Scientific Journal of
Rehabilitation Medicine

July, August 2021 Vol 10. Num 3

Research Paper

Effect of 8-Week Aerobic Exercise on Anthropometric Indices, Atherogenic Index of Plasma and Some Cardiovascular Risk Factors in Inactive Men

Marefat Siahkouhian[1], ***Bahman Ebrahimi-Torkmani**[1]

1. Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education & Sport Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation Siahkouhian M, Ebrahimi-Torkmani B. Effect of 8-week Aerobic Exercise on Anthropometric Indices, Atherogenic Index of Plasma and Some Cardiovascular Risk Factors in Inactive Men. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2021; 10(3):446-457. https://doi.org/10.32598/sjrm.10.3.6

https://doi.org/10.32598/sjrm.10.3.6

CC BY NC

Received: 15 May 2020
Accepted: 22 July 2020
Available Online: 01 Jul 2021

Keywords:
Aerobic exercise, Lipids, Apolipoprotein, Cardiovascular diseases

ABSTRACT

Background and Aims The sedentary lifestyle is related to the incidence of various diseases and metabolic disorders. Atherogenic Index of Plasma (AIP) can be considered as an appropriate criterion predicting coronary heart disease. This study aimed to investigate the Effect of 8-week aerobic training on anthropometric Indices, the Atherogenic Index of Plasma, and some cardiovascular risk factors in inactive men.

Methods In the current quasi-experimental study, 40 inactive employees with a Mean±SD age of 36.17±8.97 years and body mass index of 26.60±4.12 kg/m^2 after obtaining testimonial voluntarily performed aerobic exercise training for 8 weeks (each session 45 to 60 minutes) with 70 percent of maximal heart rate. Blood samples were taken before and after exercise to measure serum variables. Data were analyzed by paired t-test at the significant level of P<0.05.

Results Statistical analysis showed that after 8 weeks of aerobic exercise, Body fat percentage (P=0.04), cholesterol (P=0.001), LDL/HDL ratio (P=0.03), TG/HDL ratio (P=0.01), TC/HDL ratio (P=0.001), and apo-B (P=0.01) decreased significantly. Also, VO_2max (P=0.011) and HDL (P=0.010) increased dramatically after 8 weeks of participation in aerobic activity.

Conclusion According to the results, an increase in physical activity can probably reduce the risk of cardiovascular disease. Also, physical activity with lowering the risk factors of developing CVD events and significant prevention of its progression, the beneficial properties of physical activity are underscored, and promoting its effectiveness as support for healthier lifestyles in the community and particularly among inactive men is emphasized.

Extended Abstract

1. Introduction

Cardiovascular Disease (CVD) is one of the main reasons for death worldwide and the leading reason for death in Iran. Although solid scientific evidence supports the positive effects of regular exercise to prevent and manage CVD, sedentary lifestyles are prevalent worldwide.

A sedentary lifestyle is related to the incidence of various diseases and metabolic disorders. One-third of the world's population over the age of 15 does not get enough physical activity, which affects their health. A sedentary lifestyle is spreading worldwide for reasons such as lack of available spaces for exercise, increasing sedentary work behaviors

* *Corresponding Author:*
Bahman Ebrahimi-Torkmani, PhD student.
Address: Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education & Sport Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
E-Mail: ebrahimi.ba96@yahoo.com

such as office work, and increasing use of devices such as cell phones and televisions. A sedentary lifestyle affects the human body through various mechanisms. Sedentary lifestyles reduce lipoprotein lipase activity, muscle glucose, protein transporter activities, impair lipid metabolism, and diminish carbohydrate metabolism. In addition, a sedentary lifestyle reduces cardiac output and systemic blood flow while activating the sympathetic nervous system, ultimately reducing insulin sensitivity and vascular function.

A risk factor that is (directly) associated with CVD is an Atherogenic Index of Plasma (AIP). The AIP can be considered as an appropriate criterion predicting coronary heart disease. AIP is also an indirect parameter indicating Low-Density Lipoprotein (LDL) particle size, and small-density LDL (sdLDL), a vital risk factor for atherosclerosis. It is a more sensitive factor that predicts cardiovascular events.

On the other hand, regular exercise is one of the factors determining weight reduction and fat loss, and at the same time, it is associated with essential health benefits. This study aimed to investigate the Effect of 8-week aerobic training on anthropometric Indices, the Atherogenic Index of Plasma, and some cardiovascular risk factors in inactive men.

2. Methods

In the current quasi-experimental study, Forty inactive employees with a Mean±SD age of 36.17±8 years and body mass index of 26.60±4 kg/m^2 after obtaining testimonial voluntarily performed aerobic exercise training for 8 weeks (each session 45 to 60 minutes) with 70 percent of maximal heart rate. None of the subjects participated in regular exercise activities in the 3 years leading up to the study. All subjects completed a written consent form before starting the exercise program. Fasting blood samples to measure serum levels of cholesterol, High-Density Lipoprotein (HDL), Low-Density Lipoprotein (LDL), triglyceride, Apolipoprotein A (apoA), Apolipoprotein B (apoB) were obtained from the subjects by a laboratory expert at 7:30-8 AM 24 hours before and 48 hours after the training protocol. In addition, all subjects' VO_2max, Body Fat Percentage, and Waist-to-Hip Ratio (WHR) index were measured. Data were analyzed by paired t-test at the significant level of $P<0.05$.

3. Results

Statistical analysis showed that after 8 weeks of aerobic exercise, Body fat percentage (P=0.04), cholesterol (P=0.001), LDL/HDL ratio (P=0.03), TG/HDL ratio (P=0.01), TC/HDL ratio (P=0.001), and apo-B (P=0.01) and subjects resting heart rate (P=0.001) decreased significantly. Also, VO_2max (P=0.010) and HDL (P=0.010) increased dramatically after 8 weeks of participation in aerobic training. But no significant change was observed in apo-A, triglyceride, low-density lipoprotein, and body mass index ($P<0.05$).

This study aimed to determine the effects of 8-week aerobic exercise on AIP, apoA, apoB, and lipid profile in inactive men. The study results showed that regular participation in aerobic exercise increases the process of reverse cholesterol transfer and improves the rate of blood lipid profiles in inactive men.

The TG/HDL-C logarithm, as an atherogenic indicator, represents the equilibrium between the actual plasma TG concentration and HDL-C, which determines the cholesterol transport pathway within the arteries. As the TG/HDL-C ratio increases, HDL particles tend to become smaller in size. Therefore, a high ratio indicates the possibility of stopping HDL-C and weakening the reverse cholesterol transfer. On the other hand, decreasing the ratio of triglycerides to high-density lipoprotein may be more likely due to lower cholesterol due to the improvement of some key factors in the reverse cholesterol transport process, such as increased ABCA1 transporters increased Lecithin Cholesterol Acyl Transferase (LCAT). The Effect of exercise on LDL and HDL-C levels varies depending on the characteristics of the exercise program such as intensity, duration and repetition, and the increase in HDL-C levels generally occurs in high-intensity exercise programs, so one of the reasons for the lack of significant increase HDL-C as well as lack of significant reduction in LDL can be the average intensity of the exercise program.

4. Discussion and Conclusion

Of the Effect of exercise on the lipid profile, several points can be identified: A review of research in this field shows that the duration of aerobic exercise is an essential factor so that the effectiveness of protocols that have used long-term training (more than 12 weeks) is more than short-term exercise programs. Second, it has been reported in many studies that weight-free physical activity can also have beneficial effects on the lipid profile, and weight loss does not require changes in plasma lipoproteins. Thirdly, physical activity will not affect the lipid profile of people who have regular levels of these indicators. According to the present study results, increasing the levels of physical activity effectively reduces the risk of cardiovascular disease and physical activity as a supportive measure to enjoy a healthier lifestyle in society, significantly Benefited among employees and inactive people.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All ethical principles are considered in this article

Funding

This research did not receive any grant from funding agencies in the public, commercial, or non-profit sectors.

Authors' contributions

The authors contributed equally in preparing this article.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

مقاله پژوهشی

مقاله تاثیر هشت هفته تمرین هوازی بر شاخص‌های تنسنجی، آتروژنیک پلاسما و برخی عوامل خطرزای قلبی-عروقی در کارمندان غیرفعال

معرفت سیاه‌کوهیان[۱]، *بهمن ابراهیمی ترکمانی[۱]

۱. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

تاریخ دریافت: ۲۶ اردیبهشت ۱۳۹۹
تاریخ پذیرش: ۰۱ مرداد ۱۳۹۹
تاریخ انتشار: ۱۰ تیر ۱۴۰۰

کلیدواژه‌ها:
تمرین هوازی، پروفایل چربی، آپولیپوپروتئین، بیماری‌های قلبی عروقی

چکیده

زمینه و هدف امروزه سبک زندگی کم‌تحرک با شیوع بیماری‌های مختلف و اختلالات متابولیکی همراه است. شاخص آتروژنیک پلاسما (AIP) می‌تواند به عنوان یکی از معیارهای پیش‌بینی‌کننده مهم بیماری‌های کرونری قلب در نظر گرفته شود. هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر هشت هفته تمرین هوازی با شدت متوسط بر شاخص‌های تن‌سنجی، آتروژنیک پلاسما و برخی عوامل خطرزای قلبی عروقی در مردان غیرفعال بود.

مواد و روش‌ها در این تحقیق نیمه‌تجربی ۴۰ کارمند غیرفعال با میانگین±انحراف‌معیار سن ۸/۹۷±۳۶/۱۷ سال و شاخص توده بدن ۴/۱۲±۲۶/۶۰ کیلوگرم بر متر مربع به صورت داوطلبانه و پس از اخذ رضایت‌نامه آگاهانه به مدت هشت هفته (هر هفته سه جلسه و به مدت ۴۵ تا ۶۰ دقیقه) در فعالیت دو با شدت ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه شرکت کردند. نمونه‌های خونی قبل و بعد از تمرین جهت اندازه‌گیری متغیرهای سرمی گرفته شد. داده‌ها به وسیله آزمون آماری تی زوجی در سطح P<۰/۰۵ تحلیل شدند.

یافته‌ها یافته‌ها نشان داد پس از هشت هفته فعالیت ورزشی، درصد چربی بدن (P=۰/۰۴)، کلسترول (P=۰/۰۰۱)، نسبت کلسترول به لیپوپروتئین پرچگال (P=۰/۰۰۱)، نسبت لیپوپروتئین کم‌چگال به لیپوپروتئین پرچگال (P=۰/۰۳)، نسبت تری‌گلیسرید به لیپوپروتئین پرچگال (P=۰/۰۱) و آپولیپوپروتئین B (P=۰/۰۰۱) کاهش معنی‌داری یافتند. همچنین مقادیر حداکثر اکسیژن مصرفی (P=۰/۰۱۰) و لیپوپروتئین پرچگال (P=۰/۰۱۱) پس از هشت هفته شرکت در فعالیت هوازی افزایش معنی‌داری پیدا کرد.

نتیجه‌گیری به نظر می‌رسد افزایش در سطوح فعالیت بدني در کاهش خطر ابتلا به بیماري‌هاي قلبي عروقي مؤثر باشد. همچنین مي‌توان بر فعالیت بدنی به عنوان يك اقدام حمايتي براي برخوردار بودن از سبك زندگي سالم‌تر در جامعه به‌ویژه در میان کارمندان و افراد غیرفعال تأکید کرد.

مقدمه

عادات و اعمال روزانه ما به طور جدی بر خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی[۱] (CVD) تأثیر می‌گذارند. فعالیت بدنی منظم، تغذیه سالم، کنترل وزن و عدم استعمال دخانیات خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی را به میزان قابل توجهی کاهش می‌دهند [۱]. بیماري‌هاي قلبي عروقي دليل اصلي مرگ‌ومير در كشورهاي صنعتي و در حال توسعه هستند [۲]. بر اساس آمار وزارت بهداشت ایران ۳۸/۵ درصد مرگ‌ومیرها در ایران به علت بیماری‌های قلبي عروقي رخ می‌دهد. همچنین در افرادی که فعالیت بدنی مناسبی ندارند احتمال ابتلا به بیماری‌های قلبي عروقی دوبرابر بیشتر از افراد فعال است [۳]. عوامل و مکانیسم‌های مختلفی در پیدایش بیماری‌های قلبی عروقی دخیل‌اند که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از: اختلال لیپیدها، کم‌تحرکی، سیگار کشیدن، فشار خون بالا، تنش‌های روانی، نسبت نامناسب دور کمر به باسن [۴]. همراهي كلسترول تام سرم[۲] (TCH) و ليپوپروتئين كم‌چگال[۳] (LDL) با بروز بيماري‌هاي كرونري قلب به خوبي ثابت شده است و ميزان پايين كلسترول ليپوپروتئين با چگالي بالا[۴] (HDL) به عنوان يك عامل خطر عمده براي بيماري‌هاي

1. Cardiovascular Disease (CVD)

2. Total Cholesterol (TCH)
3. Low Density Lipoprotein (LDL)
4. High Density Lipoprotein (HDL)

* نویسنده مسئول:
بهمن ابراهیمی ترکمانی
نشانی: اردبیل، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی.
رایانامه: ebrahimi.ba96@yahoo.com

کرونري قلب در نظر گرفته می‌شود [۵]. همچنین شواهدي وجود دارد که نشان می‌دهند تري‌گليسريد سرم[۵] (TG) مي‌تواند به عنوان عامل خطر مستقل براي بيماري‌هاي قلبي عروقي محسوب شود [۵]. از طرف دیگر، نسبت‌های کلسترول تام به لیپوپروتئین با چگالي بالا، لیپوپروتئین کم‌چگال به لیپوپروتئین با چگالي بالا و تری‌گلیسرید به لیپوپروتئین با چگالي بالا به عنوان جدیدترین شاخص‌های پیش‌بینی‌کننده خطر و میزان ابتلا به بیماری شریان کرونری مورد استفاده قرار می‌گیرند [۶]. علاوه بر این، نسبت‌های کلسترول تام به لیپوپروتئین با چگالي بالا و لیپوپروتئین کم‌چگال به لیپوپروتئین با چگالي بالا شاخص‌های مفید و ساده‌ای از بیماری ایسکمی قلبی و بیماری‌های قلبي عروقي هستند. نسبت تری‌گلیسرید به لیپوپروتئین با چگالي بالا نشانگر خوبی برای بررسی خطرات کاردیومتابولیک[۶] است. همچنین لگاریتم تری‌گلیسرید به لیپوپروتئین با چگالي بالا به عنوان یکی از شاخص‌های آتروژنیک پلاسما[۷] (AIP) در نظر گرفته می‌شود که با اندازه ذرات لیپوپروتئین ارتباط دارد و یکی از نشانگرهای قوی برای پیش‌بینی خطر ابتلا به بیماري‌هاي قلبي عروقي است [۷-۹]. در این ارتباط بلوق و همکاران گزارش کردند یک دوره کاهش فعالیت بدنی در افراد جوان ورزشکار باعث ایجاد تغییر نامطلوبی در نسبت تری‌گلیسرید به لیپوپروتئین با چگالی بالا می‌شود [۱۰].

از طرف دیگر در دهه‌هاي اخير به منظور شناخت و بررسي عوامل خطر با عنوان آپولیپوپروتئین A[۸] (apoA) و آپولیپوپروتئین B[۹] (apoB) پژوهش‌هاي گسترده‌ای صورت گرفته است. این دو مولکول به ترتیب، اجزای ساختماني کلسترول با چگالي بالا و کلسترول با چگالي پایین هستند که عملکرد آن‌ها موجب فعال شدن آنزیم‌هاي مؤثر در سوخت و ساز لیپوپروتئین‌ها مي‌شود. همچنین این دو به عنوان رابطي براي باند شدن لیپوپروتئین و گیرنده‌هاي سطح سلولي عمل مي‌کنند. افزایش غلظت کلسترول پلاسماي خون، به صورت افزایش در لیپوپروتئین‌هاي با دانسیته پایین و آپولیپوپروتئین B است که از ریسک‌فاکتورهاي قلبي عروقي به شمار مي‌رود [۱۱]. از طرفی در آپولیپوپروتئین A بیش از ۷۰ درصد پروتئین لیپوپروتئین با چگالي بالا را تشکیل داده و مانند لیپوپروتئین با چگالي بالا، به عنوان يك فاکتور خطر منفي براي بيماري کرونر قلب و سکته محسوب مي‌شود [۱۲، ۱۳].

این توافق کلي وجود دارد که فعالیت جسماني با کاهش خطر بیماري کرونر قلب همراه است و به عنوان راهکار اصلی پیشگیری بسیاری از بیماری‌ها و عامل ایجاد سلامت عمومی بوده و بروز بسیاری از بیماری‌ها مانند دیابت، بیماری‌های قلبي عروقي و پرفشاری خون به وسیله ورزش قابل پیشگیری است. از این‌رو، انجمن قلب آمریکا[۱۰] (AHA) فعالیت بدنی را به عنوان یکی از هفت شاخص برای افزایش سلامت قلبی عروقی معرفی کرده و توصیه می‌کند برای داشتن قلب سالم‌تر هر هفته حداقل ۱۵۰ دقیقه فعالیت ورزشی با شدت متوسط یا ۷۵ دقیقه با شدت بالا انجام دهید [۱۴]. همچنین ارتباط معکوسی بین فعالیت جسماني با بروز بیماري قلبي عروقي گزارش شده است. اگرچه مکانیسم‌هاي دقیق این رابطه معکوس مشخص نشده، اما اختلاف در عوامل خطر متعدد بیماري قلبي عروقي مي‌تواند معرف این اثربخشي باشد [۱۵]. بنابراین اصلاح سبك زندگي و به‌ویژه انجام فعالیت جسماني از دیرباز محور اصلي مداخله‌گري‌ها بوده و در کاهش بار بیماري‌هاي مزمن نقش مهمي به عهده دارد. تحقیقات جدید در این زمینه نشان می‌دهند تمرینات استقامتی با شدت متوسط باعث ایجاد تغییرات مطلوبی در نیم‌رخ لیپیدی و ترکیب بدن می‌شوند، بدون اینکه تغییری در شاخص توده بدن یا وزن ایجاد کند که نشانگر مزایای چنین تمرین ورزشی در پیشگیری و درمان چاقی و بیماری‌های قلبي عروقي و متابولیکی است [۱۵]. از طرفی شیخ‌الاسلامی و همکاران گزارش کردند فعالیت ورزشی با شدت متوسط به مدت شش هفته باعث کاهش کلسترول، لیپوپروتئین کم‌چگال و نسبت لیپوپروتئین با چگالي بالا به کلسترول در مردان جوان سالم شد، ولی تأثیر معنی‌داری بر آپولیپوپروتئین B، آپولیپوپروتئین A و نسبت آپولیپوپروتئینی نداشت [۳]. فاضل و همکاران گزارش کردند هشت هفته تمرین ورزشی همراه با مکمل قهوه سبز تأثیرات مثبتی بر آپولیپوپروتئین B سرم و شاخص‌های آتروژنیک پلاسما در مردان چاق و دچار اضافه‌وزن داشت [۱۶]. با توجه به اینکه کم‌تحرکی یکی از عوامل اصلی خطر بیماری‌های قلبي عروقي است، ارتقای سلامت مبتنی بر فعالیت بدنی ممکن است یک استراتژی کم‌هزینه و بسیار کارآمد برای ارتقا، پیشگیری و کنترل سلامت قلب و عروق باشد. بنابراین هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر هشت هفته فعالیت ورزشی هوازی با شدت متوسط بر شاخص‌های تن‌سنجی، پروفایل لیپیدی و شاخص آتروژنیک پلاسما در مردان غیرفعال بود.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق نیمه‌تجربی ۴۰ نفر از کارکنان اداری مرد غیرفعال بر اساس فراخوان برای شرکت در تحقیق اعلام آمادگی کردند. هیچ‌کدام از آزمودنی‌ها در سه سال منتهی به تحقیق در فعالیت‌های ورزشی منظم شرکت نکرده بودند. تمام آزمودنی‌ها قبل از شروع برنامه ورزشی فرم رضایت‌نامه کتبی را تکمیل کردند. معیارهای ورود به تحقیق، نداشتن سابقه ابتلا به بیماری‌های خاص از جمله دیابت، سرطان، بیماری‌های قلبي عروقي و ریوی، نداشتن سابقه فعالیت بدنی منظم، عدم مصرف دخانیات، عدم استفاده از هورمون‌درمانی و برخورداری از آمادگی جسمانی لازم جهت شروع برنامه تمرینی بود. این موارد با استفاده از پرسش‌نامه

5. Triglyceride (TG)
6. Cardiometabolic
7. Atherogenic Index of Plasma (AIP)
8. Apolipoprotein A (apoA)
9. Apolipoprotein B (apoB)
10. American Heart Association (AHA)

سابقه پزشکی که توسط خود آزمودنی‌ها تکمیل شده بود مورد ارزیابی قرار گرفت و آزمودنی‌ها پس از تأیید سلامت توسط پزشک متخصص در تحقیق شرکت کردند. معیارهای خروج از تحقیق نیز شامل فعالیت در بخش کارگری در ادارات دولتی، بروز حادثه، آسیب و ابتلا به سایر بیماری‌های مخل و بروز هر عامل مداخله‌گر دیگری بود که بر شرکت مؤثر آزمودنی‌ها در جلسات تمرینی تأثیر می‌گذاشت.

اندازه‌گیری شاخص‌های آنتروپومتریک

اندازه‌گیری قد (سانتي‌متر) و وزن (کیلوگرم) با استفاده از دستگاه قد و وزن‌سنج دیجیتالی (مدل Seca ساخت آلمان) انجام گرفت. درصد چربی بدن با استفاده از چربی‌سنج استاندارد یاگامی[11] (ساخت ژاپن) و ضربان قلب استراحت و فعالیت توسط دستگاه ضربان‌سنج پولار[12] (ساخت سوئد) اندازه‌گیری شد. همچنین پرسش‌نامه ثبت سه‌روزه مواد غذایی و خودگزارشی جهت ارزیابی بهتر شرایط و وضعیت غذایی آزمودنی‌ها مورد استفاده قرار گرفت [۱۷].

پروتکل تمرینی

آزمودنی‌ها برنامه تمرینی را به مدت هشت هفته (سه جلسه در هر هفته و هر جلسه ۴۵ تا ۶۰ دقیقه) در سالن ورزشی سرپوشیده انجام دادند. هر جلسه تمرین شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن، مرحله اصلی تمرین (سه نوبت دویدن ۱۰ دقیقه‌ای با ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره) و ۱۰ دقیقه سرد کردن بود. همچنین بین مراحل تمرین، استراحت فعال با شدت ۴۵ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره صورت گرفت.

اندازه‌گیری نمونه‌های خونی

نمونه‌های خونی به مقدار ۵ سی‌سی در وضعیت پایه و ۲۴ ساعت پس از اتمام تمرینات هوازی در حالت ناشتا و بین ساعت ۸:۰۰ الی ۹:۰۰ صبح از ورید بازویی دست چپ آزمودنی‌ها توسط تکنسین آزمایشگاه گرفته شد. همه نمونه‌ها در لوله‌های حاوی ماده ضد انعقاد[13] (EDTA) ریخته شد و سانتریفیوژ با گرانش ۳۰۰۰ دور در دقیقه در دمای ۴- درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه انجام شد و پلاسمای به‌دست‌آمده در دمای ۷۰- درجه سانتی‌گراد قرار گرفت.

برای اندازه‌گیری تری‌گلیسرید، لیپوپروتئین با چگالي بالا و کلسترول تام سرم (میلی‌گرم بر ۱۰۰ میلی‌لیتر) نیز از روش آنزیمی کالیمتري (GPO-PAP) با دستگاه RA-۱۰۰ استفاده شد. برای اندازه‌گیری کلسترول تام از آنزیم‌های کلسترول‌استراز و کلسترول‌اکسیداز و برای اندازه‌گیری تری‌گلیسرید از آنزیم‌های گلیسروکیناز و لیپوپروتئین‌لیپاز و کیت‌های شرکت پارس‌آزمون با حساسیت ۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر برای تری‌گلیسرید و کلسترول تام و یک میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر برای شاخص لیپوپروتئین با چگالي بالا و لیپوپروتئین کم‌چگالی استفاده شد. لیپوپروتئین کم‌چگال با استفاده از فرمول فریدوالد[14] محاسبه شد. این فرمول در مواقعي که تری‌گلیسرید کمتر از ۴۰۰ میلی‌گرم در دسي‌لیتر باشد، مورد استفاده قرار مي‌گیرد. برای اندازه‌گیری مقادیر آپولیپوپروتئین B و A از روش ایمنوتروبیدومتری و کیت‌های شرکت ROCSH آلمان با حساسیت ۰/۳۱ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر برای آپولیپوپروتئین A و ۲۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر برای آپولیپوپروتئین B استفاده شد.

تجزیه و تحلیل آماری

کلیه اطلاعات حاصل با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای تجزیه و تحلیل داده‌های تحقیق، علاوه بر آمار توصیفی (میانگین و انحراف‌معیار)، از آزمون آماری شاپیرو ویلک جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها و از آزمون تی زوجی[15] برای مقایسه داده‌های به‌دست‌آمده در حالت پایه و پس از شرکت در پروتکل ورزشی در سطح P<۰/۰۵ استفاده شد.

یافته‌ها

جدول شماره ۱ میانگین و انحراف‌معیار ویژگي‌هاي عمومی و فیزیولوژیک آزمودنی‌ها در شرایط پایه و پس از هشت هفته فعالیت ورزشی هوازی را نشان می‌دهد.

مطابق نتایج حاصل از جدول شماره ۱، درصد چربی بدن (P=۰/۰۰۴) و ضربان قلب استراحتی آزمودنی‌ها (P=۰/۰۰۱) پس از هشت هفته شرکت در فعالیت ورزشی کاهش معنی‌داری یافتند. همچنین اوج اکسیژن مصرفی نیز افزایش معنی‌داری یافت (P=۰/۰۱۰)، اما وزن و شاخص توده بدنی آزمودنی‌ها تغییر معنی‌داری نشان نداد (P>۰/۰۵).

داده‌های جدول شماره ۲ نشان می‌دهد نسبت‌های لیپوپروتئین کم‌چگال به لیپوپروتئین پرچگال (۱۰/۵ درصد) (P=۰/۰۳۳)، کلسترول به لیپوپروتئین پرچگال (۱۹/۲ درصد) (P=۰/۰۰۱) و تری‌گلیسرید به لیپوپروتئین پرچگال (۱۷/۴ درصد) (P=۰/۰۰۱) پس از هشت هفته فعالیت ورزشی کاهش معنی‌داری یافتند. همچنین میانگین غلظت‌های کلسترول (۱۵ درصد) (P=۰/۰۰۱) و آپولیپوپروتئین B (۱۰/۵ درصد) (P=۰/۰۰۱) پس از هشت هفته شرکت در فعالیت ورزشی کاهش معنی‌داری پیدا کردند. از طرف دیگر، مقادیر لیپوپروتئین با چگالي بالا پس از هشت هفته فعالیت

11. Yagami
12. Polar
13. Ethylenediaminetetra-acetic Acid (EDTA)
14. Friedewald Equation
15. Paired Sample t test

جدول ۱. میانگین و انحراف‌معیار ویژگی‌های عمومی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها در حالت پایه و پس از هشت هفته فعالیت ورزشی

متغیر	میانگین±انحراف‌معیار		
	حالت پایه	مرحله دوم	سطح معنی‌داری
سن (سال)	۳۶/۱۷±۸/۹۷	-	
قد (سانتی‌متر)	۱۷۰/۲۰±۵/۱۳	-	
وزن (کیلوگرم)	۷۷/۱۶±۲/۰۵	۷۶/۹۶±۱/۹۲	۰/۵۰۰
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۶/۶۰±۴/۱۲	۲۶/۵۳±۳/۸۱	۰/۵۰۲
چربی (درصد)	۱۶/۲۳±۱/۱۱	۱۴/۶۲±۰/۸۳	۰/۰۰۴*
اوج اکسیژن مصرفی (میلی‌لیتر / کیلوگرم بر دقیقه)	۳۶/۵۴±۱/۰۴	۳۸/۳۳±۱/۱۲	۰/۰۱۰*
ضربان قلب استراحت (ضربه در دقیقه)	۷۹/۵۰±۱/۸۳	۷۱/۱۲±۰/۸۸	۰/۰۰۱*

*اختلاف معنی‌دار از نظر آماری (P<۰/۰۵)، آزمون تی زوجی

طب توانبخشی

ورزشی افزایش معنی‌داری یافت (۶ درصد) (P=۰/۰۱۱). اما پس از هشت هفته فعالیت ورزشی تغییر معنی‌داری در آپولیپوپروتئین A ایجاد نشد (P>۰/۰۵).

بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد پس از هشت هفته فعالیت ورزشی هوازی، نسبت‌های کلسترول به لیپوپروتئین پرچگال، تری‌گلیسرید به لیپوپروتئین پرچگال و لیپوپروتئین کم‌چگال به لیپوپروتئین پرچگال کاهش معنی‌داری نشان دادند. یافته‌های جدید در این ارتباط نشان می‌دهند شرکت در فعالیت‌های ورزشی هوازی با شدت متوسط به مدت ۹۰ دقیقه یا بیشتر در هفته باعث کاهش شاخص آتروژنیک پلاسما و سایر فاکتورهای خطرزای قلبي عروقي در مردان میانسال غیرفعال می‌شود [۱۸]. سادوسکا و همکاران نشان دادند ۶ و ۱۲ هفته پیاده‌روی باعث کاهش معنی‌دار نسبت‌های کلسترول به لیپوپروتئین پرچگال، تری‌گلیسرید به لیپوپروتئین پرچگال و لیپوپروتئین کم‌چگال به لیپوپروتئین پرچگال و برخی از عوامل خطرساز قلبي عروقي در افراد دارای اضافه‌وزن و چاق شد [۱۹]. شاخص آتروژنیک پلاسما شاخصی است که میزان آترواسکلروز را اندازه‌گیری می‌کند که برای ارزیابی خطر ابتلا به بیماری قلبي عروقي شریانی مفید است [۹]. صرف نظر از غلظت نیم‌رخ لیپیدی، اغلب براي برآورد آترواسکلروزیس، از نسبت‌هاي کلسترول به لیپوپروتئین پرچگال، تري‌گلیسرید به لیپوپروتئین پرچگال و لیپوپروتئین کم‌چگال به لیپوپروتئین پرچگال استفاده می‌شود. نسبت کلسترول به لیپوپروتئین پرچگال باید کمتر از ۵ و نسبت لیپوپروتئین کم‌چگال به لیپوپروتئین پرچگال باید کمتر از ۴ باشد [۲۰]. بلوق و همکاران گزارش کردند نسبت تری‌گلیسرید به لیپوپروتئین با چگالی بالا در افراد ورزشکار پس از یک دوره بی‌تمرینی افزایش یافت [۱۰]. در تحقیق حاضر نیز هشت هفته تمرین هوازی با شدت متوسط باعث کاهش معنی‌دار نسبت‌های کلسترول به لیپوپروتئین پرچگال، تري‌گلیسرید به لیپوپروتئین پرچگال و لیپوپروتئین کم‌چگال به لیپوپروتئین پرچگال شد. اخیراً ادواردز و همکاران رابطه منفی بین مقدار فعالیت بدنی و شاخص آتروژنیک پلاسما را گزارش کردند؛ به این معنی که هر چقدر فرد فعالیت بدنی بیشتری داشته باشند شاخص آتروژنیک پلاسما کاهش می‌یابد [۲۰]. شن و همکاران در تحقیق دیگری به این نتیجه رسیدند که کنترل وزن اگر همراه با فعالیت ورزشی باشد تأثیر بهتری در کاهش شاخص آتروژنیک پلاسما دارد [۲۱]. نقی‌ئی و همکاران نیز گزارش کردند افراد ورزشکار نسبت به افراد غیرورزشکار داراي سطوح کمتر کلسترول تام، لیپوپروتئین با چگالي کم، تري‌گلیسرید، نسبت کلسترول به لیپوپروتئین با چگالي بالا، نسبت لیپوپروتئین با چگالي کم به لیپوپروتئین با چگالي بالا و سطوح بیشتر لیپوپروتئین با چگالي بالا بودند [۲۲].

فعالیت ورزشی هوازی از طریق افزایش آنزیم لیپوپروتئین‌لیپاز[16] (LPL) در عضلات اسکلتی و لسیتین کلسترول آسیل ترانسفراز[17] (LCAT) باعث کاهش لیپوپروتئین کم‌چگالی، تری‌گلیسرید و کلسترول و افزایش لیپوپروتئین با چگالي بالا مي‌شود [۲۳]. آنزیم لیپوپروتئین‌لیپاز کاتابولیسم VLDL و لیپوپروتئین کم‌چگال را بعد از ورزش هوازی افزایش می‌دهد. افزایش در فعالیت لسیتین کلسترول آسیل ترانسفراز بعد از ورزش مي‌تواند افزایش استریفه شدن کلسترول و درنتیجه، انتقال بیشتر به هسته لیپوپروتئین با چگالي بالا را موجب شود [۲۴]. همچنین مقدار کلسترول سرم را کاهش داده، مولکول لیپوپروتئین با چگالي بالا را قادر مي‌کند که با استریفه کردن بیشتر کلسترول سطح لیپوپروتئین با چگالي بالا را افزایش دهد که یکی از محدودیت‌های تحقیق حاضر عدم اندازه‌گیری این آنزیم‌هاست [۲۴]. معمولاً در فعالیت‌های هوازی تقاضای عضلات برای تولید انرژی از طریق سوخت و ساز چربی افزایش می‌یابد و

16. Lipoprotein Lipase (LPL)
17. Lecithin–Cholesterol Acyltransferase (LCAT)

جدول ۲. مقایسه مقادیر متغیرهای وابسته در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون با استفاده از آزمون تی زوجی

متغیر	میانگین±انحراف‌معیار		سطح معنی‌داری
	حالت پایه	مرحله دوم	
لیپوپروتئین کم‌چگالی (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	۱۱۸/۹۱±۳۲/۶۶	۱۱۶/۷۴±۳۱/۶۴	۰/۳۶۳
تری گلیسرید (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	۱۹۲/۴۸±۷۰/۴۶	۱۶۷/۶۵±۱۰/۵۷	۰/۱۰۷
لیپوپروتئین پرچگال (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	۳۳/۴۶±۸/۷۸	۳۵/۴۹±۶/۲۶	۰/۰۱۱*
کلسترول (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	۱۷۸/۷۸±۳۵/۱۲	۱۵۱/۲۵±۳۴/۲۹	۰/۰۰۱*
نسبت کلسترول به لیپوپروتئین پرچگال	۵/۵۱±۲/۲۱	۴/۴۵±۱/۶۱	۰/۰۰۱*
نسبت تری‌گلیسرید به لیپوپروتئین پرچگال	۶/۱۹±۲/۷۶	۵/۱۱±۴/۲۸	/۰۰۱*
نسبت لیپوپروتئین کم‌چگال به لیپوپروتئین پرچگال	۳/۸۸±۱/۵۷	۳/۴۷±۱/۲۰	۰/۰۳۳*
آپولیپوپروتئین A	۱۵۷/۲۴±۴۱/۸۷	۱۵۶/۷۸±۳۵/۹۸	۰/۸۳۰
آپولیپوپروتئین B	۱۰۰/۱۵±۲۱/۵۸	۸۹/۵۹±۱۵/۵۳	۰/۰۰۱*

*اختلاف معنی‌دار از نظر آماری (P<۰/۰۵).

طب توانبخشی

بنابراین اکسیداسیون چربی بیشتر می‌شود. از طرفی در این‌گونه ورزش‌ها به علت افزایش فعالیت اپی‌نفرین و کاهش تحریک انسولین، سرعت اکسیداسیون چربی سه‌برابر می‌شود [۲۵].

در تحقیق حاضر نیز پس از هشت هفته فعالیت هوازی درصد چربی بدن و کلسترول خون در کارمندان غیرفعال کاهش یافت که مطابق با یافته‌های تحقیق قمرچهره و همکاران است که گزارش کردند هشت هفته تمرین هوازی باعث کاهش کلسترول و لیپوپروتئین با چگالی کم و تری‌گلیسیرید می‌شود [۲۶]. همچنین در تحقیق حاضر مقادیر تری‌گلیسیرید و لیپوپروتئین با چگالی کم نیز کاهش چشم‌گیری داشتند، هرچند این کاهش از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. در این ارتباط گزارش شده است که ۸ تا ۱۴ هفته ورزش هوازی منجر به کاهش ۴ الی ۳۷ درصدی سطح تری‌گلیسرید و افزایش ۴ الی ۱۸ درصدی غلظت لیپوپروتئین با چگالی بالا می‌شود [۲۷]. از سوی دیگر، تحقیقات جدید نشان می‌دهند تمرینات هوازی بر نیم‌رخ لیپیدی افرادی که سطح طبیعی این شاخص‌ها را دارند، تأثیر کمتری دارد. بنابراین تمرین، نیم‌رخ لیپیدی را در افرادی که سطوح لیپوپروتئین کم‌چگالی و تری‌گلیسرید بالاتر و لیپوپروتئین با چگالی بالای پایین‌تر از حد طبیعی دارند بیشتر تحت تأثیر قرار می‌دهد [۲۸]. مطابق با یافته‌های حاصل از این پژوهش، قربانیان و همکاران گزارش کردند هشت هفته تمرین استقامتی تناوبی هر هفته چهار جلسه باعث کاهش معنی‌دار مقادیر تری‌گلیسرید، کلسترول، نسبت کلسترول تام به لیپوپروتئین پرچگال، نسبت لیپوپروتئین کم‌چگال به لیپوپروتئین پرچگال و نمایه توده بدن شد، اما افزایش لیپوپروتئین با چگالی بالا و کاهش لیپوپروتئین کم‌چگالی و وزن بدن معنی‌دار نبود [۲۹]. همچنین فیروزه و همکاران و غفاری و همکاران گزارش کردند هشت هفته فعالیت هوازی باعث ایجاد تغییرات معنی‌دار در میزان کلسترول، تری‌گلیسرید، لیپوپروتئین کم‌چگالی سرم و شاخص توده بدنی در افراد دارای اضافه‌وزن و چاق می‌شود [۳۰، ۳۱]. از طرفی گزارش شده است تری‌گلیسرید و لیپوپروتئین با چگالی کم به سختی تحت تأثیر تمرین قرار می‌گیرند و شدت فعالیت بدنی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر سطوح لیپوپروتئین با چگالی کم است، به طوری که سطوح این شاخص پس از تمرینات با شدت بالا در مقایسه با تمرینات با شدت پایین می‌تواند کاهش چشم‌گیرتری داشته باشد [۳۲]. شاید دلیل عدم کاهش معنی‌دار تری‌گلیسرید و لیپوپروتئین کم‌چگالی در تحقیق حاضر تفاوت‌ها در مدت، شدت تمرین، درصد چربی، رژیم غذایی افراد شرکت‌کننده در تحقیق و عوامل دیگری از قبیل وراثت باشد. در تحقیق حاضر هشت هفته تمرین هوازی باعث افزایش معنی‌دار لیپوپروتئین با چگالی بالا در کارمندان غیرفعال شد؛ بدین‌معنی که فعالیت ورزشی هوازی باعث افزایش عوامل ضد تصلب شرایین نسبت به عوامل ایجادکننده تصلب شرایین در این گروه شده است. پژوهشگران سازوکارهای متفاوتی را به عنوان عامل اثرگذار بر لیپوپروتئین با چگالی بالا پیشنهاد کرده‌اند که از جمله می‌توان به نقش کبد و بافت‌های محیطی اشاره داشت [۳۳]. فعالیت بدنی منظم موجب افزایش چشم‌گیر فعالیت آنزیم لسیتین کلسترول آسیل ترانسفراز و لیپوپروتئین‌لیپاز می‌شود که مسئول انتقال استر کلسترول به لیپوپروتئین با چگالی بالا و افزایش لیپوپروتئین با چگالی بالاست [۳۳].

از طرفی در تحقیق حاضر هشت هفته تمرین هوازی باعث کاهش معنی‌دار آپولیپوپروتئین B در کارمندان غیرفعال شد، اما تغییر معنی‌داری در آپولیپوپروتئین A مشاهده نشد. در این ارتباط یکتایار و همکاران گزارش کردند تمرین استقامتی به مدت هشت هفته تأثیر معنی‌داری بر سطوح آپولیپوپروتئین A، آپولیپوپروتئین

B و لیپوپروتئین با چگالي بالا در مردان میانسال غیرفعال نداشت و اجراي تمرینات ترکیبی مقاومتی استقامتی به نسبت اجرای تمرینات مقاومتی یا استقامتی به تنهایی اثربخشی بالاتری بر عوامل خطرزای قلبی عروقی دارد [۳۴]. سطوح پایین آپولیپوپروتئین A با گسترش آترواسکلروز[18] رابطه دارد، مخصوصاً زمانی که با افزایش مقادیر آپولیپوپروتئین B همراه باشد. مرحله اول روند انتقال معکوس کلسترول، وابسته به پذیرنده خارج سلولی آن یعنی آپولیپوپروتئین A است. بنابراین مکانیزم پیشنهادی برای کاهش آپولیپوپروتئین B، می تواند افزایش فعال شدن آنزیم‌هاي لیپوپروتئین‌لیپاز، لیستین و کلسترول، اسیل ترانسفراز و کاهش آنزیم لیپاز کبدي باشد [۱۱]. از دلایل عدم تغییر معنی‌دار وزن، شاخص توده بدن و آپولیپوپروتئین A در تحقیق حاضر می‌توان به کوتاه بودن دوره تمرین، عدم کنترل دقیق رژیم غذایی آزمودنی‌ها و کافی نبودن شدت تمرین اشاره کرد. بنابراین پیشنهاد می‌شود مطالعات بیشتری در این زمینه با مدت‌زمان طولانی تمرینات، کنترل دقیق رژیم غذایی آزمودنی‌ها و تمرین با شدت بالا صورت گیرد.

نتیجه‌گیری

در حالت کلی یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد هشت هفته فعالیت ورزشی با شدت متوسط علی‌رغم عدم کاهش معنی‌دار وزن، می‌تواند سبب افزایش معنی‌دار در مراحل کلیدی روند انتقال معکوس کلسترول و عوامل خطرزای قلبی عروقی (نسبت کلسترول تام به لیپوپروتئین با چگالي بالا، نسبت لیپوپروتئین با چگالي کم به لیپوپروتئین با چگالي بالا و نسبت تری‌گلیسرید به لیپوپروتئین با چگالي بالا) در کارمندان غیرفعال شود. با توجه به نتایج حاصل احتمالاً فعالیت ورزشی می‌تواند به عنوان عاملی مؤثر در پیشگیری از ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی در کارمندان غیرفعال باشد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در اجرای پژوهش، ملاحظات اخلاقی مطابق با دستورالعمل کمیته اخلاق دانشگاه محقق اردبیلی در نظر گرفته شده است.

حامی مالی

این مقاله هیچ‌گونه کمک مالی از سازمان تأمین‌کننده مالی در بخش‌های عمومی و دولتی، تجاری، غیرانتفاعی دانشگاه یا مرکز تحقیقات دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده‌سازی این مقاله مشارکت یکسان داشته‌اند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

18. Atherosclerosis

References

[1] Rippe JM. Lifestyle strategies for risk factor reduction, prevention, and treatment of cardiovascular disease. American Journal of Lifestyle Medicine. 2019; 13(2):204-12. [DOI:10.1177/1559827618812395] [PMID] [PMCID]

[2] Fathei M, Khairabadi S, Ramezani F, Hejazi K. [The effects of eight weeks aerobic training, green tea supplementation and compound of them on serum liver enzymes and apolipoproteins in inactive overweight women (Persian)]. Medical Journal of Mashhad University of Medical Sciences. 2016; 59(2):114-23. http://eprints.mums.ac.ir/3888/

[3] Sheykholeslami Vatani D, Ahmadi S, Mojtahedi H, Marandi M, Ahmadi Deharshid K, Faraji H, et al. [Effect of moderate and high intensity resistant exercises on cardiovascular risk factors in non-athlete university students (Persian)]. Kowsar Medical Journal. 2011; 16(2):115-21. https://www.sid.ir/en/journal/ViewPaper.aspx?id=199787

[4] Nystoriak MA, Bhatnagar A. Cardiovascular effects and benefits of exercise. Frontiers in Cardiovascular Medicine. 2018; 5:135. [DOI:10.3389/fcvm.2018.00135]

[5] Khalili D, Hadaegh F, Tohidi M, Ghasemi A, Sheikholeslami F, Azizi F. Triglyceride/HDL-cholesterol ratio (TG/HDL-C) beside the total cholesterol is a predictor for coronary heart disease in an Iranian men population. Iranian Journal of Epidemiology. 2009; 4(3):77-86. https://irje.tums.ac.ir/browse.php?a_id=136&sid=1&slc_lang=en

[6] Chuang TL, Lin JW, Wang YF. Bone mineral density as a predictor of atherogenic indexes of cardiovascular disease, especially in nonobese adults. Disease Markers. 2019; 2019:1045098. [DOI:10.1159/000345461] [PMID] [PMCID]

[7] Wu TT, Gao Y, Zheng YY, Ma YT, Xie X. Atherogenic Index of Plasma (AIP): A novel predictive indicator for the coronary artery disease in postmenopausal women. Lipids in Health and Disease. 2018; 17(1):197. [DOI:10.1186/s12944-018-0828-z] [PMID] [PMCID]

[8] Miralles CSW, Wollinger LM, Marin D, Genro JP, Contini V, Dal Bosco SM. Waist-to-height ratio (WHtR) and triglyceride to HDL-C ratio (TG/HDL-c) as predictors of cardiometabolic risk. Nutrición Hospitalaria. 2015; 31(5):2115-21. [doi:10.3305/nh.2015.31.5.7773]

[9] Guo Q, Zhou S, Feng X, Yang J, Qiao J, Zhao Y, et al. The sensibility of the new blood lipid indicator Atherogenic Index of Plasma (AIP) in menopausal women with coronary artery disease. Lipids in Health and Disease. 2020; 19(1):27. [DOI:10.1186/s12944-020-01208-8] [PMID] [PMCID]

[10] Blough J, Loprinzi PD. Randomized controlled trial investigating the experimental effects of reduced habitual physical activity on cardiometabolic profile. Physiology & Behavior. 2018; 194:48-55. [DOI:10.1016/j.physbeh.2018.04.036] [PMID]

[11] Pourvaghar MJ, Shahsavar A, Bahram ME. [The effect of a single bout of severe aerobic exercise on apolipoproteins A, B and some serum lipid profiles (Persian)]. Feyz. 2015; 18(6):585-91. http://feyz.kaums.ac.ir/browse.php?a_id=2463&sid=1&slc_lang=en&ftxt=1

[12] Suter E, Marti B, Tschopp A, Wanner H-U, Wenk C, Gutzwiller F. Effects of self-monitored jogging on physical fitness, blood pressure and serum lipids: A controlled study in sedentary middle-aged men. International Journal of Sports Medicine. 1990; 11(06):425-32. [DOI:10.1055/s-2007-1024832] [PMID]

[13] Guyton AC. Textbook of medical physiology. 2th ed. Philadelphia: Saunders; 1961. https://www.worldcat.org/title/textbook-of-medical-physiology/oclc/1399546?referer=di&ht=edition

[14] Lloyd-Jones DM, Hong Y, Labarthe D, Mozaffarian D, Appel LJ, Van Horn L, et al. Defining and setting national goals for cardiovascular health promotion and disease reduction: The American Heart Association's strategic Impact Goal through 2020 and beyond. Circulation. 2010; 121(4):586-613.[DOI:10.1161/CIRCULATIONAHA.109.192703] [PMID]

[15] Tartibian B, Kushkestani M, Ebrahimpour Nosrani S. The effect of 12-week endurance training on lipid profiles and fat percentage of overweight girls. New Approaches in Sport Sciences. 2019; 1(1):189-200. [DOI:10.22054/nass.2019.10134]

[16] Fazel F, Naghibzadeh A, Mohammad Ramezanpour R, Bagheri R, Hamidi A, Rashidlamir A. Effect of aerobic exercise with and without green coffee supplementation on serum apolipoprotein B and atherogenic indices of overweight men. Medical Laboratory Journal. 2019; 13(3):20-4. [DOI:10.29252/mlj.13.3.20]

[17] Esfahani FH, Asghari G, Mirmiran P, Azizi F. Reproducibility and relative validity of food group intake in a food frequency questionnaire developed for the Tehran Lipid and Glucose Study. Journal of Epidemiology. 2010; 20(2):150-8. [DOI:10.2188/jea.JE20090083] [PMID] [PMCID]

[18] Shen S, Qi H, He X, Lu Y, Yang C, Li F, et al. Aerobic exercise for a duration of 90 min or longer per week may reduce the atherogenic index of plasma. Scientific Reports. 2018; 8(1):1730. [DOI:10.1038/s41598-018-20201-x] [PMID] [PMCID]

[19] Sadowska-Krępa E, Gdańska A, Rozpara M, Pilch W, Přidalová M, Bańkowski S. Effect of 12-week interventions involving nordic walking exercise and a modified diet on the anthropometric parameters and blood lipid profiles in overweight and obese ex-coal miners. Obesity Facts. 2020; 13(2):201-12. [DOI:10.1159/000506403] [PMID] [PMCID]

[20] Edwards MK, Blaha MJ, Loprinzi PD. Influence of sedentary behavior, physical activity, and cardiorespiratory fitness on the atherogenic index of plasma. Journal of Clinical Lipidology. 2017; 11(1):119-25. [DOI:10.1016/j.jacl.2016.10.014] [PMID]

[21] Shen S, Lu Y, Dang Y, Qi H, Shen Z, Wu L, et al. Effect of aerobic exercise on the atherogenic index of plasma in middle-aged Chinese men with various body weights. International Journal of Cardiology. 2017; 230:1-5. [DOI:10.1016/j.ijcard.2016.12.132] [PMID]

[22] Naghi M, Almadadi M. [Effect of regular physical activity as a basic component of lifestyle modification on reducing major cardiovascular risk factors (Persian)]. Journal of Knowledge & Health. 2001; 6(1):27-35. [DOI:10.22100/jkh.v6i1.92]

[23] Ghanbari-Niaki A, Saghebjoo M, Hedayati M. A single session of circuit-resistance exercise effects on human peripheral blood lymphocyte ABCA1 expression and plasma HDL-C level. Regulatory Peptides. 2011; 166(1-3):42-7. [DOI:10.1016/j.regpep.2010.08.001] [PMID]

[24] Sugiura H, Sugiura H, Kajima K, Mirbod SM, Iwata H, Matsuoka T. Effects of long-term moderate exercise and increase in number of daily steps on serum lipids in women: Randomised controlled trial [ISRCTN21921919]. BMC Women's Health. 2002; 2(1):3. [DOI:10.1186/1472-6874-2-3] [PMID] [PMCID]

[25] Mohammadi S, Ahmadi S, Yektayar M, Ahmadi Dehrashid K. Effects of three different modes of exercise training on plasma lipoprotein profile in healthy men. Journal of Advances in Medicine and Medical Research. 2015; 6(5):493-9. [DOI:10.9734/BJMMR/2015/14898]

[26] Ghamarchehreh ME, Shamsoddini A, Alavian SM. Investigating the impact of eight weeks of aerobic and resistance training on blood lipid profile in elderly with non-alcoholic fatty liver disease: A randomized clinical trial. Gastroenterology and Hepatology from Bed to Bench. 2019; 12(3):190-6. [DOI:10.22037/ghfbb.v12i3.1580]

[27] Durstine JL, Grandjean PW, Cox CA, Thompson PD. Lipids, lipoproteins, and exercise. Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention. 2002; 22(6):385-98. [DOI:10.1097/00008483-200211000-00002] [PMID]

[28] Olson TP, Dengel D, Leon A, Schmitz K. Changes in inflammatory biomarkers following one-year of moderate resistance training in overweight women. International Journal of Obesity. 2007; 31(6):996-1003. [DOI:10.1038/sj.ijo.0803534] [PMID]

[29] Ghorbanian B, Ghasemnian A. [The effects of interval combined endurance training on some key reverse cholesterol transport factors in boy adolescents (Persian)]. Studies in Medical Sciences. 2015; 26(3):227-36. http://umj.umsu.ac.ir/article-1-2807-en.html

[30] Ghafari G, Bolboli L, Rajabi A, Saedmochshi S. [The effect of 8 weeks aerobic training on predictive inflammatory markers of atherosclerosis and lipid profile in obese elderly women (Persian)]. Scientific Journal of Ilam University of Medical Sciences. 2016; 23(7):144-54. http://sjimu.medilam.ac.ir/article-1-2147-fa.html

[31] Firozeh Z, Bizheh N, Ebrahimi Atri A, Ramezani S. [Evaluation of the efficacy of walking on estrogen hormone and some cardiovascular risk factors in non-athlete menopausal women (Persian)]. Daneshvar Medicine. 2010; 18(5):33-40. http://daneshvarmed.shahed.ac.ir/article_1438.html?lang=en

[32] Ramos JS, Dalleck LC, Tjonna AE, Beetham KS, Coombes JS. The impact of high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on vascular function: A systematic review and meta-analysis. Sports Medicine. 2015; 45(5):679-92. [DOI:10.1007/s40279-015-0321-z] [PMID]

[33] Kelley GA, Kelley KS. Effects of aerobic exercise on Non-HDL-C in children and adolescents: A meta-analysis of randomized controlled trials. Progress in Cardiovascular Nursing. 2008; 23(3):128-32. [DOI:10.1111/j.1751-7117.2008.00002.x] [PMID] [PMCID]

[34] Yektayar M, Mohammadi S, Ahmadi Deharshid K, Khodamoradpour M. [Comparison of the effects of resistance, endurance and combined exercises on lipid profile of non-athlete healthy middle aged men (Persian)]. Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences. 2012; 16(4):26-36. http://sjku.muk.ac.ir/article-1-649-en.html

This Page Intentionally Left Blank