکیب بدن مدل X-CONTACT 356 ساخت کره جنوبی استفاده شد. برای این منظور آزمودنی‌ها با پاهای بدون جوراب بر روی حس‌گر دستگاه قرار گرفته بودند و کلیه وسایل فلزی و الکترونیکی همراه خود مانند دسته‌کلید، انگشتر، موبایل و ... را در جایی دورتر از بدن خود قرار داده بودند و دسته‌های حس‌گر دار دستگاه را در دستانشان گرفته بودند و با نگاه افقی، بدون حرکت و صحبت کردن ایستاده بودند، پارامترهای مربوط به ترکیب بدن آن‌ها اندازه‌گیری شد.

تعیین آمادگی قلبی-تنفسی

برای اندازه‌گیری  $VO_{2max}$  آزمودنی‌ها از تردمیل H/P/COSMOS ساخت آلمان و دستگاه گاز آنالیزور استفاده شد. برای این منظور پروتکل آزمایشگاهی بالک استفاده شد. آزمودنی‌ها ابتدا به مدت ۱۰ دقیقه عمل گرم کردن را انجام داده سپس بر روی تردمیل رفتند. سرعت تردمیل در ۵ کیلومتر بر ساعت تنظیم شد و تا آخر آزمون ثابت ماند. شیب تردمیل با ۲/۵ درصد شروع شده و به ازای هر ۲ دقیقه، ۲/۵ درصد اضافه می‌شد تا اینکه آزمودنی‌ها به مرحله واماندگی برسند. سپس به مدت ۵ دقیقه عمل سرد کردن را انجام دادند. لازم به ذکر است که در طول آزمون از تشویق‌های کلامی استفاده می‌شد. اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها به‌صورت نفس به نفس توسط دستگاه گاز آنالیزور GANSHORN ساخت آلمان اندازه‌گیری شد. تمامی مراحل فوق تحت نظارت پزشک صورت گرفت. ضربان قلب به کمک پولار (electro oy- finland) که به سینه آزمودنی‌ها بسته می‌شد ثبت شد.

مردان جوان کم‌تحرك به وجود نیامد (۹). در یک پژوهش مشابه دیگر مشاهده شده ۶ هفته تمرین تناوبی در مردان جوان کم‌تحرك به‌رغم کاهش معنی‌دار درصد چربی بدن آزمودنی‌ها در پروفایل لیپیدی آن‌ها تغییرات قابل توجهی به وجود نیاورد (۱۷).

بنابراین با توجه به اثرات زیان‌آور سیگار و اضافه‌وزن که ریسک فاکتورهای مهمی در بروز بیماری‌ها و مرگ‌ومیر مرتبط با اختلالات قلبی-عروقی هستند و اهمیت تمرینات ورزشی هوازی در بهبود سلامتی سیستم قلبی-عروقی و همچنین تناقضات موجود در مطالعات مختلف و فقدان مطالعه کافی در مورد اثرات تمرینات تناوبی در سیگاری‌ها مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر ۶ هفته تمرین تناوبی شدید بر پروفایل لیپیدی، شاخص‌های آنتروپومتریکی و  $VO_{2max}$  مردان سیگاری دارای اضافه‌وزن صورت گرفت.

## روش پژوهش

آزمودنی‌ها

این پژوهش یک مطالعه نیمه تجربی است که به‌صورت پیش‌آزمون و پس‌آزمون اجرا شد و توسط کمیته اخلاق در پژوهش‌های انسانی دانشگاه علوم پزشکی اردبیل با کد IR.ARUMS.REC.1398.400 تأیید شد. آزمودنی‌های این مطالعه کلیه مردان میان‌سال سیگاری دارای اضافه‌وزن (دارای BMI بالای ۲۵ کیلوگرم بر مترمربع) بودند که پس از فراخوان، به‌طور داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند و سطح فعالیت بدنی و سیگاری بودن آن‌ها از طریق پرسشنامه تعیین شد. برای این منظور افرادی که روزانه بین ۵ تا ۲۰ نخ سیگار می‌کشیدند و در هفته کمتر از ۱۵۰ دقیقه فعالیت بدنی با شدت متوسط (به‌نحوی که عرق کنند یا دچار تنگی نفس شوند) طی ۶ ماه گذشته داشتند به‌عنوان افراد سیگاری کم‌تحرك در نظر گرفته شدند (۱۸).

معیارهای ورود به تحقیق عبارت بودند از: داشتن جنسیت مرد، عدم وجود اختلالات قلبی-ریوی، عضلانی و اسکلتی که مانع از انجام فعالیت بدنی شود. عدم مصرف داروهای خاص، داشتن فشارخون نرمال، نداشتن بیماری خاص و سابقه جراحی در ۲ سال گذشته و شاخص توده بدنی ( $BMI^1$ ) بالای ۲۵ کیلوگرم بر مترمربع. معیارهای خروج از تحقیق عبارت بودند از: عدم شرکت منظم در تمرینات ورزشی مطابق با زمان‌بندی برنامه‌ریزی شده و ناراحتی فیزیکی خاصی که مانع از انجام تمرینات می‌شد.

تعداد ۲۰ نفر مرد سیگاری کم‌تحرك دارای اضافه‌وزن (با میانگین سنی  $46/41 \pm 4/48$  سال) پس از غربالگری و واجد شرایط بودن با در نظر گرفتن معیارهای ورود به تحقیق به‌عنوان آزمودنی در این مطالعه شرکت کردند. این افراد پس از شرکت در جلسه توجیهی در مورد کلیات طرح که شامل هدف این طرح، محل فعالیت، نوع فعالیت و مدت‌زمان لازم برای



برای نمایش داده‌های مربوط به آزمودنی‌ها از آمار توصیفی استفاده شد که به صورت جدول ارائه شدند. داده‌ها به صورت انحراف معیار  $\pm$  میانگین نمایش داده شده‌اند. برای تعیین نرمالیت داده‌ها از آزمون آماری شاپیرو-ویلک استفاده شد. پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها جهت مقایسه نتایج پیش‌آزمون و پس‌آزمون درون‌گروهی از آزمون  $t$  زوجی استفاده شد. هم برای بررسی تفاوت پس‌آزمون متغیرهای وابسته در دو گروه تجربی و کنترل از آزمون تحلیل کوواریانس چند متغیره استفاده شد. کلیه فرایندهای فوق توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ و نرم‌افزار EXCEL صورت گرفت. سطح معنی‌داری هم  $P < 0.05$  در نظر گرفته شد.

### یافته‌ها

نتایج آزمون شاپیرو-ویلک نشان داد توزیع داده‌های تمام متغیرهای تحقیق نرمال می‌باشند ( $p > 0.05$ ). همچنین آزمون لون (Levene) نشان داد واریانس گروه‌ها برای همه متغیرها همگن می‌باشد ( $p > 0.05$ ).

برای بررسی تفاوت پس‌آزمون گروه‌ها از آزمون تحلیل کوواریانس چندمتغیره استفاده شد. از آنجاکه یکی از پیش‌فرض‌های استفاده از این آزمون، همسانی ماتریس کوواریانس‌ها است، از آزمون باکس برای این همسانی استفاده شد. نتایج به دست آمده نشان داد که ماتریس واریانس-کوواریانس در دو گروه ( $F=1/39$ ,  $P=0/144$ ) برابر است. همچنین یکی دیگر از پیش‌فرض‌های استفاده از تحلیل کوواریانس چند متغیره، همسانی واریانس نمرات گروه‌ها در متغیر وابسته می‌باشد. جهت بررسی این مفروضه از آزمون لون استفاده شد و نتایج آن نشان داد که شرط همگنی واریانس نمرات در همه متغیرها [ $TChol$  ( $F=0/379$ ),  $LDL$  ( $P=0/546$ ,  $F=4/459$ ),  $HDL$  ( $F=1/354$ ,  $P=0/109$ ),  $TChol/HDL$  ( $F=4/731$ ,  $P=0/054$ ),  $VO_2max$  ( $F=0/260$ ,  $P=0/054$ ),  $TG$  ( $F=0/718$ ,  $P=0/409$ ),  $BMI$  ( $F=5/536$ ,  $P=0/057$ ), درصد چربی بدن ( $F=1/057$ ,  $P=0/318$ ), دور شکم ( $F=0/639$ ,  $P=0/435$ ) و نسبت دور کمر به دور باسن ( $F=0/998$ ,  $P=0/331$ )] برقرار است.

جدول ۲ مقایسه میانگین‌های متغیرهای مربوط به پروفایل لیپیدی، شاخص‌های ترکیب بدن و  $VO_2max$  گروه‌های تحقیق را پس از ۶ هفته تمرین تناوبی (نتایج آزمون تحلیل کوواریانس چند متغیره) نشان می‌دهد. تفاوت میانگین پس‌آزمون برخی از گروه‌های لیپیدی مانند  $TG$  و  $TChol$  آزمودنی‌های دو گروه تجربی و کنترل در حد قابل توجهی زیاد است ولی این تفاوت‌ها به لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشد ( $p > 0.05$ ). با توجه به جدول مشاهده می‌شود بین گروه کنترل و تجربی تفاوت  $VO_2max$  ( $P=0/001$ ) و  $HDL$  ( $P=0/016$ ) معنی‌دار است.

تمرینات ورزشی و همچنین آزمون استقامت قلبی-تنفسی آزمودنی‌ها در محل آزمایشگاه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه محقق اردبیلی صورت گرفت. فرایند خون‌گیری

برای اندازه‌گیری مارکرهای خونی قبل و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی، آزمودنی‌ها به هنگام صبح در حالت ناشتا رأس ساعت ۸ در آزمایشگاه فارابی اردبیل حاضر شدند و کلیه فرایندهای خون‌گیری و اندازه‌گیری مارکرها توسط تکنسین مجرب آزمایشگاه مذکور صورت گرفت. برای این منظور بر اساس رهنمود آزمایشگاه فارابی اردبیل از سیاهرگ بازویی دست چپ هر آزمودنی در وضعیت نشسته و در حالت استراحت ۵ میلی‌لیتر خون گرفته شده و در لوله‌های استریل قرار گرفته و بلافاصله پلاسما با استفاده از سانتریفیوژ ۳۰۰۰ دور در دقیقه جدا و در یخچال با دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. برای اندازه‌گیری  $LDL$ ,  $HDL$ ,  $TG$  از کیت‌های تشخیصی شرکت پارس آزمون ساخت کشور ایران استفاده شد که به روش فتومتریک و با استفاده از دستگاه HITACHI/917 صورت گرفت.

### پروتکل تمرینی

دوره تمرین گروه تجربی ۶ هفته طول کشید که در هر هفته ۳ جلسه برگزار شد. آزمودنی‌ها ابتدا به مدت ۱۰ دقیقه عمل گرم کردن (راه رفتن و دویدن بر روی تردمیل با شدت ۴۰ درصد ضربان قلب ماکزیمم) و کشش انجام دادند سپس شروع به تمرین کردند. پروتکل تمرینی شامل ۱۰ مرتبه فعالیت با شدت ۸۵-۹۵ درصد ضربان قلب ماکزیمم بود (هفته اول و دوم با ۸۵ درصد، هفته سوم و چهارم با ۹۰ درصد و هفته‌های پنجم و ششم با ۹۵ درصد ضربان قلب ماکزیمم) (۱۹). هر مرحله تمرینی ۹۰ ثانیه طول می‌کشید و با ۵۰ درصد ضربان قلب ماکزیمم به مدت ۶۰ ثانیه ریکاوری می‌کردند که با ۵ دقیقه سرد کردن با شدت ۴۰ درصد ضربان قلب ماکزیمم بر روی تردمیل به اتمام می‌رسید. این مراحل به‌طور شماتیک در جدول ۱ نشان داده شده است. سرعت و شیب تردمیل بر مبنای ضربان قلب هر آزمودنی تنظیم می‌شد. ضربان قلب، شدت فعالیت و تغییرات فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها توسط پژوهشگر کنترل می‌شد. با استفاده از پلار مخصوص، ضربان قلب متناسب با شدت موردنظر آزمودنی‌ها طی تمرین بر روی تردمیل به صورت ضربه به ضربه به دست آمد. برای تعیین حداکثر ضربان قلب از فرمول (سن - ۲۲۰) استفاده شد. به‌مرورزمان که سازگاری‌های تمرینی ایجاد می‌شد سرعت و شیب تردمیل تنظیم می‌شد تا از تمرین با شدت ضربان قلب موردنظر طی ۶ هفته مطمئن شویم. از گروه کنترل خواسته شد که فعالیت روزانه خود را بدون شرکت در تمرینات ورزشی ادامه دهند. همچنین از تمامی گروه‌ها خواسته شد که الگوی غذایی و سبک زندگی معمول خود را طی ۶ هفته مداخله‌ای تغییر ندهند. روش‌های آماری

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود بین گروه تجربی و کنترل تفاوت معنی‌داری برای شاخص‌های ترکیب بدن در پس‌آزمون وجود نداشت ( $P > 0.05$ ).

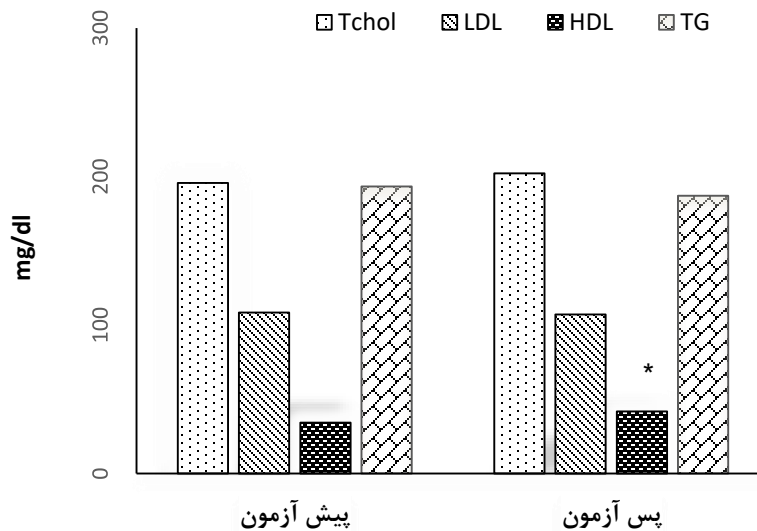
جدول ۱. مدت‌زمان و شدت تمرین اصلی و استراحت فعال بین آن‌ها در طول ۶ هفته تمرین تناوبی شدید

هفته ۵ و ۶	هفته ۳ و ۴	هفته ۱ و ۲	هفته های تمرین ←	مراحل تمرین ↓
۱۰	۱۰	۱۰	زمان (دقیقه)	گرم کردن
۴۰	۴۰	۴۰	شدت (HR%)	
۹۰	۹۰	۹۰	زمان هر تکرار (ثانیه)	۱۰ تکرار تمرین اصلی
۹۵	۹۰	۸۵	شدت (HR%)	
۶۰	۶۰	۶۰	زمان (ثانیه)	استراحت فعال بین تکرارها
۵۰	۵۰	۵۰	شدت (HR%)	
۵	۵	۵	زمان (دقیقه)	سرد کردن
۴۰	۴۰	۴۰	شدت (HR%)	

جدول ۲: مقایسه متغیرهای وابسته تحقیق پس از ۶ هفته تمرین تناوبی با شدت بالا بین دو گروه تجربی و کنترل

P	F	مجذور اتا	مربعات میانگین	متغیرها
۰/۸۷۲	۰/۰۲۷	۰/۰۰۲	۳۱/۹۱۰	TChol (mg/dl)
۰/۴۳۳	۰/۶۴۸	۰/۰۳۹	۳۴۳/۱۹۳	LDL (mg/dl)
*۰/۰۱۶	۷/۰۹	۰/۲۹۴	۳۴۳/۸۵۱	HDL (mg/dl)
۰/۴۸۳	۰/۵۱۴	۰/۰۲۹	۰/۶۰۶	TChol / HDL
۰/۹۲۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۱	۳۵/۹۰۴	TG (mg/dl)
*۰/۰۰۱	۲۸/۷۳	۰/۶۶۸	۴۴/۹۰۶	VO <sub>2max</sub> (ml/kg/min)
۰/۸۱۸	۰/۰۵۴	۰/۰۰۳	۰/۰۹۶	BMI (kg/m <sup>2</sup> )
۰/۸۰۱	۰/۰۶۶	۰/۰۰۴	۰/۸۰۱	درصد چربی بدن %
۰/۹۷۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۲۱	دور شکم (cm)
۰/۸۵۳	۰/۰۳۶	۰/۰۰۲	۶۰/۹۲	نسبت کمر به باسن





نمودار ۱. میزان تغییرات پروفایل لیپیدی خون پس از ۶ هفته تمرین تناوبی شدید (علامت \* نشان دهنده افزایش معنی دار نسبت به پیش آزمون است).

در بین شاخص‌های ترکیب بدن در گروه تجربی، دور شکم، نسبت کمر به باسن و درصد چربی بدن کاهش اندکی داشتند که معنی دار نبود. در اثر تمرینات تناوبی در سایر شاخص‌های ترکیب بدن هم تفاوت چندانی به وجود نیامد.

نتیجه آزمون t زوجی نشان داد پس از ۶ هفته تمرین تناوبی شدید، HDL آزمودنی‌های سیگاری افزایش معنی‌داری داشته است ( $t=-2/95$ ،  $P=0/016$ ). همچنین سطوح TG، LDL و نسبت TChol/HDL نیز کاهش یافتند اما این کاهش معنی‌دار نبود ( $p>0/05$ ). این نتایج در نمودار ۱ نشان داده شده است. همچنین ۶ هفته تمرین تناوبی باعث بهبودی معنی‌دار  $VO_{2max}$  سیگاری‌ها شد ( $t=-4/97$ ،  $P=0/001$ ).

اضافه‌وزن دارند (۲۰،۲۱). اما این مطالعات در مورد اثرات تمرینات تناوبی بر روی پروفایل لیپیدی افراد دارای اضافه‌وزن عمدتاً پراکنده و متناقض است. گروهی از مطالعات نشان می‌دهند که تمرینات تناوبی باعث بهبودی معنی‌دار پروفایل لیپیدی می‌شود (۱۳،۱۶،۲۲). برخی دیگر عدم تأثیر معنی‌دار این تمرینات را در گروه‌های مختلف آزمودنی‌ها گزارش داده‌اند (۱۷،۲۳،۹). این تفاوت‌ها در نتایج مطالعات مختلف می‌تواند به تفاوت در ویژگی‌های آزمودنی‌ها (نژاد، مصرف داروهای کاهنده چربی خون، مصرف سیگار و الکل، رژیم غذایی و سابقه فعالیت بدنی)، شدت و مدت دوره تمرینی و ویژگی‌های اتمسفری (جغرافیا، وضعیت آب و هوایی و فصل) مربوط باشد (۱۵).

بحث

مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر ۶ هفته تمرین تناوبی شدید بر پروفایل لیپیدی، شاخص‌های آنتروپومتریکی و  $VO_{2max}$  مردان سیگاری دارای اضافه‌وزن صورت گرفت. نتیجه مطالعه حاضر نشان داد به دنبال ۶ هفته تمرین تناوبی شدید سطوح TG، LDL، TCHOL، پلازما کاهش یافتند اما این کاهش معنی‌دار نبود. در گروه تمرینی سیگاری سطوح HDL افزایش معنی‌داری داشت. در میان شاخص‌های آنتروپومتریکی درصد چربی بدن، دور شکم و نسبت کمر به لگن در گروه تمرینی کاهش غیر معنی‌داری داشتند. همچنین در اثر ۶ هفته تمرین تناوبی شدید  $VO_{2max}$  به‌طور معنی‌داری افزایش یافت.

نتایج مربوط به مطالعه حاضر با پژوهش‌های نجم الدین و همکاران (۲۰۱۷) ناهم‌سو است. علت این امر می‌تواند به پروتکل تمرینی، مدت و

در مورد تأثیر تمرینات هوازی تداومی مطالعات زیادی جود دارند که نشان می‌دهند این تمرینات اثرات مفیدی بر پروفایل لیپیدی افراد دارای



همسویی دارد که اثرات تمرینات هوازی را بر روی لیپوپروتئین‌های سرمی و شاخص‌های آنتروپومتریک مردان سیگاری بررسی می‌کردند و به‌جز HDL و نسبت TCHOL /HDL هیچ‌کدام از متغیرهای لیپیدی و آنتروپومتریکی تغییر معنی‌داری نداشتند (۱۴).

همچنین سوگانا (۲۰۱۹) در مقایسه‌ای که در مورد سطح HDL ورزشکاران بدمیتون به‌عنوان افرادی که تمرین تناوبی انجام می‌دهند با افرادی که تمرینات هوازی سنتی انجام می‌دهند بیان کرد که سطوح HDL ورزشکارانی که تمرینات تناوبی انجام می‌دهند به‌طور معنی‌داری بالاتر است که با نتایج مربوط به یافته‌های مطالعه حاضر همخوانی دارد (۱۶).

کروس و همکاران نشان دادند که آثار مفید تمرین روی انواع مختلف لیپوپروتئین‌ها، با شدت بالای تمرین همبستگی بالایی دارد. مقدار و شدت بیشتر تمرین به بهبود بیشتر نسبت به مقادیر و شدت کمتر تمرین و حالت کنترل منجر می‌شود (۲۶). از طرف دیگر کسلر و همکاران در مقاله مروری خود عنوان کردند که حداقل هشت هفته تمرین تناوبی هوازی یا بی‌هوازی برای بهبودی HDL لازم است و در مطالعات کمتر از هشت هفته هیچ تغییری در پروفایل لیپیدی گزارش نشده است (۴). هرچند فقط سه مطالعه از ده مطالعه انجام‌گرفته که ۸ الی ۱۶ هفته به طول کشیدند باعث افزایش معنی‌دار HDL شدند (۲۷، ۲۸، ۲۹). این در حالی است که پژوهشی دیگر نشان داد چهار هفته تمرین هوازی باعث کاهش LDL، TCHOL و افزایش HDL در مردان و زنان سالم شد (۳۰). این یافته‌ها با ادبیات علمی که نشان می‌دهد ورزش هوازی با شدت متوسط یا بالا باعث بهبودی HDL می‌شود سازگار است. اما اغلب موجب بهبودی TG، TCHOL، LDL نمی‌شود (۳۱). علاوه بر این از دست دادن وزن زیاد یا تغییر در ترکیب بدن برای بهبودی LDL، TG، TCHOL ممکن است لازم باشد. همچنین کسلر و همکارانش نتیجه گرفتند که شدت تمرین عامل مهمی در تغییر پروفایل لیپیدی است. بنابراین با توجه به اینکه در مطالعه حاضر کاهش وزن آزمودنی‌ها معنی‌دار نبود و پروتکل تمرینی مورداستفاده از نوع HIIT بود که شدت تمرینی بالایی محسوب می‌شود می‌تواند توجه‌کننده افزایش معنی‌دار HDL و عدم کاهش معنی‌دار سایر لیپیدهای سرمی و متغیرهای آنتروپومتریکی باشد.

یکی از عواملی که باعث کاهش TCHOL و LDL و افزایش HDL می‌شود افزایش اکسیداسیون چربی‌ها و مصرف انرژی (EPOC<sup>۳</sup>) پس از تمرینات HIIT است. افزایش آنزیم (FAT<sup>۴</sup>/CD36) که یک پروتئین ناقل اسیدهای چرب است و پروتئین متصل شونده اسیدهای چرب غشای

شدت تمرین و آزمودنی‌های تحقیق مربوط باشد. او در پژوهش خود از مردان جوان ۲۰-۱۷ سال استفاده کرد که مدت‌زمان تمرینی آن‌ها ۸ هفته و مجموعاً ۲۴ جلسه طول کشید. پروتکل آن‌ها شامل دویدن‌های با شدت ۱۰-۱۰۰ درصد حداکثر سرعت هوازی<sup>۱</sup> ۳۰ ثانیه‌ای بود که بافاصله زمانی ۳۰ ثانیه ریکاوری فعال می‌کردند (۱۵). درحالی‌که در مطالعه حاضر از آزمودنی‌هایی استفاده شد که میانگین سنی بالاتری داشتند و مدت‌زمان کلی تمرینات ۱۸ جلسه بود.

اکورا<sup>۲</sup> و همکاران که در مطالعه خود به بررسی اثرات تمرینات ورزشی و رژیم غذایی بر روی زنان چاق مطالعه می‌کردند به این نتیجه رسیدند که ۱۴ هفته تمرین، هر هفته ۳ جلسه باعث شد به‌جز HDL سایر لیپیدهای سرمی تغییر معنی‌داری داشته باشند (۲۴). احتمالاً به دلیل مدت طولانی تمرینات و داشتن رژیم غذایی آزمودنی‌ها نتایج متفاوتی با مطالعه حاضر به‌دست آمده است.

در مطالعه‌ای که توسط راتیکس صورت گرفت نشان داده شد، تغییرات در لیپوپروتئین‌های سرمی ناشی از تمرینات ورزشی به مسافت طی شده در طول هفته بستگی دارد (۲۴). همچنین نیکلا نشان داد در دوندگان سرعتی بی‌هوازی که بیشتر برنامه‌های تمرینی‌شان شامل فعالیت‌های کوتاه‌مدت است سطوح لیپوپروتئین‌ها افزایش نیافت و تفاوت معنی‌داری در کلسترول تام و تری‌گلیسرید بین اسکیت‌بازان سرعتی، وزنه‌برداران و مردان غیرفعال مشاهده نشد (۲۵). بنابراین با توجه به نتایج مطالعات راتیکس و نیکلا و مقایسه آن با نتایج مطالعه حاضر می‌توان گفت چون در مطالعه حاضر از HIIT به‌عنوان پروتکل تمرینی استفاده شده است و مسافت طی شده در این نوع تمرینات در مقایسه با تمرینات استقامتی بسیار کمتر است بنابراین مقادیر پروفایل لیپیدی در آزمودنی‌های مطالعه حاضر تغییر معنی‌داری نداشته است. بااین‌حال تغییرات نسبی به‌دست‌آمده از نقطه‌نظر بالینی مثبت در نظر گرفته می‌شوند و به نظر می‌رسد تمرینات HIIT با حداقل زمان صرف شده منجر به بهبودی نسبی در پروفایل لیپیدی مردان غیرفعال می‌شود.

عدم کاهش معنی‌دار در TCHOL، LDL، TG سرمی در تحقیق حاضر را می‌توان به فقدان برنامه غذایی، سطوح اولیه و طبیعی لیپیدهای خون و مدت کم دوره تمرین آزمودنی‌ها نسبت داد.

از طرف دیگر برخلاف سایر لیپیدهای سرمی که در پژوهش حاضر تغییر معنی‌داری نداشتند مقدار HDL در گروه تمرینی افزایش معنی‌داری داشته است ( $P < 0.05$ ). این یافته با نتایج یافته‌های عبدالسالم و همکاران

3- Excess Post exercise Oxygen Consumption

4- Fatty Acid Translocase

1- Maximal Aerobic Velocity

2. Okura



پیش‌بینی کننده مهم حوادث قلبی- عروقی می‌باشد به نظر می‌رسد انجام این‌گونه تمرینات نقش بسیار مهمی در سلامتی افراد ایفا می‌کند. باین حال برای دست یافتن به نتایج قطعی انجام پژوهش‌های بیشتر ضروری به نظر می‌رسد.

### تشکر و قدردانی

از تمامی آزمودنی‌های شرکت‌کننده و کسانی که ما را در اجرای این تحقیق یاری رساندند، نهایت تشکر و قدردانی راداریم.

### تضاد منافع

نویسندگان این مقاله، هیچ نفع متقابلی از انتشار آن ندارند.

### Reference

1. Laurendi G, Donfrancesco C, Palmieri L, Vanuzzo D, Scalera G, Giampaoli S. Association of lifestyle and cardiovascular risk factors with lung function in a sample of the adult Italian population: a cross-sectional survey. *Respiration*. 2015; 89: 33–40, doi: 10.1159/000369035.
2. World Health Organization. WHO report on the global tobacco epidemic, 2011. Warning about the dangers of tobacco. Geneva 2011.
- 3- MMWR Morbidity and mortality weekly report. Annual smoking-attributable mortality, years of potential life lost, and economic costs--United States, 1995-1999. *Centers for Disease Prevention*. 2002; 51(14): 300-3.
- 4- Kessler HS, Sisson SB, and Short KR. The potential for high-intensity interval training to reduce cardiometabolic disease risk. *Sports medicine*, 2012, 42(6): 489-509.
- 5- Ajose O, Fasubaa O, Thomas K, Bolodeoku J. Serum lipids and lipoprotein cholesterol profile in pregnant Nigerian women. *Journal of Clinical Imaging Science*. 2002; 2(1-2):9-13.
- 6- Lamina S, Okoye G. Therapeutic effect of a moderate intensity interval training program on the lipid profile in men with hypertension: A randomized controlled trial. *Nigerian Journal of Clinical Practice*. 2012; 15(1): 42-47.
- 7- Prabha V, Waheeda S, Meriton Stanly A. Effect of Tobacco Smoking on Lipid Profile. *Indian Journal of Applied Research*. 2015; 5: 562-564.
- 8- Davis PM. Addicted to the leaf. *Tobacco control*. 2003; 12: 91-93.
- 9- Tolouei Azar J, Hemmatinafar M, Nemati J. Effect of six weeks of high intensity interval training on leptin levels, lipid profile and fat percentage in sedentary young men. *Sport Science*. 2018; 11(1): 78-82.
- 10- Lira FS, Yamashita AS, Uchida MC, Zanchi NE, Gualano B, Eivor Martins E Jr, et al. Low and moderate, rather than high intensity strength exercise induces benefit regarding plasma lipid profile. *Diabetol Metab Syndr*. 2010; 2: 31.

پلاسمایی (FABP<sup>PM</sup>) که در سارکولما، غشای میتوکندری و سیتوپلاسم عضلات اسکلتی وجود دارد با افزایش میزان انتقال اسیدهای چرب آزاد از عضله اسکلتی و غشای میتوکندری در فرایند اکسیداسیون چربی‌ها مشارکت می‌کند (۱۶).

همچنین به نظر می‌رسد افزایش HDL در اثر تمرینات ورزشی هوازی به دلیل افزایش تولید کبدی آن و تغییر در آنزیم‌های مختلف مانند افزایش فعالیت آنزیم لیپوپروتئین لیپاز، لیستین- کلسترول- آسپل- ترانسفراز (LCAT<sup>۲</sup>) و کاهش فعالیت لیپاز کبدی به دنبال فعالیت بدنی باشد. لیپاز کبدی نقش مهمی در تبدیل HDL<sub>2</sub> به HDL<sub>3</sub>، تبدیل VLDL به IDL و همچنین تبدیل LDL بزرگ به LDL کوچک بازی می‌کند. مقدار این آنزیم در افرادی که فعالیت بدنی دارند پایین‌تر است و با انجام تمرینات ورزشی بیشتر بازهم کاهش می‌یابد که منجر به افزایش غلظت HDL و بهبود پروفایل لیپیدی می‌شود (۳۲).

مطالعه حاضر همچنین نشان داد مقادیر VO<sub>2max</sub> در گروه تمرینی افزایش معنی‌داری داشته است. می‌توان گفت افزایش آمادگی هوازی آزمودنی‌ها یکی دیگر از دلایل احتمالی بهبودی نسبی پروفایل لیپیدی آن‌ها به دنبال شش هفته تمرین تناوبی شدید بوده است.

### محدودیت‌های تحقیق

مطالعه حاضر دارای بعضی محدودیت‌ها می‌باشد که توصیه می‌شود در مطالعات آتی در نظر گرفته شوند. یکی از این محدودیت‌ها به رژیم غذایی آزمودنی‌ها و مصرف انرژی آن‌ها مربوط می‌شود که ممکن است بر ترکیب بدن و پروفایل لیپیدی تأثیر بگذارد که در این مطالعه کنترل نشده بود. همچنین این تحقیق شامل مردان سیگاری کم‌تحرک و میان‌سال دارای اضافه‌وزن بود که باعث می‌شود نتوان یافته‌ها را به عموم افراد تعمیم داد. پیشنهاد می‌شود در مطالعات بعدی از آزمودنی‌هایی با سن و جنسیت متفاوتی استفاده شده و زنان سیگاری هم در مطالعات آینده مدنظر قرار بگیرند. همچنین سیگاری‌ها به لحاظ تعداد سیگار مصرف‌شده در روز طبقه‌بندی شوند.

### نتیجه‌گیری

نتیجه مطالعه حاضر نشان داد شش هفته تمرین تناوبی شدید باعث افزایش معنی‌دار HDL و VO<sub>2max</sub> در مردان سیگاری دارای اضافه‌وزن می‌شود.

با توجه به اینکه بیشتر افراد کمبود وقت را دلیل ورزش نکردن می‌دانند و تمرینات HIIT ضمن اینکه مسئله کمبود وقت را جبران می‌کند و بنا به نتیجه مطالعه حاضر باعث افزایش قابل‌توجه سطوح HDL خون که

22. TAHERI M, IRANDOUST Kh, SADEGHI A, YARI SH. The effect of omega-3 fatty acid supplement and aerobic exercise on lipid profile and depression in obese women. *Acta Medica Mediterranea*, 2018, 34: 865
23. Salimi Avansar M. The Effect of Six Weeks HIIT Training with L-carnitine Supplementation on Lipid Profile in Overweight Men. *Jundishapur Scientific Medical Journal*, 2017; 16(2): 233-242. [In Persian]
24. Okura T, Nakata Y, Tanaka K. Effects of exercise intensity on physical fitness and risk factors for coronary heart disease. *Obesity research*. 2012; 11(9):1131-1139.
25. Rotkis HB, Cote R, Coly E, Wilmore JH. Relationship between high density lipoprotein cholesterol and weekly running mileage. *Journal of Cardiac Rehabilitation*. 1982; 2: 109-112.
26. Nikkila EA, Taskinen MR, Rehunen S, Harkonen M. Lipoprotein lipase activity in adipose tissue and skeletal muscle of runners: relation to serum lipoproteins. *Metabolism*. 1978; 27: 1661-1667.
27. Kraus WE, Houmard JA, Duscha BD, Knetzger KJ, Wharton MB, McCartney JS, et al. Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins. *New England Journal of Medicine*. 2002; 347(19): 1483-1492.
28. Musa DI, Adeniran SA, Dikko A, Sayers SP. The effect of a high-intensity interval training program on high-density lipoprotein cholesterol in young men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2009; 23(2):587-592.
29. Tjonna A, Stolen T, Bye A, Volden M, Slordahl S, Odegard R, et al. Aerobic interval training reduces cardiovascular risk factors more than a multitreatment approach in overweight adolescents. *Clinical Science*. 2009; 116:317-326.
30. Tjønna AE, Lee SJ, Rognmo Ø, Stølen TO, Bye A, Haram PM, et al. Aerobic interval training versus continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome. *Circulation*. 2008; 118(4): 346-354.
31. Altna TS, Michaelson JL, Ball SD, Guilford BL, Thomas TR. Lipoprotein subfraction changes after continuous or intermittent exercise training. *Medicine and science in sports and exercise*. 2006; 38(2): 367-372.
32. Tambalis K, Panagiotakos DB, Kavouras SA, Sidossis LS. Responses of blood lipids to aerobic, resistance, and combined aerobic with resistance exercise training: a systematic review of current evidence. *Angiology*. 2009; 60(5): 614-632.
33. Altna TS, Michaelson JL, Ball SD, Guilford BL, Thomas TR. Lipoprotein subfraction changes after continuous or intermittent exercise training. *Medicine and science in sports and exercise*. 2006; 38(2): 367-72.
- 11- Haghghi AH, Yarahmadi H, Ildar Abadi A, Rafieepour A. The effect of aerobic training on serum levels of ghrelin and leptin in middle-aged men. *Daneshvar*. 2012; 19(97), 79-90. [In Persian]
- 12- Gibala MJ, McGee SL. Metabolic adaptations to short-term high-intensity interval training: a little pain for a lot of gain?. *Exercise and sport sciences reviews*. 2008; 36(2), 58-63.
- 13- Ghasemi E, Afzalpour ME, Zarban A. Effect of a 10 week high intensity interval training supplemented with green tea on lipid profiles and body composition in overweight women. *Journal of Birjand University of Medical Sciences*. 2016; 23 (3): 198-210. [In Persian]
- 14- Koubaa A, Triki M, Trabelsi H, Baati H, Sahnoun Z, Hakim A. The effect of a 12-week moderate intensity interval training program on the antioxidant defense capability and lipid profile in men smoking cigarettes or hookah: a cohort study. *Scientific World Journal*. 2015; 639369.
- 15- Ouerghi N, Fradj MKB, Bezrati I, Khammassi M, Feki M, Kaabachi N, Bouassida A. Effects of high-intensity interval training on body composition, aerobic and anaerobic performance and plasma lipids in overweight/obese and normal-weight young men. *Biol Sport*. 2017; 34(4):385-392.
- 16- Suguna S, Vidhyalakshmi R. A Comparison of Plasma HDL-C Levels in Moderate Intensity Continuous Exercise versus High Intensity Intermittent Exercise among Young Adults. *International Journal of Physiology*. 2019; 7(4):268-272.
17. Gharari Arefi R, Hemati Nafar M, Kordi MR. The Effect of a High Intensity Interval Training Program on Lipid Profile in Sedentary Young Men. *Journal of Sport Biosciences*. 2014; 6(3): 259-272. [In Persian]
18. Bassey IE, Akpan UO, Elijah OE, Bankong SO. Thyroid function determinants, calcium, phosphate and vitamin D in adult male smokers in Calabar, Nigeria. *Journal of Medical & Allied Sciences*. 2018; 8(1): 7 - 12.
19. Tartibian B, Mohammad Amini Khayat S, Maleki Mansourabad S, Yaghoob Nezhad F. The Effects of 8 Weeks HIIT Exercise Training on Spirometry Parameters: Relationship with TGF- $\alpha$  Gene Expression. *Physical Education Letters* 1 (2018) 12-19.
20. Koubaa A, Trabelsi H, Masmoudi L, Elloumi M, Sahnoun Z, Zeghal KM, et al. The effects of intermittent and continuous training on body composition, cardiorespiratory fitness and lipid profile in obese adolescents. *Iosr Journal of Pharmacy*. 2013; 3(2):31-37.
21. Antunes Bde M, Monteiro PA, Silveira LS, Cayres SU, Silva CB, F IF Jr. Effect of concurrent training on risk factors and hepatic steatosis in obese adolescents. *Revista Paulista de Pediatria*. 2013; 31(3):371-376.