



تأثیر تمرین هوازی با دو شدت بالا و متوسط به همراه مکمل قهوه سبز بر سطح شاخص‌های گلیسمیک و مایونکتین زنان چاق

سیده زلیخا هاشمی چاشمی: استادیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران (✉ نویسنده مسئول) z_hch@pnu.ac.ir
سهیل عزیزبی: دانشیار، مرکز تحقیقات قلب و عروق، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

چکیده

کلیدواژه‌ها

تمرین هوازی،
شاخص‌های گلیسمیک،
مایونکتین،
زنان چاق

زمینه و هدف: با وجود اثرات مثبت فعالیت ورزشی در کاهش وزن، هنوز جای سوال است که تمرین با چه شدتی می‌تواند بیشترین تأثیر را اگر با رژیم غذایی همراه شود، بگذارد. هدف از این پژوهش تأثیر تمرین هوازی با دو شدت بالا و متوسط به همراه مکمل قهوه سبز بر شاخص‌های قندی و مایونکتین زنان چاق غیرفعال بود.

روش کار: در این پژوهش نیمه‌تجربی، تعداد ۷۲ زن چاق با دامنه سنی 25 ± 5 سال و شاخص توده بدنی 30 ± 5 کیلوگرم/مترمربع به‌صورت هدفمند انتخاب و به طور تصادفی به ۶ گروه ۱۲ نفری شامل گروه تمرین هوازی با شدت بالا (High--HIT intensity)، تمرین هوازی با شدت متوسط (Moderate intensity--MIT)، تمرین هوازی با شدت بالا/قهوه سبز، تمرین هوازی با شدت متوسط/قهوه سبز، مکمل قهوه سبز و کنترل تقسیم شدند. تمرین با شدت متوسط شامل حرکات ایروبییک با شدت ۶۰ تا ۸۰ درصد حداکثر ضربان قلب بی‌شینه و تمرین در گروه با شدت بالا شامل حرکات ایروبییک با شدت ۸۰ تا ۹۰ درصد حداکثر ضربان قلب بی‌شینه بود. تمرینات طی هشت هفته با تکرار سه روز در هفته انجام شد. قهوه سبز هم روزانه قبل از شام به میزان ۴۰۰ میلی‌گرم مصرف شد. ۲۴ ساعت قبل از اولین جلسه تمرین و ۴۸ ساعت پس از آخرین تمرین، نمونه خونی در حالت ناشتا گرفته شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش‌های تحلیل کوواریانس در سطح $p < 0.05$ استفاده شد.

یافته‌ها: سطوح مایونکتین، انسولین در گروه‌های تمرین هوازی با هر دو شدت نسبت به پیش از تمرین و نسبت به گروه مکمل قهوه سبز، افزایش معنی‌داری یافت ($p < 0.05$).

نتیجه‌گیری: ترکیب تمرین هوازی و مکمل‌یاری قهوه سبز با افزایش مایوکاین‌هایی مانند مایونکتین، علاوه بر کاهش وزن، باعث بهبود عمل انسولین و کاهش مقاومت به انسولین می‌شود. اما اجرای تمرین هوازی با شدت بالا همراه با مکمل در مقایسه با تمرین هوازی با شدت متوسط همراه با مکمل، باعث بهبود بیشتری در عملکرد انسولین شد.

تعارض منافع: گزارش نشده است.

منبع حمایت‌کننده: دانشگاه علوم پزشکی مازندران

شیوه استناد به این مقاله:

Hashemi Chashmi SZ, Azizi S. The Effect of Aerobic Exercise with Both High and Moderate Intensity Along with Green Coffee Supplement on the Level of Glycemic Index and Myonectin in Obese Women. Razi J Med Sci. 2024(28 Oct);31.137.

Copyright: ©2024 The Author(s); Published by Iran University of Medical Sciences. This is an open-access article distributed under the terms of the CC BY-NC-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.en>).

*انتشار این مقاله به‌صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC-SA 4.0 صورت گرفته است.

The Effect of Aerobic Exercise with Both High and Moderate Intensity Along with Green Coffee Supplement on the Level of Glycemic Index and Myonectin in Obese Women

① **Seyede Zolaikha Hashemi Chashmi:** Assistant Professor, Exercise Physiology Department, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Payame Noor University, Tehran, Iran (*Corresponding Author) z_hch@pnu.ac.ir
Sohail Azizi: Associate Professor, Cardiovascular Research Center, Mazandaran University of Medical Science, Sari, Iran

Abstract

Background & Aims: Obesity is associated with the growth of the number and size of fat cells, which leads to physiological changes and can be a threatening factor for the development of various diseases, including type 2 diabetes, cardiovascular diseases, cancers, etc. Myonectin is one of the newly recognized myokines that is secreted from skeletal muscles and is related to the metabolic state of the body, as myonectin levels decrease in fasting conditions and Researchers observed that there is a relationship between myonectin and glycemic indices, especially insulin resistance. It appears to play a role in signaling between skeletal muscle, liver, and adipose tissue. Studies have shown that disruption of myonectin production and function can inactivate insulin receptors and increase insulin resistance. Based on the research conducted by Seldin et al, they found that blood circulation myonectin and its gene expression decrease with obesity and muscle contractions increase myonectin gene expression. It seems that the increase in the deposition of free fatty acids in muscle tissue following a high-fat diet and adipose tissue reduces the ability of skeletal muscle to produce myokines such as myonectin. Based on the conducted research, the intervention of physical activity and nutrition can prevent the occurrence of related diseases by improving obesity. Coffee is one of the most widely consumed beverages in the world, whose seeds contain high amounts of antioxidant compounds with anti-obesity properties. Green coffee contains two effective substances in the matter of metabolism, namely chlorogenic acid and caffeine. Chlorogenic acid in green coffee, in addition to reducing the absorption of fat in food by 45%, also stimulates metabolism. The main antioxidant in green coffee extract, namely chlorogenic acid, plays a role in the release of glucose 6-phosphate enzyme, a key enzyme in the glycolysis pathway and determining the process of fuel metabolism in the cell. Caffeine, another ingredient in green coffee, also affects fat metabolism. Many studies have reported maximal fat oxidation at intensities between 25 and 85% of maximal oxygen consumption, but fewer studies are available that accurately show the intensity of activity that causes maximal fat oxidation. Despite the great potential health benefits of aerobic exercise, many adults do not participate in these exercises due to lack of time as an important barrier. In addition, many researchers have suggested that high-intensity exercise compared to with moderate intensity, it burns more calories and increases fat oxidation after more activity, and also its energy cost is more than monotonous sports activity. Therefore, the purpose of this research was to examine the effect of eight weeks of high-intensity aerobic exercise and moderate-intensity aerobic exercise along with the consumption of green coffee supplements on the levels of glycemic indices and myonectin in obese women.

Methods: This research was practical and semi-experimental with a pre-test-post-test design. First, from among 200 referrals, 72 people were selected based on the study entry criteria and randomly divided into six groups of 12 including high-intensity aerobic exercise (HIT), moderate-intensity aerobic exercise (MIT), aerobic exercise High intensity/green coffee, medium intensity aerobic exercise/green coffee, green coffee supplement and control group were divided. The criteria for subjects to be included in the study are 20 to 30 years old, body mass index (BMI) between 25 and 35 kg/m², no cardiovascular, kidney, or hormonal diseases, no smoking and alcohol use, no drug use, no history Regular participation in sports activities in the last year, not taking supplements or weight-reducing drugs in the six months before the study. Exclusion criteria from the research were having any type of diet, missing more than

Keywords

Obese Women,
Myonectin,
Glycemic,
HIT,
MIT

Received: 08/06/2024

Published: 28/10/2024

three training sessions, and not taking green coffee supplements regularly. Before starting the exercise program, during a session, the conditions of conducting the research and the exercise program for the intervention were explained to the subjects, and after completing the informed consent form and the questionnaire, height and weight measurements were made by them. The training protocol consisted of warm-up, main program and cool-down phase. The warm-up consisted of gentle running, stretching and flexibility movements in the upper and lower body for 10 minutes. The main training program was implemented in two training intensities. The main exercise in the moderate intensity group (MIT) consisted of aerobic movements starting with an intensity of 60% and continuing up to an intensity of 80% of the maximum heart rate during the training period. The main training in the high-intensity group (HIT) consisted of aerobic movements with an intensity of 80-90% of the maximum heart rate during the training period. The green coffee supplement group only consumed green coffee tablets as directed and did not do any exercise during the course. Exercise intensity was calculated according to aerobic guidelines according to the American College of Sports Medicine (ACSM) using the Karonen formula. During the exercise protocol, the subjects' heart rate was continuously recorded and their activity intensity was monitored. The maximum heart rate was also calculated using the age-220 formula of the subjects. A blood sample of 10 cc was taken from the brachial vein in the first session and 48 hours after the last training session, while fasting. Data were analyzed using SPSS version 19 statistical software. In order to determine the normality of data distribution, Shapiro-Wilk test was used. T-test was used to compare the pre-test and post-test of the groups. Analysis of covariance and Bonferroni test were used to compare the changes of the groups. The significance level was considered $p \leq 0.05$ in all cases.

Results: The results of one-way analysis of variance showed that myonectin values were significantly different between the groups, so the highest increase was in the high-intensity aerobic exercise group with supplements compared to other groups ($p=0.000$), but compared to the aerobic exercise group with The average intensity with this supplement was not significantly increased ($p=0.149$). The results of analysis of variance method regarding insulin and glucose showed that there was a significant difference between before and after training ($p=0.000$). In addition, all groups showed a significant increase in insulin levels compared to the control group. In a pairwise comparison, the highest increase in insulin was related to the group of high-intensity aerobic exercise with supplements ($p=0.000$). All groups, except the control group, showed a significant decrease in glucose levels after completing the exercise protocol compared to before exercise. Meanwhile, the high-intensity training group and the moderate-intensity training group with supplements showed a significant decrease compared to the control group ($p=0.05$). The difference between insulin resistance groups showed that the high-intensity exercise group with supplements had a significant decrease compared to other groups, but it did not decrease significantly compared to the moderate-intensity exercise group with supplements.

Conclusion: There is no significant difference between high-intensity and moderate-intensity aerobic exercise with supplements, although HIT exercises were more effective than MIT, which indicates the effect of the type of exercise on this index, but there was a significant difference compared to the groups without supplements. It seems that to obtain more effective results, it is better to use HIT exercises and combine exercise with supplements; because in this case, by reducing insulin, we will see an increase in body metabolism and finally, more weight loss.

Conflicts of interest: None

Funding: Mazandaran University of Medical Science

Cite this article as:

Hashemi Chashmi SZ, Azizi S. The Effect of Aerobic Exercise with Both High and Moderate Intensity Along with Green Coffee Supplement on the Level of Glycemic Index and Myonectin in Obese Women. *Razi J Med Sci.* 2024(28 Oct);31.137.

Copyright: ©2024 The Author(s); Published by Iran University of Medical Sciences. This is an open-access article distributed under the terms of the CC BY-NC-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.en>).

***This work is published under CC BY-NC-SA 4.0 licence.**

مقدمه

اضافه وزن و چاقی با پیامدهای سلامتی منفی همراه است و فشار اقتصادی قابل توجهی بر سیستم‌های بهداشتی وارد می‌کند (۱). چاقی با رشد تعداد و اندازه سلول‌های چربی همراه است که منجر به تغییرات فیزیولوژیکی می‌شود و می‌تواند یک عامل تهدیدکننده برای ایجاد انواع بیماری‌ها از جمله دیابت نوع ۲، بیماری‌های قلبی-عروقی، انواع سرطان و حتی مرگ و میر به‌طور مستقیم با میزان چاقی مرتبط می‌باشد (۲). دیابت یک بیماری متابولیک است که با مقاومت به انسولین در بافت هدف و افزایش مزمن گلوکز خون مشخص می‌شود. بین چاقی و مقاومت به انسولین نیز ارتباط مستقیمی وجود دارد (۳). متابولیسم عضلات اسکلتی تنظیم‌کننده مهمی در کنترل گلوکز کل بدن و هموستاز چربی به حساب می‌آید. علاوه بر این، کاهش میزان جذب گلوکز در عضله اسکلتی به واسطه انسولین، به عنوان مکانیسم اساسی مهم دیابت نوع دو شناخته شده است (۴). تغییر سبک زندگی به خصوص افزایش فعالیت بدنی یک روش درمانی مناسب برای معکوس کردن مقاومت به انسولین است (۵).

مایونکتین یکی از مایوکاین‌های تازه شناخته شده‌ای است که از عضلات اسکلتی ترشح می‌شود (۶) و با وضعیت متابولیکی بدن ارتباط دارد؛ به طوری که در شرایط روزه‌داری سطوح مایونکتین کاهش یافته و پس از دریافت کالری افزایش می‌یابد (۷). محققان مشاهده کردند که بین مایونکتین و شاخص‌های گلايسمیک به ویژه مقاومت به انسولین ارتباط وجود دارد (۷). به این شکل که باعث فسفریله شدن پروتئین کیناز فعال شونده با AMP (AMP-activated protein kinase) AMP، افزایش فراخوانی سطح سلولی ناقل گلوکز-۴ یا GLUT4 (Glucose transporter 4)، بهبود سرعت جذب گلوکز و تحریک اکسیداسیون اسیدچرب می‌شود. این عامل برخلاف سایر مایوکاین‌ها، فقط در عضله اسکلتی بیان می‌شود و به نظر می‌رسد نقش پیام‌رسانی را بین عضلات اسکلتی، کبد و بافت چربی بر عهده دارد (۸ و ۹). مطالعات نشان داده‌اند که اختلال در تولید و عملکرد مایونکتین می‌تواند گیرنده‌های انسولینی را غیرفعال و مقاومت به انسولین را افزایش دهد (۱۰). بر اساس تحقیقاتی که سالدین و

همکاران انجام دادند به این نتایج دست یافتند که مایونکتین گردش خون و بیان ژن آن با چاقی کاهش می‌یابد (۷) و انقباضات عضلانی بیان ژن مایونکتین را افزایش می‌دهد (۸). به نظر می‌رسد که افزایش ر سوب اسیدهای چرب آزاد در بافت عضلانی به دنبال رژیم غذایی پرچرب و بافت چربی باعث می‌شود توانایی عضله اسکلتی برای تولید مایوکاین‌هایی مانند مایونکتین کاهش یابد (۱۱). بر اساس تحقیقات انجام شده مداخله فعالیت بدنی و تغذیه می‌تواند با بهبود چاقی، موجب پیشگیری از بروز بیماری‌های مرتبط با آن شود. لیم و همکاران با تحقیقی که بر روی ۲۸ زن جوان و سالمند انجام دادند به این نتیجه دست یافتند که ۱۰ هفته تمرین هوازی با ۸۰-۶۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی سطوح پیش‌ساز مایونکتین و مقاومت به انسولین را کاهش داد (۱۲). در حالی که سالدین و همکاران در سال ۲۰۱۲ افزایش بیان مایونکتین سرم را بعد از دو هفته تمرین هوازی مشاهده کردند (۶). همچنین کرانیو و همکاران نشان دادند که تمرین استقامتی حساسیت به انسولین را در آزمودنی‌های جوان و میانسال مقاومت به انسولین بهبود بخشید (۱۳). پور رنجبر و همکاران در پژوهشی که بر روی ۸۰ زن چاق انجام دادند مشاهده کردند که ۸ هفته تمرین هوازی با شدت ۷۰-۵۰ درصد حداکثر ضربان قلب باعث افزایش مایونکتین و کاهش مقاومت به انسولین شد (۱۴).

قهوه یکی از پر مصرف‌ترین نوشیدنی‌های جهان محسوب می‌شود که دانه‌های آن حاوی مقادیر بالایی از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی با خواص ضد چاقی می‌باشد (۱۵). تحقیقات نشان داده‌اند که قهوهی سبز از طریق مکانیسم‌های گوناگون بر کاهش چاقی و افزایش چربی سوزی کمک می‌کند. قهوه سبز حاوی دو ماده موثر در موضوع متابولیسم، با نام اسید کلروژنیک (Chlorogenic acid) و کافئین می‌باشد. اسید کلروژنیک موجود در قهوه سبز، علاوه بر کاهش ۴۵ درصدی جذب چربی موجود در غذا، سوخت و ساز را نیز تحریک می‌کند. آنتی‌اکسیدان اصلی در عصاره قهوه سبز یعنی اسید کلروژنیک، در آزاد شدن آنزیم گلوکز ۶ - فسفات (Glucose 6 - phosphate)، آنزیم کلیدی در مسیر گلیکولیز و تعیین‌کننده فرآیند سوخت و ساز مواد سوختی در سلول نقش دارد. کافئین، دیگر ماده موجود

و به این نتیجه رسیدند که تمرین اینتروال با شدت بالا تنها به لحاظ زمانی نسبت به تمرین هوازی سنتی دارای مزیت است (۲۲). قهوه سبز از گیاهان دارویی است که با افزایش متابولیسم به دلیل مقدار زیاد اسید کلروفرم و کافئین، چربی بدن را کاهش می‌دهد (۲۳) و به عنوان یک رژیم مهم برای کاهش وزن شناخته می‌شود. با این حال، پژوهش‌های مختلف به تاثیر تمرین هوازی به همراه مصرف قهوه سبز برای کاهش وزن بررسی کرده‌اند. اما تحقیقات بسیار کمی به تاثیر تمرین هوازی با شدت بالا و تمرین هوازی با شدت متوسط بر شاخص‌های گلاسیسمیک و مایونکتین پرداختند. در این راستا پژوهش حاضر با ترکیب تمرینات هوازی با شدت بالا و تمرین هوازی با شدت متوسط به همراه مصرف همزمان قهوه سبز بر شاخص‌های گلاسیسمیک و مایونکتین زنان چاق به دنبال یافتن پاسخ این پرسش اساسی است که آیا هشت هفته فعالیت تمرینات هوازی با شدت بالا و تمرین هوازی با شدت متوسط به همراه مصرف همزمان قهوه تاثیر معناداری برای کاهش وزن دارد؟ از این رو مطالعه حاضر به بررسی این امر خواهد پرداخت.

روش کار

مطالعه حاضر از نوع طرح‌های نیمه تجربی با روش پیش‌آزمون - پس‌آزمون است. جامعه آماری شامل زنان غیر فعال دارای اضافه وزن با دامنه سنی ۲۰ الی ۳۰ سال با شاخص توده بدنی (Body Mass Index-BMI) 5 ± 30 کیلوگرم/مترمربع مراجعه کننده به دانشگاه پیام نور شهر ساری بودند. برای انتخاب نمونه ابتدا اطلاعاتی در بین دانشگاه پیام نور ساری توزیع شد و از افراد با دامنه سنی (۲۰ الی ۳۰ سال) و BMI (5 ± 30) کیلوگرم/مترمربع) مورد نیاز پژوهش حاضر درخواست همکاری و از آن‌ها خواسته شد در صورت تمایل به صورت داوطلبانه در این پژوهش شرکت کنند. بر این اساس ۲۰۰ نفر زن چاق و دارای اضافه وزن پس از نصب پوستر و فراخوان شرکت در تحقیق اعلام آمادگی داوطلبان کردند. پس از اندازه‌گیری‌های اولیه و بر اساس معیاری‌های تحقیق، ۷۲ نفر از این نمونه جهت

در قهوه سبز نیز بر سوخت و ساز چربی تاثیر دارد (۱۶). مطالعات نشان داده‌اند که پلی‌فنول‌ها، به‌عنوان متابولیسم ثانویه گیاهان، با اثرات آنتی‌اکسیدانی خود و کاهش سطح رادیکال‌های آزاد عضله، به عنوان یکی از عوامل مداخله‌گر در آتروفی عضلانی، بر کاهش تخریب پروتئین‌ها و در نتیجه در آتروفی عضلانی موثرند (۱۷). فرم گلیکوزیله (Glycosylated) پلی‌فنول اسید کلروژنیک (CGA) مهم‌ترین پلی‌فنول در قهوه سبز می‌باشد که پس از برشته شدن به اسید کافئیک و اسید کوئینیک (Caffeic acid & quinic acid) شکسته می‌شود. گزارش‌های علمی حاکی از آن است که اسید کلروژنیک و اسید کافئیک آنتی‌اکسیدان‌هایی هستند که منجر به پیشگیری از بیماری‌هایی مانند دیابت نوع دوم و بیماری قلبی-عروقی منجر می‌شوند (۱۸). بنابراین می‌توان انتظار داشت که مصرف قهوه سبز به عنوان منبعی غنی از اسید کلروژنیک موجب بهبود ترکیب بدن و هموستاز شود. با توجه به اینکه در منابع به نقش فعالیت بدنی در بهبود ترکیب بدن و هموستاز گلوکز اشاره شده است (۱۹)، انتظار می‌رود در نتیجه مصرف قهوه سبز و داشتن تمرینات ورزشی منظم، شاهد بهبود بیشتر ترکیب بدن و هموستاز گلوکز باشیم. مطالعات زیادی حداکثر اکسیداسیون چربی را در شدت‌های بین ۲۵ تا ۸۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی گزارش داده‌اند، اما مطالعات کمتری در دسترس است که به طور دقیق شدتی از فعالیت را که موجب بیشترین اکسایش چربی شود را نشان دهد. با وجود فواید سلامتی بالقوه زیاد تمرین هوازی، بسیاری از بزرگسالان به علت نداشتن زمان کافی به عنوان یک مانع مهم، در این تمرینات شرکت نمی‌کنند (۲۰). علاوه بر این بسیاری از محققان پیشنهاد کرده‌اند که تمرینات با شدت بالا در مقایسه با تمرین 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 است (۲۱). با این وجود کیتینگ و همکاران به بررسی مقایسه تمرین اینتروال با شدت بالا و تمرین تداومی سنتی بر نیم رخ لیپیدی و توزیع چربی افراد دارای اضافه وزن پرداختند

پایینی قفسه سینه و ناف) دور باسن در پهن ترین ناحیه عضله سرینی؛ نسبت دور کمر به دور باسن (WHR-waist-hip ratio) و از تقسیم نسبت دور کمر به دور باسن بر حسب سانتی متر به دست آمد (۲۵). قهوه سبز استاندارد شده از شرکت بنیان سلامت کسری ایران مورد تایید سازمان غذا و دارو، از داروخانه های معتبر تهیه شد. آزمودنی ها به مدت ۸ هفته، روزانه مقدار ۴۰۰ میلی گرم قرص قهوه را قبل از شام به روش دوسوکور مصرف کردند (۲۶).

قبل از شروع برنامه تمرینی طی یک جلسه شرایط اجرای پژوهش و برنامه تمرینی جهت مداخله برای آزمودنی ها توضیح داده شد و پس از تکمیل فرم رضایت آگاهانه و پرسش نامه به وسیله آن ها اندازه گیری های مربوط به قد و وزن به عمل آمد.

پروتکل تمرین شامل گرم کردن، برنامه اصلی و مرحله سرد کردن بود. گرم کردن شامل دویدن های نرم، انجام حرکات های کششی و انعطاف پذیری در اندام های بالاتنه و پایین تنه به مدت ۱۰ دقیقه بود. برنامه اصلی تمرین در دو شدت تمرینی اجرا شد (جدول ۱). تمرین اصلی در گروه با شدت متوسط (MIT) شامل حرکات ایروبیک با شدت ۶۰ درصد شروع و تا شدت ۸۰ درصد حداکثر ضربان قلب بیشینه در طول دوره تمرینی ادامه داشت. تمرین اصلی در گروه با شدت بالا (HIT) شامل حرکات ایروبیک با شدت ۸۰ تا ۹۰ درصد حداکثر ضربان قلب بیشینه در طول دوره تمرینی ادامه یافت (۲۷). گروه مکمل قهوه سبز نیز فقط قرص قهوه سبز را

شرکت در تحقیق انتخاب و به طور تصادفی به شش گروه ۱۲ نفری شامل گروه تمرین هوازی با شدت بالا (High-intensity-HIT)، تمرین هوازی با شدت متوسط (Moderate intensity-MIT)، تمرین هوازی با شدت بالا/قهوه سبز، تمرین هوازی با شدت متوسط/قهوه سبز، مکمل قهوه سبز و گروه کنترل تقسیم شدند. از شرکت کنندگان خواسته شد برگه یادآمد غذایی را در ۲۴ ساعت قبل از خون گیری اولیه و ثانویه، تکمیل نموده و سعی کنند مشابه همین برنامه غذایی اولیه را در ۲۴ ساعت قبل از مرحله خون گیری نهایی رعایت کنند تا تأثیر رژیم غذایی قبل از خون گیری در نتایج به حداقل برسد (۲۴). به علاوه، به آزمودنی ها تاکید شد که در طول دوره تحقیق از فعالیت های ورزشی دیگری و مصرف هرگونه دارو اجتناب کنند. در این پژوهش کلیه استانداردهای اصول کار پژوهشی در مورد انسان که در اعلامیه هلسینکی (Helsinki) مشخص شده، رعایت و پروتکل آن در کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی مازندران با شناسه IR.MAZUMS.REC.1399.7736 به ثبت رسید.

اندازه گیری متغیرهای ترکیب بدنی قبل و پس از اتمام مداخلات انجام شد. وزن شرکت کنندگان در پژوهش توسط ترازوی SECA مدل ۷۵۰ با دقت ۱۰۰ گرم و ساخت کشور آلمان؛ قد آن ها توسط متر نواری عمود شده بر دیوار با دقت یک میلی متر؛ BMI با تقسیم وزن بر حسب کیلوگرم بر مجذور قد بر حسب متر؛ دور کمر با یک متر نواری در کمترین نقطه (بین انتهای

جدول ۱- برنامه تمرینی

شدت تمرین	نوع تمرین	مدت تمرین	تعداد جلسات در هفته	تکرار هر چرخه	استراحت بین هر چرخه
تمرین با شدت متوسط (MIT)	اسکات، لانژ، شنای سوئدی، چرخش بالاتنه، حرکت W، حرکت X، حرکت دبل استپتاش، مامبو، چرخش بدن، پرش جفت، پرش جفت به بغل و عقب	۲۵-۴۰	۳	۲-۳	۴-۵
تمرین با شدت بالا (HIT)	های ایمپکت پرش جفت پا و جهش، های لو ایمپکت ترکیبی پرش و جهش با هم روی دوپا، طناب زدن و بلافاصله حرکت پروانه، پرشبه سمت بالا و پایین، بورپی، درجا دویدن، جک اسکات، ضربه پاشنه و لانژ معکوس	۴۰-۵۵	۳	۳-۵	۲-۵

شماره کاتالوگ CK-E91376 با دامنه اندازه‌گیری ۱۰-۰/۰۵ پیکوگرم در میلی‌لیتر و میزان حساسیت ۰/۰۳ پیکوگرم در میلی‌لیتر؛ همه ساخت شرکت ایست بیوفارم (Stop biofarm) کشور امریکا؛ اندازه‌گیری گردیدند. مقاومت به انسولین با روش ارزیابی مدل هومئوستازی (Homeostatic Model Assessment of Insulin Resistance) (HOMA-IR) بر اساس گلوکز خون ناشتا برحسب میلی‌گرم بر دسی‌لیتر در غلظت انسولین ناشتا برحسب میلی‌واحد بر لیتر، تقسیم بر عدد ثابت ۴۰۵ صورت گرفت (۲۹).

روش‌های آماری: داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۹ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. به منظور تعیین طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک (Shapiro-Wilk) استفاده شد. برای مقایسه پیش آزمون و پس آزمون گروه‌ها از آزمون t استفاده شد. سپس از آزمون تحلیل کوواریانس (Covariance) و آزمون بونفرونی (Bonferroni) برای مقایسه تغییرات گروه‌ها بهره برداری گردید. سطح معنی‌داری در کلیه موارد $p \leq 0/05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

مشخصات به دست آمده از وضعیت پیکرسنجی آزمونی‌های پژوهش در جدول ۲ ارائه شده است. بنابر اطلاعات به دست آمده، گروه‌ها هیچ تفاوت معناداری در

طبق دستور مصرف کردند و هیچ‌گونه تمرینی را در طول دوره انجام نمی‌دادند. شدت تمرینات با توجه به دستورات عمل‌های هوازی طبق کالج پزشکی ورزشی آمریکا (The American College of Sports Medicine) (ACSM) با استفاده از فرمول کارونن محاسبه شد (۲۸). در طی انجام پروتکل تمرینی ضربان قلب آزمودنی‌ها به طور مداوم ثبت و شدت فعالیت آن‌ها کنترل شد. حداکثر ضربان قلب نیز با استفاده از فرمول سن-۲۲۰ آزمودنی‌ها محاسبه شد.

نحوه خون‌گیری و ارزیابی متغیرهای بیوشیمیایی: نمونه خون از ورید سیاهرگ بازویی در جلسه اول و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین، در حالت ناشتا، در حالت نشسته به مقدار ۱۰ میلی‌لیتر اخذ گردید. پس از اتمام دوره تمرینی و گذشت ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین، در موقعیت کاملاً مشابه مرحله اول، نمونه خونی مرحله دوم گرفته شد. بلافاصله بعد از اتمام خون‌گیری در هر مرحله، برای جدا سازی نمونه‌های سرم با سرعت ۳۵۰۰ تا ۳۸۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شدند. سطوح انسولین سرم با کیت الایزا (ELISA kit Human Insulin) (INS) با شماره کاتالوگ CK-E10732 با دامنه اندازه‌گیری ۶۰-۰/۲ پیکوگرم در میلی‌لیتر و میزان حساسیت ۰/۱۱ پیکوگرم در میلی‌لیتر، و مایونکتین با استفاده از کیت الایزا (ELISA kit Myonectin) (CTRP15) با

جدول ۲- مشخصات پیکرسنجی شرکت کنندگان پژوهش

گروه‌ها	وزن (کیلوگرم)		شاخص توده بدنی (کیلوگرم/مترمربع)		دور کمر (سانتیمتر)		نسبت دور کمر به دور باسن	
	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون
کنترل	۷۹/۷۵±۱/۳۴	۷۹/۴۲±۱/۶۹	۳۰/۵±۱/۳	۳۰/۲۲±۱/۶۹	۹۶/۶±۷/۴	۹۵/۶۳±۶/۸	۰/۸۹±۰/۰۸	۰/۸۶±۰/۰۸
مکمل	۸۰/۶۵±۴/۰۵	۸۰/۳۹±۴/۱۵	۲۹/۸۴±۲/۲۲	۲۹/۷۵±۲/۲۹	۹۷/۴۵±۵/۹۰	۹۴/۹۰±۳/۶۱	۰/۸۸±۰/۰۷	۰/۸۵±۰/۰۴
تمرین هوازی با شدت متوسط	۹۰/۴۴±۵/۹	۸۴/۹±۱۲/۸۳	۳۴/۴۹±۵/۸۷	۳۲/۵۴±۶/۴۳	۹۶±۷/۶۸	۹۲/۴۵±۸/۱۷	۰/۸۳±۰/۰۵	۰/۸۱±۰/۰۴
تمرین هوازی با شدت بالا	۷۸/۴۳±۷/۸۳	۷۲/۴۵±۶/۷	۳۲/۲۳±۳/۲۹	۲۹/۲۵±۲/۴۰	۹۸/۲۵±۸/۱۷	۹۴/۸۷±۹/۸۸	۰/۸۸±۰/۰۹	۰/۸۴±۰/۰۸
تمرین هوازی با شدت متوسط/مکمل	۸۸/۰۲±۱۵/۹	۸۳/۰۷±۱۶/۱۷	۳۳/۶۷±۸/۳۳	۳۰/۶۶±۵/۷۱	۹۷/۱۲±۸/۹۲	۹۰/۸۶±۹/۱۴	۰/۸۷±۰/۰۵	۰/۸۲±۰/۰۴
تمرین هوازی با شدت بالا/مکمل	۷۹/۵۸±۱۶/۱۲	۷۲/۵۲±۱۳/۹	۳۱/۹۱±۸/۹۷	۲۸/۶۴±۸/۳۳	۹۶/۲۵±۷/۷۳	۸۹/۱۶±۸/۲۷	۰/۸۷±۰/۰۶	۰/۸۰±۰/۰۵

*نشانه تفاوت معنی‌دار نسبت به مرحله پیش آزمون در سطح $p < 0/05$.

معنادار نبود. سایر گروه‌ها نیز همگی نسبت به گروه کنترل تفاوت معنی‌دار را نشان دادند.

بحث

بنابر نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر به غیر از گروه تمرین با شدت متوسط، گروه‌های تمرین با شدت بالا بدون مکمل قهوه سبز، تمرین با شدت متوسط و با شدت بالا همراه با مکمل نسبت به گروه کنترل و مکمل افزایش معنی‌داری را در میزان مایونکتین و انسولین نشان دادند علاوه بر این کاهش معنی‌دار در شاخص‌های آنتروپومتریکی (وزن، توده بدنی، محیط کمر، دور باسن)، مقادیر گلوکز و مقاومت به انسولین پس از ۸ هفته تمرین داشتند. نتایج همه گروه‌های به دست آمده هم راستا با نتایج کریم‌نژاد و دیگران (۳۰) و وسدی و همکاران (۳۱) می‌باشد. در مطالعات این محققان، ضمن بررسی اثر همزمان مصرف قهوه سبز و تمرین در زنان چاق نشان داده‌اند که وزن و شاخص‌های ترکیب بدنی کاهش یافت. در حالی که آزمودنی‌های پریرا و همکاران و ناگو (Nagao) و همکاران که روزانه ۸۰۰ میلی‌گرم قهوه سبز را مصرف می‌کردند باعث کاهش وزن شد که با یافته‌های این مطالعه همسو نیست. آن‌ها گزارش کرده‌اند که مصرف عصاره قهوه سبز باعث کاهش سطح تری‌گلیسیرید پلاسما به ترتیب به میزان ۲۳ و ۲۹ درصد در مقایسه با گروه کنترل می‌شود. علت عدم همخوانی یافته‌ها احتمالاً در اختلاف دوز مصرفی قهوه سبز می‌باشد. در مطالعه حاضر مصرف قهوه سبز به میزان ۴۰۰ میلی‌گرم در طی روز بود، در حالی که در پژوهش آن‌ها میزان ۸۰۰ میلی‌گرم قهوه سبز در طول روز بود. به نظر می‌رسد دوز قهوه سبز بالاتر می‌تواند بر ترکیب بدنی و کاهش وزن موثرتر باشد (۱۶).

از دیگر نتایج این تحقیق، انجام هشت هفته تمرین با شدت مختلف به همراه مصرف قهوه سبز باعث افزایش مایونکتین و انسولین و کاهش گلوکز، مقاومت به انسولین در زنان چاق شده است که این نتیجه با نتایج پوررنجبر و همکاران، و خدادادی و همکاران همخوانی دارد. الماسی و همکاران در یک پژوهشی به تاثیر هشت هفته تمرین تناوبی هوازی و مصرف مکمل قهوه سبز بر

سطوح مایونکتین سرم، هورمون شبه متیورین سرم و مقاومت به انسولین در زنان چاق پرداخته و نشان دادند که سطوح سرمی مایونکتین و متیورین-لایک پس از تمرینات ورزشی (هوازی و تناوبی) و مصرف همزمان قهوه سبز به‌طور معناداری افزایش یافت. تحقیقات نشان داده‌اند که افزایش سطح مایونکتین در هنگام ورزش باعث فسفوریلاسیون AMPK می‌گردد و به کارگیری GLUT-4 و افزایش جذب گلوکز و تحریک اکسیداسیون اسیدهای چرب آزاد می‌شود. بنابراین افزایش ترشح آن در نتیجه انقباض عضلات در هنگام ورزش، می‌تواند مسیرهای تولید انرژی مورد نیاز در هنگام انقباض را فعال کند. به عبارت دیگر مایونکتین نقشی مانند انسولین را ایفا می‌کند، اما این افزایش در سطح مایونکتین با دو ساعت تاخیر پس از مصرف گلوکز یا لیپید اتفاق می‌افتد (۲). در واقع مایونکتین عمل برداشت گلوکز یا اسیدهای چرب را با تاخیر بر عهده دارد. پدرسون و دیگران به بررسی تاثیر ۹ هفته فعالیت ورزشی هوازی بر بیان مایونکتین در موش‌های نر پرداختند و تغییر معنی‌داری در بیان ژن مایونکتین مشاهده نکردند. علت این ناهم‌سویی احتمالاً به دلیل طبیعی بودن وزن آزمودنی‌های مطالعه فوق بوده، به طوری که در حالت طبیعی بودن وزن، معمولاً تغییر معنی‌دار این مایوکاین پس از تمرین دیده نمی‌شود (۸). محققان نشان داده‌اند که مایونکتین عمدتاً در عضلات اسکلتی بیان شده و از طریق فعالیت بدنی و رژیم غذایی تحریک می‌شود. بنابراین، افزایش سطوح مایونکتین پس از انقباض عضلانی می‌تواند آبشار سلولی را فعال کرده و موجب افزایش نیاز به انرژی در حین انقباض شود (۳۲ و ۳۳). کاهش سطح گلوکز خون با انجام تمرینات ورزشی در عضلات نیز از طریق جابه‌جایی و انتقال GLUT4 به غشای پلاسمایی فعال می‌شود. افزایش سطح مایونکتین پلاسما به کاهش مقاومت انسولین می‌انجامد، به طوری که ترشح مایونکتین به مکانیسم‌های جبرانی علیه مقاومت انسولینی در انسان کمک می‌کند (۳۴).

علاوه بر اینکه نتایج مربوط به انسولین بعد از تمرین همه گروه‌ها به غیر از گروه کنترل نسبت به قبل از

افراد چاق جوان انجام دادند، نشان دادند که تمرین با شدت بالا باعث کاهش مقاومت به انسولین می‌شود (۳۶). علاوه بر این میرسینکو و همکاران در بررسی‌های خود نشان دادند برنامه تمرینی HIIT حتی بدون تغییر در وزن بدن هم باعث کاهش مقاومت به انسولین و افزایش حساسیت سلول نسبت به انسولین می‌شود. علاوه بر این بیان کردند که افزایش حساسیت به انسولین به دنبال تمرین با شدت بالا مستقل از آنزیم استیل کوکربوکسیلاز (ACC) است (۳۷).

به نظر می‌رسد بیشتر سازگاری‌های ایجاد شده به دنبال تمرین با شدت بالا مربوط به تغییرات آنزیمی در سلول‌های عضلانی مرتبط هستند که سازوکار مولکولی آن با فعال کردن پروتئین کیناز فعال کننده آدنوزین مونوفسفات (AMPK) می‌باشد که سازوکار احتمالی برای افزایش ورود گلوکز به داخل سلول‌ها به ویژه سلول‌های عضلانی در این برنامه تمرین با شدت زیاد است که موجب افزایش حساسیت به انسولین می‌گردد. بر این اساس تحقیقاتی که تاکنون انجام شده اند نیز نشان دادند که اجرای هر جلسه فعالیت تناوبی شدید منجر به افزایش قابل توجه فعالیت این پروتئین سیگنالی می‌شود که مانند فعالیت‌های تداومی طولانی مدت عمل می‌کند. براساس نظر محققان مهم ترین عامل فعالیت این پروتئین تغییرات در نسبت بین غلظت آدنین نوکلئوتیدهای داخل سلول است. زاودون و همکاران علت افزایش حساسیت به انسولین را به دنبال HIIT افزایش بیان PGC-1 α و سطح بیان ژن گیرنده آدیپونکتین ۱ دانستند (۳۶). مصرف قهوه سبز به همراه انجام تمرینات ورزشی نیز می‌تواند بر هموستاز گلوکز اثرگذار باشد. اسیدکلروژنیک موجود در قهوه سبز در روده کوچک جذب شده و می‌تواند از طریق مهار گلوکز-۶ فسفات ترانس لوکاز (Glucose-6-phosphate transluase) و کاهش شیب سدیم مشتق از غشای آپیکال (Apical) انتقال دهنده گلوکز، موجب تاخیر در جذب گلوکز شود (۳۸).

با توجه به عوارض کوتاه مدت و بلند مدت چاقی، پیشگیری و بهبود آن می‌تواند با افزایش کیفیت زندگی فرد رابطه مثبتی داشته باشد. در این راستا روش‌های

تمرین افزایش معنی دار را نشان داد، در مقایسه زوجی این شاخص نیز در همه گروه‌های تمرین چه با شدت بالا و چه با شدت متوسط به همراه مکمل و بدون استفاده از مکمل نسبت به گروه کنترل افزایش معنادار، ولی نسبت به یکدیگر تفاوت معنی داری را نشان ندادند. در این ارتباط نیز نتایج بعضی از مطالعات گذشته با نتایج این مطالعه همخوانی دارد. در تحقیق وسدی و دیگران (۳۱)، کاهش انسولین پس از چهار هفته فعالیت ورزشی استقامتی در گروه تمرین + قهوه نسبت به گروه کنترل مشاهده شده است. تحقیقات نقش احتمالی فعالیت ورزشی در کاهش انسولین را ماده میانجی GLUT-4 می‌دانند. با ادامه فعالیت ورزشی و ایجاد سازگاری، گیرنده‌های انسولینی قادر به پاسخ مناسب تر به مقدار پایین تر انسولین می‌شوند و این امر موجب کاهش قند خون و در نهایت جلوگیری از ابتلا به دیابت می‌گردد. برخی محققان سازوکار بهبود انسولین را تنظیم اجزای پس گیرنده‌ی انسولین و همچنین پروتئین انتقال دهنده‌ی گلوکز (GLUT4) با تمرین می‌دانند. نقش تمرین در افزایش عملکرد انسولین از طریق کاهش تجمع تری گلیسیریدهای درون سلولی و افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب مشخص شده است (۳۵). نتایج مربوط به مقاومت به انسولین نشان داد پس از انجام تمرینات هوازی با شدت بالا و متوسط به همراه مصرف مکمل کاهش معنی داری داشته است. نکته قابل اهمیت این است که عضلات اسکلتی نقش اصلی در ایجاد مقاومت به انسولین دارند؛ به دلیل اینکه فعالیت‌های ورزشی متابولیسم گلوکز، چربی و حساسیت انسولینی را بهبود می‌بخشد. در این راستا، کازوموو و همکاران مطالعه‌ای روی ۲۴ بزرگسال چاق با برنامه تمرینی هوازی ۱۲ هفته‌ای با شدت ۸۰ تا ۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه انجام و نشان دادند بعد از ۱۲ هفته افزایش معناداری در حساسیت به انسولین مشاهده شد. اخیراً استفاده از برنامه تمرینات تناوب شدت بالا (High-intensity interval training- HIIT) رواج زیادی یافته و شاید یکی از کارآمدترین روش‌ها برای ورزش به نسبت زمانی که صرف می‌شود، باشد. در همین رابطه زاودون در پژوهشی که با همکاران بر روی

تقدیر و تشکر

این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی با شماره ۷۷۳۶ مورخ ۱۳۹۹/۰۸/۲۵ دانشگاه علوم پزشکی مازندران می‌باشد و بدین وسیله از موسسه حامی در این پژوهش تقدیر و تشکر می‌کنیم.

ملاحظات اخلاقی

این مقاله مستخرج از طرح پژوهشی با کد اخلاق IR.MAZUMS.REC.1399.7736 در دانشگاه علوم پزشکی مازندران به ثبت رسیده است.

مشارکت نویسندگان

سیده زلیخا هاشمی چاشمی نگارش، تجزیه، تحلیل و تفسیر داده‌ها را برعهده داشتند و سهیل عزیزی ویراستاری مقاله را انجام دادند.

References

1. Farhadipour M, Depoortere I. The Function of Gastrointestinal Hormones in Obesity-Implications for the Regulation of Energy Intake. *Nutrients*; 2021;13:1839.
2. Almasi Zefreei A, Taghian F, Jalali Dehkordi K. [Effect of 8 Weeks Aerobic Exercises and Green Coffee Supplement on Serum Myonectin, Meteorin-like, and Insulin Resistance in Obese Women]. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*. 2020;187: 58-67. (Persian)
3. Blaschke F, Takata Y, Caglayan E, Law RE, Hsueh WA. Obesity, peroxisome proliferator-activated receptor, and atherosclerosis in type 2 diabetes. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2006;26(1):28-40.
4. Heck JN, Mellman DL, Ling K, Sun Y, Wagoner MP, Schill NJ. A conspicuous connection: structure defines function for the phosphatidylinositol-phosphate kinase family. *Critical Reviews in biochemistry and molecular biology*. 2007;42(1):15-39.
5. Dehghani Yunarti F, Minasian V. Effect of exercise timing on blood glucose levels. *JAMS*. 2021;24(3):334-34.
6. Seldin MM, Peterson JM, Byerly MS, Wei ZG, Wong W. Myonectin (CTRP15), a Novel Myokine That Links Skeletal Muscle to Systemic Lipid Homeostasis. *J Biol Chem*. 2012 Apr 6;287(15):11968-11980

درمانی و تمهیدات بسیار گسترده‌ای به منظور کاهش وزن مورد استفاده قرار گرفته است، که مکمل‌دهی در کنار تنوعی از فعالیت‌های بدنی یکی از این روش‌ها می‌باشد. با بررسی‌های انجام شده از تحقیقات مشخص شده که عواملی مانند شدت، نوع تمرین و مدت آن از عوامل تاثیرگذار بر ترشح مایونکتین و شاخص‌های گلیسمیک هستند. به نظر می‌رسد افزایش این شاخص‌ها بیشتر به مقدار انرژی مصرفی تمرین ارتباط داشته باشد (۱۶). قهوه سبز با اثر بر متابولیسم چربی و گلوکز به کاهش جذب گلوکز و در نتیجه کاهش انسولین سرم و همچنین سرکوب جذب چربی، لیپوژنز و افزایش لیپولیز به کاهش وزن، کاهش درصد چربی و کاهش BMI منجر می‌شود.

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد تمرین‌های هوازی با شدت بالا و شدت متوسط به همراه مکمل دهی قهوه سبز در بین زنان چاق و دارای اضافه وزن باعث تغییر معناداری در شاخص‌های نسبت دور کمر به باسن، درصد چربی، BMI، توده بدن و همچنین بین تمرین هوازی با شدت بالا و شدت متوسط همراه با مکمل تفاوت معنی‌داری وجود ندارد؛ هرچند تمرینات HIT نسبت به MIT موثرتر بود که نشان‌دهنده تاثیر نوع تمرین بر این شاخص می‌باشد، ولی در مقایسه با گروه‌هایی که بدون مکمل بودند تفاوت معنی‌دار وجود داشت. به نظر می‌رسد برای به دست آوردن نتایج موثرتر، بهتر است از تمرینات HIT و ترکیب تمرین با مکمل استفاده شود؛ زیرا در این صورت با کاهش انسولین، افزایش متابولیسم بدن و در نهایت، کاهش وزن بیشتری را شاهد خواهیم بود. با توجه به اندک بودن مطالعات انجام شده در رابطه تاثیر تمرین هوازی با شدت بالا و متوسط پیشنهاد می‌شود مطالعات کارآزمایی بالینی با حجم نمونه بزرگ تر و همچنین با دوزهای مختلف از قهوه سبز و طول مدت تمرین بیشتر برای کاهش وزن به یک راهکار مطلوب بتوان دست یافت.

7. Dehkordi A AS, Jafari A, Fazel H H. [The effects of high intensity interval swimming training on serum myonectin and insulin resistance in postmenopausal overweight women]. *Razi Journal of Medical Sciences*; 2021;28(6):1-11. (Persian)
8. Peterson JM, Mart R, Bond CE. Effect of obesity and exercise on the expression of the novel myokines, Myonectin and Irisin. *PeerJ PrePrints*. 2014;2:e410v1.
9. Li F, Li Y, Duan Y, Hu C A A, Tang Y, Yin Y. Myokines and adipokines: involvement in the crosstalk between skeletal muscle and adipose tissue. *Cytokine Growth Factor Rev*. 2017;33:73-82
10. Gamas L, Matafome P, Seiça R. Irisin and Myonectin Regulation in the Insulin Resistant Muscle: Implications to Adipose Tissue: Muscle Crosstalk. *J Diabetes Res*. 2015;359159:1-8.
11. Niemann MJ, Tucker LA, Bailey BW, Davidson LE. Strength Training and Insulin Resistance: The Mediating Role of Body Composition. *J Diabetes Res*. 2020;7694825:1-11.
12. Lim S, Choi SH, Koo BK, Kang SM, Yoon JW, Jang HC. et al. Effects of aerobic exercise training on C1q tumor necrosis factor a-related protein isoform 5 (myonectin); association with insulin resistance and mitochondrial DNA density in women. *J Clin Endocrinol Metab*. 2012;97(1):E88-93.
13. Kraniou GN, Cameron-Smith D, Hargreaves M. Acute exercise and GLUT4 expression in human skeletal muscle: influence of exercise intensity. *J Appl Physiol*. 2006;101(3):934-7.
14. Pourranjbar M, Arabnejad N, Naderipour K, Rafie F. Effects of Aerobic Exercises on Serum Levels of Myonectin and Insulin Resistance in Obese and Overweight Women. *Journal of Medicine and Life*. 2018;11(4):381-386.
15. Sanchez-González I, Jiménez-Escrig, A, Saura-Calixto F. In vitro antioxidant activity of coffees brewed using different procedures (Italian, espresso and filter). *Food Chemistry*. 2005;90(1-2):133-9
16. Sharifi M, Rohani H, Shariat-Zadeh MJ, Mahallati V S. [Effect of Short-Term Green Coffee Supplementation on Fat Oxidation during Exercise in Obese Women]. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*. 2017;4(2):18-23. (Persian)
17. Saket A, Izadoost F, Shabani R. [The Effect of Combine Training and Green Coffee Consumption on the Serum Level of Testosterone, IGF-1 and Cortisol Hormone in Overweight and Obese Women]. *Journal of Neyshabur University of Medical Sciences*. 2017;5(2):65-76. (Persian)
18. Farias-Pereira R, Oshiro J, Kim K H, Park. Green coffee bean extract and 5-O-caffeoylquinic acid regulate fat metabolism in *Caenorhabditis elegans*. *Journal of Functional Foods*. 2019;48:586-593.
19. Mohammadi H, Avandi SM. [Effect of eight weeks resistance training with ginger supplementation on malondialdehyde and body composition index in type 2 diabetes patients]. *Koomesh*. 2020;21(1):73-82. (Persian)
20. Ebrahemi-Torkmani B, Siahkouchian 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.
21. King J, Broeder C, Browder K, Panton L. A comparison of interval vs. steady-state exercise on substrate utilization in overweight women. *Med Sci Sports Exerc*. 2002;34(5):S130.
22. 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. *J Obes*. 2014.
23. 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.
24. Atashak S, Peeri M, Azarbayjani M A, Stannard S R. Effects of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) supplementation and resistance training on some blood oxidative stress markers in obese men. *Journal of Exercise Science & Fitness*. 2014;12:26-30. (Persian)
25. Atashak S, Peeri M, Azarbayjani M A, Stannard S R. [Effects of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) supplementation and resistance training on some blood oxidative stress markers in obese men]. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 2014;12:26-30. (Persian)
26. Dujaili E, Abu h, M N, AlTurk W. Effect of green coffee bean extract consumption on blood pressure and anthropometric measures in healthy volunteers: a pilot crossover placebo controlled study. *Jordan Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2016;9(3):181-191.
27. Vishnupriya R, Rajarajeswaram P. Effects of aerobic exercise at different intensities in pre menstrual syndrome. *J Obstet Gynaecol India*. 2011;61(6):675-82.
28. Kaufman C, Berg K, Noble J, Thomas J. Ratings of perceived exertion of ACSM exercise guidelines in individuals varying in aerobic fitness. *Res Q Exerc Sport*. 2006;77(1):122-30.
29. Friedenreich C M, Neilson H K, Woolcott C G, McTiernan A, Wang Q, Ballard-Barbash R, et al. Changes in insulin resistance indicators, IGFs, and adipokines in a year-long trial of aerobic exercise in postmenopausal women. *Endocrine-Related Cancer*. 2011;18(3):357.
30. Karimnezhad N, Mahdavi R M, Izaddoust F,

Shabani R. [The Simultaneous Effects of Green Coffee and Combine Exercise Training on Body Composition and Glucose Homeostasis in Obese and Overweight Women]. *Journal of Medicinal Herbs*. 2019;4(72). (Persian)

31. Vosadi E, Ravasi A A, Soori R, Mazaheri Z, Shabkhiz F, Barzegar H. The Effect of Four Weeks of Endurance Exercise on the Expression of Muscle Myonectin Levels and Insulin Resistance in the Adult Rat. *Pathobiology*. 2016;19(2):89-97. (Persian)

32. Guo A, Li K, Xiao Q. Sarcopenic obesity: Myokines as potential diagnostic biomarkers and therapeutic targets? *Experim Gerontol*. 2020;111022.

33. Bostrom P, Wu J, Jedrychowski M P, Korde A, Ye L, Lo J C. A PGC1-a-dependent myokine that drives brown-fat-like development of white fat and thermogenesis. *Natur*. 2012;481(7382):463-8.

34. Pelczy nska M, Miller-Kasprzak E, Piatkowski M, Mazurek R, Klause M, Suchecka A, Bucon, M Bogda nski P. The Role of Adipokines and Myokines in the Pathogenesis of Different Obesity Phenotypes—New Perspectives Antioxidants. 2023;12:2046.

35. Hoseini R, Parvizi Mastali V. Effect of different exercise training on insulin sensitivity: A review article. *Feyz*. 2021;25(3):935-45.

36. Za'don NHA. High-intensity interval training induced PGC-1a and AdipoR1 gene expressions and improved insulin sensitivity in obese individuals. *Med J Malaysia*. 2019;74:461-66.

37. Marcinko K, Sikkema S R, Samaan M C, Kemp B E, Fullerton M D, Steinberg G R. High intensity interval training improves liver and adipose tissue insulin *Molecular Metabol*. 2015;4:903-15

38. Cho J, ParK Y. Kahweol, a coffee diterpene, increases lifespan via insulin/insulin-like growth factor-1 and AMP-activated protein kinase signaling pathways in *Caenorhabditis elegans*. *Current Research in Food Science*. 2023;100618.