Feyz Medical Sciences Journal
2024, Volume 28, Issue 2
Pages: 174-182
Doi: 10.48307/FMSJ.2024.28.2.174
Original Article

The effect of high intensity interval training and thyme supplementation on serum levels of omentin 1 and fibroblast growth factor 21 in sedentary young girls

Zahra Mohseni [1], Bahram Abedi [1*], Yaser Kazemzadeh [2]

[1] Department of Sports Physiology, Faculty of Humanities, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
[2] Department of Sports Physiology, Faculty of Physical Education, Islamshahr Branch, Islamic Azad University, Islamshahr, Iran

[*]**Corresponding author: Bahram Abedi**, Department of Sports Physiology, Faculty of Humanities, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
Email: abedi_bahram2000@yahoo.com

Received: 22 March 2024 **Revised:** 20 May 2024 **Accepted:** 20 May 2024

Abstract

Background and Aim: Various factors in the body, such as omentin-1 (an adipokine of fat tissue) and FGF21 (an endocrine hormone with anti-inflammatory properties), decrease after periods of inactivity. This study aimed to investigate the effects of high-intensity interval training (HIIT) and thyme supplementation on the serum levels of omentin-1 and FGF-21 in sedentary young girls.

Methods: In this clinical trial, 48 young girls were randomly assigned to four groups (n=12 each): HIIT training, thyme supplementation, HIIT + thyme, and control. Serum samples were collected at two time points: pre-test and post-test. Serum levels of omentin-1 and FGF21 were analyzed using specific ELISA kits.

Results: The results showed that there was no significant difference in serum omentin-1 levels before (P=0.505) and after (P=0.542) the test in all four groups. However, post-test FGF-21 levels varied significantly among the groups (P=0.014). Post-test results indicated that FGF-21 levels were significantly higher in the HIIT + Thyme group (P=0.019; effect size=0.465), HIIT group (P=0.049; effect size=0.406), and thyme group (P=0.037; effect size=0.424) compared to the control group. Furthermore, a significant increase in the FGF-21 levels was observed in the thyme (P=0.001), HIIT (P=0.002), and HIIT + thyme (P=0.003) groups after the interventions.

Conclusion: The study suggests that the increase in FGF-21 is a beneficial outcome of HIIT exercises with or without thyme supplementation. Combining HIIT exercises with thyme supplements may lead to a greater increase in FGF-21 levels. However, further research is required to confirm these findings.

Keywords: High-intensity interval training (HIIT), Thyme, FGF-21, Omentin1, Sedentary

Copyright© 2024. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms. Downloaded from: http://feyz.kaums.ac.ir/

مجله علوم پزشکی فیض
دوره ۲۸، شماره ۲، خرداد و تیر ۱۴۰۳
صفحات: ۱۸۲-۱۷۴
Doi: 10.48307/FMSJ.2024.28.2.174
اصیل پژوهشی

تأثیر تمرین تناوبی شدید و مصرف مکمل آویشن بر سطوح سرمی امنتین ۱ و فاکتور رشد فیبروبلاست ۲۱ در دختران جوان کم تحرک

زهرا محسنی [۱]، بهرام عابدی [۱*]، یاسر کاظم زاده [۲]

[۱] گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم انسانی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[۲] گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، واحد اسلامشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اسلامشهر، ایران

دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۰۱/۳ **اصلاح مقاله:** ۱۴۰۳/۰۲/۳۱ **پذیرش مقاله:** ۱۴۰۳/۰۲/۳۱

چکیده

زمینه و هدف: عوامل مختلفی در بدن مثل امنتین-۱ (آدیپوکین بافت چربی) و FGF21 (یک هورمون درون ریز با خاصیت ضدالتهابی) به دنبال بی‌تحرکی کاهش می‌یابند. هدف از تحقیق حاضر تعیین تاثیر تمرین تناوبی شدید (HIIT) و مصرف مکمل آویشن بر سطوح سرمی امنتین و FGF-21 در دختران جوان کم‌تحرک است.

روش‌ها: در این کارآزمایی بالینی، ۴۸ دختر جوان به صورت تصادفی به چهار گروه (۱۲ نفری) تمرین HIIT، آویشن، HIIT +آویشن و کنترل تقسیم شدند. نمونه های سرمی در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون اخذ شد. سطح سرمی امنتین-۱ و FGF21 با استفاده از کیت‌های اختصاصی الایزا سنجش شدند.

یافته‌ها: تفاوت معنی‌داری بین سطح سرمی امنتین-۱ قبل (P=۰/۵۰۵) و بعد (P=۰/۵۴۲) از آزمون در ۴ گروه مورد مطالعه وجود نداشت. مقادیر پس‌آزمون FGF-21 بین گروه‌ها تفاوت معنی‌داری داشت (P=۰/۰۱۴) به طوری که بر اساس آزمون تعقیبی، در گروه‌های HIIT +آویشن (P=۰/۰۱۹؛ ۰/۴۶۵= اندازه اثر) و HIIT (P=۰/۰۴۹؛ ۰/۴۰۶= اندازه اثر) و آویشن (P=۰/۰۳۷؛ ۰/۴۲۴= اندازه اثر) به طور معنی‌داری بیشتر از گروه کنترل بود. افزایش معنی‌دار مقادیر FGF-21 در گروه‌های آویشن (P=۰/۰۰۱)، HIIT (P=۰/۰۰۲) و HIIT +آویشن (P=۰/۰۰۳) پس از انجام مداخلات مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: افزایش FGF-21 از تاثیرات مطلوب تمرینات HIIT با یا بدون مصرف آویشن است که انجام همزمان تمرینات HIIT و مصرف مکمل اویشن می‌تواند افزایش بیشتری در مقادیر FGF-21 ایجاد کند. با این حال، انجام مطالعات بیشتر در این زمینه ضروری است.

کلیدواژه‌ها: تمرینات تناوبی شدید، آویشن، فاکتور رشد فیبروبلاست-۲۱، امنتین-۱، کم‌تحرک

*نویسنده مسئول: **بهرام عابدی**. پست الکترونیک: abedi_bahram2000@yahoo.com
آدرس: گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران

مقدمه

سبک زندگی بی‌تحرک یک عامل خطر قوی و مستقل برای بسیاری از بیماری‌های مزمن، از جمله بیماری‌های مرتبط با التهاب سیستمیک مداوم بوده و با افزایش عوارض، مرگ‌ومیر، کاهش کیفیت زندگی و امید به زندگی کلی مرتبط است [۱]. شیوع کم‌تحرکی در بین نوجوانان بالاست، به طوری که ۸۴ درصد از دانش‌آموزان فعالیت ورزشی منظم نداشته و ۳۷ درصد دانش‌آموزان زندگی کم‌تحرک را تجربه می‌کنند [۲]. با ارزیابی دختران نوجوان مشخص شده که جنسیت مونث، اضافه وزن یا چاق بودن، با کمبود فعالیت بدنی مرتبط است [۳]. کم‌تحرکی می‌تواند بر میزان تولید و ترشح پروتئین‌ها و سیتوکین‌های مختلف از بافت‌های بدن تاثیرگذار باشد. در همین راستا، از جمله پروتئین‌هایی که تحت تاثیر کم‌تحرکی و وزن بدن قرار می‌گیرد و بر التهاب موثر است می‌توان به Fibroblast growth factor 21 (FGF-21) اشاره کرد. فاکتور رشد فیبروبلاست ۲۱ یک هورمون درون‌ریز است که عمدتاً توسط کبد و بافت چربی تولید می‌شود [۴]. نتایج برخی مطالعات نشان داده است که FGF-21 اثرات ضدالتهابی بر روی پره‌آدیپوسیت‌ها دارد [۵]. FGF-21 یک هپتوکاین، مایوکاین، آدیپوکاین می‌باشد که به طور عمده در کبد و عضله بیان می‌شود و نقش تنظیمی مهمی در متابولیسم گلوکز و چربی در انسان و جوندگان ایفا می‌کند و برداشت گلوکز در آدیپوسیت‌ها را از طریق القای Glucose transporter 1 (GLUT-1) تحریک و ترشح گلوکاگون توسط سلول‌های آلفای پانکراس را مهار می‌کند [۶]. در مورد اثرات کم‌تحرکی بر FGF-21 پلاسمایی نتایج روشنی گزارش نشده است اما نتایج یک مطالعه نشان داده که در نمونه‌های چاق مقاومت به FGF-21 وجود دارد [۷]. با این حال به نظر می‌رسد FGF-21 دارای اثرات ضد چربی است که از طریق افزایش مصرف چربی و کاهش توده چربی منجر به کاهش وزن می‌شود [۸].

امنتین-۱، آدیپوکین شناسایی شده در بافت چربی است که با چاقی و بیماری‌های همراه آن نیز مرتبط است. آدیپوکین در بافت چربی احشایی بیان می‌شود که با مقاومت به انسولین و چاقی ارتباط منفی دارد [۹]. طبق گزارشات، بیان ژن امنتین در گردش خون در بافت چربی احشایی افراد چاق کاهش می‌یابد [۱۰]. دیگر مطالعات نیز گزارش کرده‌اند که امنتین-۱ نقش مهاری بر التهاب دارد [۱۱].

Tanimura و همکاران دریافتند که ورزش هوازی غلظت سرمی FGF-21 را هم در انسان لاغر و هم در موش افزایش می‌دهد [۱۲]. بااین‌حال، زمانی که ورزش و FGF-21 در چاقی و اختلال عملکرد متابولیک بررسی شده، نتایج متفاوت بوده است. قره‌خانلو و همکاران افزایش معنی‌دار در FGF-21 سرم در افراد مبتلا به چاقی پس از تمرینات آبی را نشان دادند [۱۳]. بااین‌حال، یک مطالعه نتایج معکوس (بیش از ۵۰ درصد کاهش در FGF21 پلاسما) را پس از ۱۲ هفته تمرین ورزشی در شرکت‌کنندگان دارای اضافه وزن نشان داد [۱۴]. علاوه‌براین، دیگر مطالعات هیچ‌گونه تغییری در سطوح FGF-21 گزارش نکردند [۱۴،۱۵]. در مورد سطوح امنتین پلاسمایی و ارتباط آن با ورزش اتفاق‌نظر وجود ندارد. Castro و همکاران نشان داد که تمرین هوازی، باعث افزایش امنتین سرم در موش‌های صحرایی مبتلا به دیابت می‌شود [۹]. از سوی دیگر، مطالعه‌ای بر روی تمرین هوازی حاد با شدت ۷۵٪ VO_2max،کاهش سطح امنتین سرم را در موش‌های چاق در مقایسه با تمرینات آتروفیک نشان داد [۱۶]، که تفاوت مدولاسیون را قبل از تغییرات متابولیک نشان می‌دهد. در مقابل، پژوهشی علیرغم کاهش قابل توجه وزن بدن و انسولین ناشتا، هیچ تغییری در سطح امنتین در گردش را گزارش نکردند [۱۷].

تمرین تناوبی شدید هوازی (High-Intensity Interval Training; HIIT) نوعی از تمرینات فیزیکی بدنی است که بر پایه تغییر شدت تمرین انجام می‌شود. در واقع در این سبک تمرین، شدت ورزش از شدت پایین به بالا و از بالا به پایین به شکل متناوب تغییر می‌یابد [۱۸]. یکی از رایج‌ترین نتایج هدفمند HIIT کاهش چربی است. چندین پاسخ فیزیولوژیکی حاد از جمله افزایش ضربان قلب، کورتیزول، کاتکول آمین‌ها، هورمون رشد، سطوح گلوکز و لاکتات پلاسما، گلیسرول، کاهش آدنوزین تری فسفات (ATP)، فسفوکراتین (PCr) و ذخایر گلیکوژن پس از یک جلسه HIIT گزارش شده است [۱۹].

آویشن، گیاهی چندساله از خانواده Lamiaceae، بومی منطقه مدیترانه است. این گیاه سرشار از مواد مغذی گیاهی، مواد معدنی و ویتامین‌ها است. آویشن و اسانس‌های آن، به ویژه تیمول، کارواکرول و گاما ترپینین، دارای خواص آنتی‌اکسیدانی، ضدالتهابی و ضدنئوپلاستی هستند [۲۰]. به دلیل خواص ذکر شده توصیه‌های زیادی در خصوص استفاده از عصاره این گیاه مطرح شده است. عصاره آویشن تولید و بیان ژن واسطه‌های پیش‌التهابی فاکتور نکروز تومور α-(TNF)، IL-1B و IL-6 را کاهش می‌دهند که با افزایش ترشح سیتوکین IL-10 ضدالتهابی در ماکروفاژهای فعال شده، همراه است [۲۰]. بر طبق یافته اسکندرپور و همکاران استفاده از مکمل آویشن در کنار تمرین مقاومتی می‌تواند سبب افزایش مقادیر FGF-21 شود [۲۱]. هنوز نتایج روشنی در مورد اثر مصرف آویشن و انجام تمرین HIIT بر امنتین-۱ و FGF-21 گزارش نشده است. با این حال لازم به ذکر است که تمرین HIIT می‌تواند شامل چندین پروتکل تمرینی با پیوستاری از تناوب‌های استراحتی، شدت‌ها و مدت‌های متفاوت برنامه تمرین باشد و بنابراین به‌نظر می‌رسد که برای بررسی اثر تمرین HIIT بر متغیرهای مختلف و از جمله FGF-21 و امنتین-۱، هنوز به انجام تحقیقات بیشتری نیاز است. اما مهم تر از همه، آنچه که ناشناخته باقی مانده این است که اولاً انجام تمرین HIIT با چه تغییر احتمالی در مقدار FGF-21 و امنتین-۱ خون به عنوان هپاتوکاین/مایوکاین/ آدیپوکاین جدید در وضعیت بی‌تحرکی همراه می‌شود و اینکه آیا اثرات تمرین HIIT همراه با مصرف مکمل آویشن همزمان باعث

افزایش سطح سرمی این دو شاخص و کاهش بیشتر التهاب می‌شود یا نه؟ به نظر می‌رسد که انجام این تحقیق بتواند زمینه‌ساز انجام تحقیقات بیشتر آینده در این زمینه باشد. لذا هدف از تحقیق حاضر تعیین تاثیر ۸ هفته تمرین تناوبی شدید به همراه مصرف مکمل آویشن بر سطوح سرمی امنتین-۱ و FGF-21 در دختران جوان کم‌تحرک می‌باشد.

روش‌ها

مطالعه حاضر از نوع نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون بود و دختران جوان، جامعه مورد مطالعه را تشکیل دادند. در مهرماه ۱۴۰۲ فراخوانی در دانشگاه فنی مهندسی گلپایگان صورت گرفت و تعداد ۴۸ نفر از دختران جوان ۱۸ الی ۲۲ سال و کم تحرک پس از تکمیل پرسشنامه فعالیت بدنی و درنظرگرفتن معیارهای ورود، معاینه توسط پزشک عمومی و تکمیل فرم رضایت‌نامه به روش در دسترس انتخاب شدند.

معیارهای ورود شامل قرار داشتن در دامنه سنی موردنظر، نداشتن حساسیت‌های تغذیه‌ای، نداشتن مشکلات حرکتی و عدم سابقه منظم ورزشی حداقل در ۶ ماه گذشته بود. معیارهای خروج نیز عدم مشارکت فعال در تحقیق و مصرف داروهای موثر بر نتایج تحقیق بود.

نمونه‌های انتخاب شده به صورت تصادفی (با استفاده از جدول اعداد تصادفی) در ۴ گروه HIIT، آویشن، HIIT+آویشن و گروه کنترل تقسیم شدند (هر گروه ۱۲ نفر).

حجم نمونه با استناد به پژوهش‌های پیشین و نرم‌افزار G power مشخص شد [۱۶]. این پژوهش به روش دوسویه کور و در هر ۴ گروه به صورت موازی از لحاظ زمانی انجام شد. برای رعایت روش دوسویه کور، نیز مکمل‌ها (مکمل آویشن و دارونما) کدگذاری شدند و در آخر پژوهش پس از گرفتن پس‌آزمون‌ها کدها باز شده و هر آزمودنی مشخص شد.

گروه‌های تمرینی طبق روش تمرینی ۸ هفته در فعالیت تناوبی شدید هوازی شرکت کردند. قبل از شروع پروتکل تحقیق، یک جلسه توجیهی با حضور شرکت‌کنندگان برگزار شد و طی این جلسه توضیحات لازم درباره نحوه انجام پژوهش شامل اجرای تمرینات، مدت زمان مطالعه، نحوه مصرف مکمل، مراحل خون‌گیری و تاریخ دقیق هر کدام از مراحل مذکور ارائه شد. رضایت‌نامه کتبی از شرکت‌کنندگان اخذ گردید. برای یادگیری روش‌های تمرینی و تعیین شدت مناسب تمرین یک هفته به عنوان آشنایی با تمرین انجام گرفت.

گروه کنترل از هیچ برنامه فعالیت بدنی منظم پیروی نکردند و به فعالیت‌های طبیعی روزمره خود پرداختند.

پیش از شروع پژوهش، قد و وزن آزمودنی‌ها با قدسنج و ترازوی دیجیتال (SECA مدل ۷۰۳ ساخت کشور آلمان) با دقت ۰/۰۵کیلوگرم اندازه‌گیری شدند. شاخص توده بدن با استفاده از معادله وزن بدن بر حسب کیلوگرم تقسیم بر مجذور قد بر حسب متر؛ نسبت دور کمر به لگن با استفاده از تقسیم اندازه دور کمر به اندازه دور لگن و درصد چربی بدن با استفاده از کالیپر یاگامی ساخت کشور ژاپن دارای دقت یک میلی‌متر و به‌کارگیری روش سه نقطه‌ای (پشت بازو، شکم و ران) Jackson & Pollock سنجش شدند [۲۲]. برای تعیین VO_2max، از نوار گردان (Classic80-T VISION ساخت کشور چین) جهت اجرای پروتکل بروس اصلاح شده تا واماندگی اختیاری استفاده شد. به تمام آزمودنی‌ها توصیه شد تا لباس و کفش راحت بپوشند و قبل از انجام آزمون، فعالیت بدنی نداشته باشند. پروتکل بروس شامل ۷ مرحله ۳ دقیقه‌ای است که در هر مرحله شیب و سرعت نوار گردان افزایش می‌یابد و هر آزمودنی با توجه به توان و آمادگی جسمانی خود آزمون خود را تا سرحد واماندگی ادامه می‌دهد.

تمرین تناوبی شدید هوازی (HIIT) به مدت ۸ هفته و ۳ جلسه در هفته در زمان‌های یکسان انجام گرفت. هر آزمودنی در طی ۸ هفته حضور خود در محل آزمون، پروتکل‌ها را اجرا کرد. پروتکل‌های تمرین بر روی نوارگردان به اجرا درآمدند. تمرینات HIIT شامل ۵ دقیقه گرم کردن (دویدن) با شدت ۵۰ تا ۶۰ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره (Maximum reserve heart rate; MRHR) بود و به دنبال آن، برنامه اصلی شامل دویدن با شدت ۹۰ تا ۹۵ درصد MRHR و تکرارهای متفاوت، با استراحت ۲ دقیقه‌ای (با شدت ۵۰ تا ۷۰ درصد MRHR) بین هر اجرا بود. برنامه کامل در جدول-۱ آمده است. پس از انجام تمرینات اصلی، سرد کردن با شدت ۵۰ تا ۶۰ درصد MRHR برای ۵ دقیقه انجام شد [۲۳]. ضربان قلب نیز با یک ضربان‌سنج (پلار مدل H10 ساخت امریکا) کنترل شد. ابتدا شرکت‌کنندگان ضربان قلب استراحتی خود را پس از بیدار شدن از خواب شمارش نمودند و سپس MRHR آنها با روش Karvonen تعیین گردید.

$$\text{Target Heart Rate} = [(\text{max HR} - \text{resting HR}) \times \%\text{Intensity}] + \text{resting HR}$$

بر اساس پژوهش اسکندرپور و همکاران جهت تجویز مکمل آویشن در گروه‌های آزمایش از کپسول ۲۰ میلی‌گرمی گاسترولیت باریج (Barij Essence Gastrolit 20 mg ساخت ایران)، به مدت ۸ هفته، روزی ۳ بار و نیم‌ساعت قبل از غذا استفاده شد. برای جلوگیری از اثر حاد مکمل بر عملکرد ورزشی، بین مصرف مکمل و انجام تمرین تناوبی فاصله زمانی ۳ ساعته قرار داده شد. همچنین آویشن و دارونما به یک شکل تهیه شدند و در گروه کنترل از دارونما (متشکل از پودر نشاسته به شکل کپسول ۲۰ میلی‌گرمی، مشابه کپسول آویشن ساخته‌شده در شرکت باریج اسانس) استفاده شد [۲۱].

سعی شد که همه آزمودنی‌ها از یک نوع رژیم غذایی که همان برنامه غذایی سلف دانشگاه می‌باشد، استفاده کنند. همچنین، فرم یادآمد تغذیه‌ای ۲۴ ساعته توسط آزمودنی‌ها تکمیل شد.

جدول ۱. جزئیات پروتکل تمرین تناوبی شدید هوازی اجرا شده

هفته ها	شدت تمرین (MRHR)	کل مدت فعالیت (دقیقه)	مدت (دقیقه) ×تکرار	مدت استراحت (دقیقه)
۱	۹۰-۹۵ درصد	۴	۱×۴	۸
۲	۹۰-۹۵ درصد	۱۰	۲×۵	۱۰
۳	۹۰-۹۵ درصد	۱۸	۳×۶	۱۲
۴	۹۰-۹۵ درصد	۲۸	۴×۷	۱۴
۵	۹۰-۹۵ درصد	۴۰	۵×۸	۱۶
۶	۹۰-۹۵ درصد	۵۴	۶×۹	۱۸
۷	۹۰-۹۵ درصد	۷۰	۷×۱۰	۲۰
۸	۹۰-۹۵ درصد	۸۸	۸×۱۱	۲۲

در مرحله پیش‌آزمون بعد از ۱۲ ساعت ناشتایی شبانه و در پس‌آزمون ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین و در شرایط ۱۲ ساعت ناشتایی، نمونه خون وریدی اخذ شد. پس از تهیه سرم‌ها، با استفاده از کیت‌های آزمایشگاهی به روش الایزا سنجش شاخص‌ها انجام شد. کیت‌های انسانی سنجش الایزا FGF-21 (SL2362 Hu، SUNLONG؛ حساسیت ۰/۵ pg/ml) و امنتین (SL1293 Hu، SUNLONG؛ حساسیت ۰/۶ pg/ml) ساخت کشور چین در مطالعه حاضر استفاده شد.

محاسبات آماری: از آزمون t جفت شده برای مقایسه درون گروهی پیش‌آزمون و پس‌آزمون و از آزمون آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA) برای مقایسه بین‌گروهی متغیرها استفاده شد. در صورت وجود معنی‌داری از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد و اندازه اثر نیز محاسبه و گزارش شد. تمام بررسی‌ها در سطح P≤۰/۰۵ و با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام گرفت.

ملاحظات اخلاقی: برای مطالعه حاضر، کد اخلاق IR.IAU.TNB.REC.1402.091 و کد کارازمایی بالینی IRCT20240413061479N1 اخذ شد.

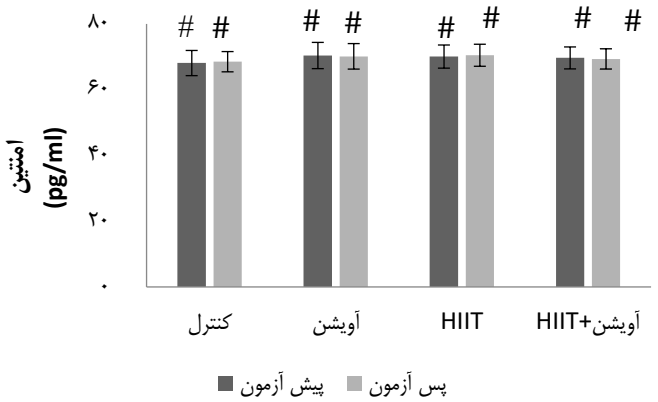
نتایج

در مجموع ۴۸ دختر جوان کم‌تحرک با میانگین سنی ۱/۶۱±۲۰/۰۰ سال در ۴ گروه ۱۲ نفره بررسی شدند. میانگین قد و وزن به ترتیب ۰/۰۶±۱/۶۱ متر و ۶/۸۲±۶۱/۴۸ کیلوگرم بود.

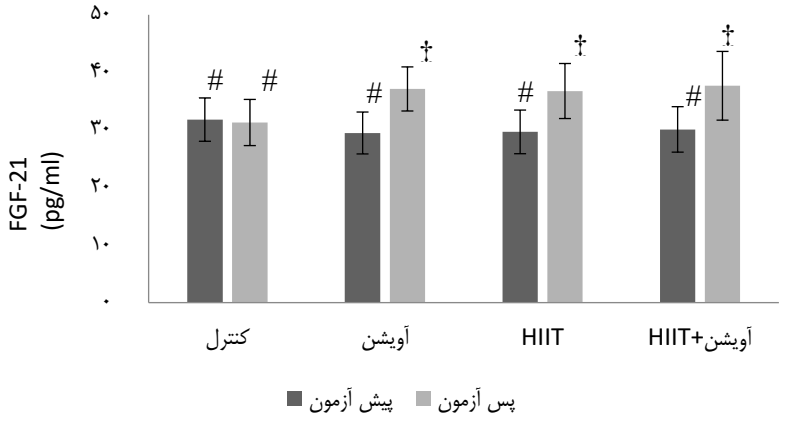
در جدول-۲ نتایج آزمون آماری ANOVA و ارزیابی درون‌گروهی (t جفت‌شده) شاخص های BMI، درصد چربی بدن، VO2max و WHR آمده است.

سطح شاخص سرمی امنتین پیش‌آزمون (P=۰/۵۰۵) و پس‌آزمون (P=۰/۵۴۲) بین گروه‌ها تفاوت معنی‌داری نداشت. ارزیابی درون‌گروهی نشان داد که هیچ تفاوت معنی‌داری بین مقادیر پیش‌آزمون و پس‌آزمون آیریزین در گروه‌های کنترل (P=۰/۴۶۴)، آویشن (P=۰/۵۴۸)، HIIT (P=۰/۲۱۶) و HIIT +آویشن (P=۰/۲۲۹) وجود ندارد (نمودار ۱).

تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها از نظر مقادیر FGF-21 پیش‌آزمون (P=۰/۴۹۸) وجود نداشت. با این حال تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های مورد مطالعه از نظر FGF-21 پس از انجام مداخلات گزارش شد (P=۰/۰۱۴) و بر طبق نتایج آزمون تعقیبی post-hoc Tukey، مقادیر FGF-21 پس آزمون در گروه‌های HIIT +آویشن (P=۰/۰۱۹؛ =۰/۴۶۵ اندازه اثر) و HIIT (P=۰/۰۴۹؛ =۰/۴۰۶ اندازه اثر) و آویشن (P=۰/۰۳۷؛ =۰/۴۲۴ اندازه اثر) به طور معنی‌داری بیشتر از گروه کنترل بود. ارزیابی درون‌گروهی نشان داد در گروه کنترل هیچ تفاوت معنی‌داری بین مقادیر FGF-21 پیش‌آزمون و پس‌آزمون وجود ندارد (P=۰/۰۷۱). با این حال افزایش چشمگیر مقادیر FGF-21 در گروه‌های آویشن (P=۰/۰۰۱)، HIIT (P=۰/۰۰۲) و HIIT +آویشن (P=۰/۰۰۳) پس از انجام مداخلات مشاهده شد (نمودار-۲).



نمودار-۱. سطح امنتین پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه‌های مورد مطالعه. علامت متفاوت (# یا ‡) نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ است.



نمودار-۲. سطح FGF-21 پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه‌های مورد مطالعه. علامت متفاوت (# یا ‡) نشان دهنده وجود تفاوت معنی دار در سطح ۰/۰۵ است.

جدول-۲. مقایسه بین‌گروهی و درون‌گروهی پارامترهای مورد مطالعه

		گروه‌ها								P# (بین گروهی)	F
		کنترل		آویشن		HIIT		HIIT +آویشن			
		میانگین±SD	P*	میانگین±SD	P*	میانگین±SD	P*	میانگین±SD	P*		
سن (سال)	پیش-آزمون	۱۹/۵۸±۱/۵۶	-	۱۹/۷۵±۱/۶۰	-	۲۰/۰۸±۱/۷۳	-	۲۰/۵۸±۱/۵۶	-	۰/۴۵۲	۰/۸۹۳
قد (متر)	پیش-آزمون	۱/۶۳±۰/۰۵	-	۱/۶۲±۰/۰۴	-	۱/۶۲±۰/۰۶	-	۱/۵۹±۰/۰۸	-	۰/۵۲۹	۰/۷۴۹
وزن (کیلوگرم)	پیش-آزمون	۶۳/۸۷±۶/۶۵	۰/۱۰۱	۵۹/۹۳±۶/۴۴	۰/۳۹۵	۶۰/۳۸±۷/۴۰	۰/۲۳۷	۶۱/۷۳±۶/۹۳	۰/۱۰۲	۰/۵۰۴	۰/۷۹۴
	پس-آزمون	۶۵/۲۱±۶/۰۳		۵۹/۵۷±۵/۸۸		۵۹/۹۴±۶/۹۹		۶۰/۹۴±۷/۲۵		۰/۱۴۷	۱/۸۷۶
BMI (kg/m2)	پیش-آزمون	۲۴/۱۳±۲/۱۲	۰/۰۹۴	۲۲/۹۸±۲/۳۶	۰/۴۰۶	۲۲/۸۱±۱/۷۹	۰/۲۳۷	۲۴/۳۴±۱/۸۸	۰/۱۲۴	۰/۱۷۴	۱/۷۳۴
	پس-آزمون	۲۴/۶۳±۱/۷۳		۲۲/۸۵±۲/۱۸		۲۲/۶۵±۱/۷۰		۲۳/۹۹±۱/۷۳		۰/۰۳۶	۳/۱۱۷
چربی بدن (درصد)	پیش-آزمون	۳۴/۰۴±۴/۳۲	۰/۵۷۶	۳۱/۶۷±۴/۴۲	۰/۲۸۹	۳۲/۴۲±۴/۰۳	۰/۰۳۳	۳۱/۴۸±۴/۲۵	۰/۰۳۳	۰/۵۱۷	۰/۷۷۲
	پس-آزمون	۳۴/۱۵±۴/۴۴		۳۱/۴۹±۴/۳۶		۳۱/۴۲±۳/۸۰		۳۰/۳۰±۳/۶۹		۰/۱۹۱	۱/۶۶۰
VO2max	پیش-آزمون	۲۹/۰۱±۳/۱۴	۰/۱۰۲	۲۷/۹۵±۳/۰۱	۰/۵۰۲	۲۸/۶۸±۳/۰۹	۰/۰۰۷	۳۰/۰۸±۳/۱۷	۰/۰۰۳	۰/۴۵۴	۰/۸۹۲
	پس-آزمون	۲۸/۵۲±۳/۴۳		۲۷/۸۷±۲/۹۶		۲۹/۵۴±۳/۰۴		۳۱/۶۶±۳/۲۱		۰/۰۴۱	۳/۰۱۱
WHR	پیش-آزمون	۰/۸۴۵±۰/۰۱۶	۰/۰۱۷	۰/۸۳۵±۰/۰۱۵	۰/۰۰۵	۰/۸۳۱±۰/۰۱۴	۰/۰۰۵	۰/۸۳۷±۰/۰۱۵	۰/۲۸۸	۰/۱۷۴	۱/۷۳۲
	پس-آزمون	۰/۸۴۱±۰/۰۱۷		۰/۸۲۷±۰/۰۱۳		۰/۸۲۵±۰/۰۱۲		۰/۷۶۰±۰/۲۳۹		۰/۳۶۵	۱/۰۸۷

* آزمون t وابسته، معنی داری آماری (P<۰/۰۵) # آزمون ANOVA یکطرفه

بحث

ارزیابی درون‌گروهی نشان داد که به دنبال مداخله در هر دو گروه HIIT و HIIT+آویشن، کاهش چشمگیری در درصد چربی بدن ایجاد شد. در مطالعه خانی و همکاران که بر روی ۴۰ زن با BMI بیش از ۲۵ انجام شد، اثر دو هفته تمرین تناوبی با شدت بالا در همراهی یا بدون همراهی با مکمل آویشن ارزیابی شد. آنها نشان دادند که هیچ تفاوتی بین گروه‌ها از نظر درصد چربی بدن وجود نداشت [۲۴]. این اختلاف در نتایج می‌تواند به دلیل تفاوت در طول مدت تمرینات باشد. در مطالعه حاضر ۸ هفته و در مطالعه فوق تنها ۲ هفته تمرین تناوبی صورت گرفت که منطقی است که در مطالعه حاضر اثر ورزش بر روی درصد چربی بدن بیشتر باشد.

HIIT به عنوان یک پروتکل جایگزین و کارآمدتر از تمرین مداوم با شدت متوسط (MCT) شناخته شده است، که استاندارد طلایی توصیه شده در چندین دستورالعمل است [۲۵]. در مطالعه حاضر به دنبال مداخله در هر دو گروه HIIT و HIIT+آویشن، کاهش چشمگیری در درصد چربی بدن ایجاد شد از آنجایی که هیچ اثر چشمگیری برای آویشن در کاهش چربی بدن ذکر نشد و کاهش درصد چربی بدن در گروه‌های ورزشی چه با آویشن و چه با پلاسبو مشابه بود، می‌توان کاهش درصد چربی را تماماً به تمرینات HIIT نسبت داد. HIIT از طریق مکانیسم‌های مختلف می‌تواند باعث کاهش درصد چربی شود. نشان داده شده که HIIT فسفوریلاسیون لیپاز حساس به هورمون (HSL) را در چربی زیرجلدی افزایش می‌دهد که منجر به لیپولیز طولانی مدت پس از ورزش می‌شود [۲۶]. علاوه بر این، HIIT می‌تواند مقاومت کاتکول آمین‌ها را در سلول‌های چربی احشایی بهبود بخشد و در هنگام تحریک، حرکت آسان‌تر چربی را تسهیل کند [۲۷].

خصوصیات مختلفی برای آویشن در مطالعات ذکر شده که می‌توان به خواص ضدتهوع، آنتی‌آکسیدانی، ضد اسپاسم، سداتیو، ضدمیکروبی اشاره کرد [۲۸]. با وجود اینکه برخی مطالعات اثر مکمل آویشن به همراه تمرینات ورزشی از جمله HIIT بر روی بهبود پروفایل لیپیدی و افزایش HDL سرم را نشان داده‌اند، اما هیچ مطالعه‌ای اثر این مکمل را بر کاهش وزن یا درصد چربی بدن تایید نکرده است [۲۹]. با توجه به اینکه مطالعات ذکر شده هم مشابه با مطالعه حاضر نهایتاً تاثیر ۸ هفته‌ای را بررسی کرده بودند، نمی‌توان اثر آویشن بر کاهش وزن را به کلی رد کرد اما می‌توان بیان کرد که تاثیر آویشن در کوتاه مدت چشمگیر نیست و حتی باعث تقویت تاثیر تمرینات ورزشی HIIT بر کاهش درصد چربی هم نمی‌گردد.

همچنین افزایش FGF-21 باعث قهوه‌ای شدن بافت چربی سفید از طریق افزایش سطوح پروتئینی PGC-1α و فعال‌سازی مسیر AMPK-SIRT1-PGC-1α می‌شود که نشان‌دهنده پتانسیل FGF-21 به عنوان درمانی برای چاقی می‌باشد [۳۰]. در مطالعه حاضر سطوح سرمی FGF-21 هم به دنبال مصرف آویشن و هم انجام تمرین تناوبی شدید افزایش چشمگیری پیدا کرد. نکته قابل توجه این بود که در گروهی که ترکیب هر دو مداخله را دریافت کرده بودند افزایش بیشتری نسبت به هریک از گروه‌ها به تنهایی مشاهده نشد. بنابراین به نظر می‌رسد استفاده همزمان از مکمل آویشن با تمرین تناوبی شدید موجب هم‌افزایی در افزایش سطح FGF-21 نمی‌شود. تغییرات سطح FGF-21 به دنبال فعالیت‌های ورزشی در مطالعات مختلف متفاوت بوده است. مطالعه‌ای، با ۶۰ دقیقه تمرین تناوبی با شدت بالا، گزارش داد که سطوح FGF-21 پس از تمرین افزایش قابل‌توجهی پیدا می‌کند [۱۲]. در مطالعه Lee و همکاران سطوح FGF-21 پس از ۴ هفته تمرینات دایره‌ای با شدت بالا، روند افزایشی را نشان داد، اما تغییرات معنی‌دار نبودند [۳۱]. مطالعه Taniguchi و همکاران، که در آن یک تمرین چرخه‌ای ۵ هفته‌ای (۳ بار در هفته) انجام شده بود نیز هیچ افزایش چشمگیری در سطوح FGF-21 نشان نداد [۳۲]. با توجه به نتایج فوق به نظر می‌رسد که تمرینات با شدت بالا مخصوصاً از نوع تناوبی می‌توانند افزایش بیشتری در FGF-21 ایجاد کنند که البته این تاثیر به خصوصیات جمعیت هدف (مثل BMI) نیز ممکن است وابسته باشد. در یک مطالعه با طراحی نسبتاً مشابه، اسکندرپور و همکاران ۴۸ زن یائسه را به طور تصادفی در ۴ گروه کنترل، مکمل آویشن، تمرین مقاومتی+ دارونما و تمرین مقاومتی + مکمل آویشن تقسیم کردند که نتایج، تنها در دو گروه تمرین مقاومتی و تمرین مقاومتی+ آویشن افزایش FGF-21 سرمی را نسبت به پیش آزمون نشان داد. این یافته‌ها نشان داد که مصرف مکمل آویشن به تنهایی اثری بر سطح FGF-21 ندارد [۲۱]، درحالی که در مطالعه حاضر افزایش چشمگیری در سطح FGF-21 پس از ۸ هفته مصرف مکمل آویشن گزارش شد. آویشن می‌تواند سطح آدیپونکتین را افزایش دهد، که ممکن است به دلیل افزایش پروتئین PPAR گاما باشد [۳۳]. بنابراین، این احتمال وجود دارد که در پژوهش حاضر نیز مصرف آویشن با تاثیرگذاری بر PPAR گاما باعث افزایش آدیپوکاین ترشح شده از بافت چربی یعنی FGF-21 شود.

در مطالعه حاضر سطح سرمی امنتین تحت تاثیر HIIT، مکمل آویشن یا ترکیب آنها قرار نگرفت. سطح امنتین ممکن است پس از ورزش به دلیل عوامل مختلف تغییر قابل توجهی نداشته باشد. مطالعه Makiel و همکاران نشان داد که در مردان مبتلا به سندرم متابولیک، نه تمرینات هوازی و نه ترکیبی هوازی و مقاومتی منجر به تغییرات قابل توجهی در غلظت امنتین نشد [۳۴]. مطالعه Wilms و همکاران نشان داد که در زنان چاق تحت تمرینات استقامتی، سطح امنتین افزایش یافت که نشان‌دهنده ارتباط بالقوه بین عملکرد ورزشی و تنظیم امنتین بود [۳۵]. این یافته‌ها در مجموع نشان می‌دهند که تأثیر ورزش بر سطوح امنتین ممکن است بسته به نوع ورزش، شرایط متابولیک و پاسخ‌های فردی متفاوت باشد.

از محدودیت‌های این تحقیق عدم اندازه‌گیری هورمون‌های استرسی، شرایط روانی، سایر شاخص‌های التهابی و ضدالتهابی، شرایط تغذیه‌ای و کمبود شواهد تحقیق مشابه است.

نتیجه‌گیری

تمرینات تناوبی شدید اثرات مطلوب بر کاهش درصد چربی بدن دختران جوان کم‌تحرک داشت. افزایش FGF-21 نیز از دیگر تاثیرات مطلوب تمرینات HIIT همراه یا بدون مصرف آویشن بود. با توجه به مقادیر اندازه اثر گزارش شده، انجام همزمان تمرینات HIIT و مصرف مکمل آویشن می‌تواند افزایش بیشتری در مقادیر FGF-21 نسبت به استفاده هر کدام از رویکردها به تنهایی ایجاد

کند. با این حال، کاهش BMI تنها به واسطه تمرینات HIIT مشاهده شد و مصرف آویشن تاثیر قابل‌توجهی بر آن نداشت. سطح امنتین تحت تاثیر تمرینات یا مصرف مکمل آویشن قرار نگرفت. می‌توان پیشنهاد کرد که تحقیقات دقیق‌تری با نوع تمرین متفاوت روی دختران جوان کم تحرک و مصرف مکمل آویشن جهت بررسی دیگر شاخص‌های التهابی و ضدالتهابی، انجام شود تا بتوان از برنامه تمرینی مناسب برای پیشگیری، تشخیص یا بهبود التهاب بدن استفاده کرد.

تشکر و قدردانی: این مطالعه مستخرج از رساله دوره دکتری تخصصی فیزیولوژی ورزشی می‌باشد. بدینوسیله از حمایت معاونت پژوهش دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، پزشک ناظر بر پروژه و شرکت‌کنندگان محترم کمال تشکر و قدردانی را داریم. این پژوهش، از هیچگونه حمایت مالی برخوردار نبوده است.

نقش نویسندگان: همه نویسندگان در نگارش اولیه مقاله یا بازنگری آن سهیم بودند و همه با تایید نهایی مقاله حاضر، مسئولیت دقت و صحت مطالب مندرج در آن را می‌پذیرند.

تضاد منافع: نویسندگان تصریح می کنند که هیچ گونه تضاد منافعی در مطالعه حاضر وجود ندارد.

منابع

1. Burini RC, Anderson E, Durstine JL, Carson JA. Inflammation, physical activity, and chronic disease: An evolutionary perspective. Sports Med Health Sci 2020; 2(1): 1-6. doi:10.1016/j.smhs.2020.03.004 PMid:35783338 PMCid:PMC9219305
2. Pechtl SM, Kim LP, Jacobsen KH. Physical inactivity and sedentariness: Languorous behavior among adolescents in 80 countries. J Adolesc Health 2022; 70(6): 950-60. doi:10.1016/j.jadohealth.2021.12.017 PMid:35177343
3. Paroi S, Hasanat MA, Roy BK. Study on the sedentary lifestyle of adolescents in Khulna city. Mediscope 2022;9(2):68-74 doi:10.3329/mediscope.v9i2.61707
4. Fasihi Ramandi E, Khaledi N. High intensity interval training induced changes in the hepatic FGF-21 gene expression and serum TNF-α in diabetic male rats. Res in Sports Med Tech. 2020;18(19):57-68.
5. Seyedahmadi M, Razi MJ, Akbari H. Prevalence of sports injuries and related causes in male students aged 7 to 15 years old in Yazd, Iran-2022. Novel Clin Med, 2023; 2(4): 180-186. doi: 10.22034/ncm.2023.406892.1105
6. Liu M, Cao H, Hou Y, Sun G, Li D, Wang W. Liver plays a major role in FGF-21 mediated glucose homeostasis. Cell Physiol Biochem 2018;45(4):1423-33. doi:10.1159/000487568 PMid:29462809
7. Vecchiatto B, de Castro TL, Muller CR, Azevedo-Martins AK, Evangelista FS. Physical exercise-induced FGF-21 to fight obesity: An update review. Obesities 2022;2(4):372-9. doi:10.3390/obesities2040031
8. Tofighi A, Alizadeh R, Tolouei Azar J. The effect of eight weeks high intensity interval training (hiit) on serum amounts of fgf21 and irisin in sedentary obese women. Studies in Med Sci 2017;28(7):453-66.
9. Castro CAd, Silva KAd, Rocha MC, Sene-Fiorese M, Nonaka KO, Malavazi I, et al. Exercise and omentin: their role in the crosstalk between muscle and adipose tissues in type 2 diabetes mellitus rat models. Front physiol 2019; 9: 1881. doi:10.3389/fphys.2018.01881 PMid:30666216 PMCid:PMC6330355
10. Sun X, Li T, Tian Y, Ren S, Li L, Li P. Omentin as an Independent Predictor of Metabolic Syndrome and Obesity Among Adolescents in Northeast China. Diabetes, Metab Syndr Obes: Targets and Therapy 2022:3913-22. doi:10.2147/DMSO.S388620 PMid:36545293 PMCid:PMC9762766
11. Zabetian-Targhi F, Mirzaei K, Keshavarz SA, Hossein-Nezhad A. Modulatory role of omentin-1 in inflammation: cytokines and dietary intake. J Am Coll Nutr 2016; 35 (8): 670-678. doi:10.1080/07315724.2015.1126207 PMid:27331575
12. Hamedchaman N, Riahy S, Delpisheh A, Najafzadeh Y. Exercise during coronavirus pandemic: two sides of the same coin-intensity-specific effect of physical training on innate and acquired immune system of human. Novel Clin Med 2023; 2(2): 102-108. doi: 10.22034/ncm.2023.381369.1066
13. Gharakhanlou BJ, Bonab SB. The effect of 12 weeks of training in water on serum levels of SIRT1 and FGF-21, glycemic index, and lipid profile in patients with type 2 diabetes. Int J Diabetes in Developing Countries 2022:1-8. doi:10.1007/s13410-021-01032-5
14. Kong Z, Sun S, Liu M, Shi Q. Short-term high-intensity interval training on body composition and blood glucose in overweight and obese young women. J diabetes res 2016; 2016. doi:10.1155/2016/4073618 PMid:27774458 PMCid:PMC5059579
15. Garneau L, Parsons SA, Smith SR, Mulvihill EE, Sparks LM, Aguer C. Plasma myokine concentrations after acute exercise in non-obese and obese sedentary women. Front physiol 2020; 11: 18. doi:10.3389/fphys.2020.00018 PMid:32132925 PMCid:PMC7040180
16. Huang C-J, Slusher AL, Whitehurst M, Wells M, Maharaj A, Shibata Y. The impact of acute aerobic exercise on chitinase 3-like protein 1 and intelectin-1 expression in obesity. Exp Biol Med (Maywood) 2016; 241(2): 216-21. doi:10.1177/1535370215602785 PMid:26316585 PMCid:PMC4935391
17. Faramarzi M, Banitalebi E, Nori S, Farzin S, Taghavian Z. Effects of rhythmic aerobic exercise plus core stability training on serum omentin, chemerin and vaspin levels and insulin resistance of overweight women. J Sports Med Phys Fitness 2015;56(4):476-482.
18. Türk Y, Theel W, Kasteleyn M, Franssen F, Hiemstra P, Rudolphus A, et al. High intensity training in obesity: a Meta-analysis. Obes Sci Pract 2017;3(3):258-71. doi:10.1002/osp4.109 PMid:29071102 PMCid:PMC5598019
19. Boutcher SH. High-intensity intermittent exercise and fat loss. J Obes 2011;2011. doi:10.1155/2011/868305 PMid:21113312 PMCid:PMC2991639
20. Hammoudi Halat D, Krayem M, Khaled S, Younes S. A focused insight into thyme: Biological, chemical, and therapeutic properties of an indigenous Mediterranean herb. Nutrients 2022; 14(10):2104. doi:10.3390/nu14102104 PMid:35631245 PMCid:PMC9147557
21. Eskandar Pour F, Tofighi A, Tolouei Azar J. Effects of eight-weeks of circuit resistance training with Thyme supplementation on serum FGF-21 in overweight menopausal women. J Appl Health Stud Sport Physiol 2018;5(2):20-7.
22. Jackson AS, Pollock ML. Practical assessment of body composition. Phys Sportsmed 1985; 13(5):76-90. doi:10.1080/00913847.1985.11708790 PMid:27463295

23. Jokar M, Sherafati Moghadam M, Daryanoosh F. The effect of a period of high-intensity interval training on the content of AMPK and PGC-1α proteins in the heart muscle tissue of rats with type 2 diabetes. Daneshvar Med 2021;29(1):23-34.
24. Khani M, Zolfi HR, Niknam Z. The effect of two-week high intensit interval training (HIIT) with Thyme supplementation on lipid profile, oxidative stress, body composition, and aerobic capacity of the obese and overweight women. J Appl Health Stud Sport Physiol 2023.
25. Group JJW. Guidelines for Rehabilitation in Patients with Cardiovascular Disease (JCS 2012)-Digest Version-. Circ J 2014; 78(8):2022-93. doi:10.1253/circj.CJ-66-0094 PMid:25047729
26. Liu Y, Dong G, Zhao X, Huang Z, Li P, Zhang H. Post-exercise effects and long-term training adaptations of hormone sensitive lipase lipolysis induced by high-intensity interval training in adipose tissue of mice. Front Physiol 2020;11:535722. doi:10.3389/fphys.2020.535722 PMid:33324231 PMCid:PMC7723847
27. Zhan J, Ling R, Guanghua W, Rongping W. Effects of high-intensity interval exercise on obesity. Front Sport Research 2022;4(5). doi:10.25236/FSR.2022.040510
28. Rizwan B. Therapeutic potential of Thymus vulgaris: A Review. doi:10.31219/osf.io/3fzvt
29. Keshavarzi E, Shakerian S. Effect of HIIT Exercises with Thyme Supplement on Plasma Lipoproteins and Liver Enzymes of Men with Fatty Liver: A Semi-experimental Study. Navid No 2020; 23(75):51-61.
30. Chau MD, Gao J, Yang Q, Wu Z, Gromada J. Fibroblast growth factor 21 regulates energy metabolism by activating the AMPK-SIRT1-PGC-1α pathway. Proc Natl Acad Sci U S A 2010; 107 (28): 12553-8. doi:10.1073/pnas.1006962107 PMid:20616029 PMCid:PMC2906565
31. Lee J-S, Yoon E-S, Jung S-Y, Yim K-T, Kim D-Y. Effect of high-intensity circuit training on obesity indices, physical fitness, and browning factors in inactive female college students. J Exerc Rehabil 2021;17(3):207. doi:10.12965/jer.2142260.130 PMid:34285899 PMCid:PMC8257432
32. Taniguchi H, Tanisawa K, Sun X, Kubo T, Higuchi M. Endurance exercise reduces hepatic fat content and serum fibroblast growth factor 21 levels in elderly men. J Clin Endocrinol Metab 2016; 101(1): 191-8. doi:10.1210/jc.2015-3308 PMid:26562755
33. Mohammadi A, Gholamhoseinian A, Fallah H. Zataria multiflora increases insulin sensitivity and PPARγ gene expression in high fructose fed insulin resistant rats. Iran J Basic Med Sci 2014; 17(4):263. doi: 10.22038/IJBMS.2014.2584 PMid: 24904719 PMCid: PMC4046234
34. Makiel K, Suder A, Targosz A, Maciejczyk M, Kozioł-Kozakowska A, Haim A. Impact of two types of exercise interventions on leptin and omentin concentrations and indicators of lipid and carbohydrate metabolism in males with metabolic syndrome. J Clin Med 2023;12(8):2822. doi:10.3390/jcm12082822 PMid:37109160 PMCid:PMC10144374
35. Wilms B, Ernst B, Gerig R, Schultes B. Plasma omentin-1 levels are related to exercise performance in obese women and increase upon aerobic endurance training. Exp Clin Endocrinol Diabetes 2015;123(03):187-92 doi:10.1055/s-0034-1398504 PMid:25789872

How to Cite this Article:
Mohseni Z, Abedi B, Kazemzadeh Y. The effect of high intensity interval training and thyme supplementation on serum levels of omentin 1 and fibroblast growth factor 21 in sedentary young girls. Feyz Med Sci J. 2024;28 (2):174-182. doi: 10.48307/FMSJ.2024.28.2.174