Iranian Journal of Diabetes and Metabolism *Original Article*

Official Journal of the Endocrinology and Metabolism Research Institute, Tehran University of Medical Sciences. 2026; Vol. 26; No. 1

The Effectiveness of Six Weeks of HIIT and HIFT Training on Physiological Variables and Functional Capacity of Untrained, Obese and Overweight Adolescents

Mahmood Darvishi[1], Vahid Valipour Dehnou[1*], Rasoul Eslami[2]

1. Department of Sports Sciences, Faculty of Literature and Humanities, Lorestan University, Khorramabad, Iran
2. Department of Exercise Physiology, Physical Education and Sport Sciences Faculty, Allame Tabataba'i University, Tehran, Iran

Abstract

Background: Childhood obesity is linked to adult obesity and chronic diseases. Therefore, this study investigates the effects of High-intensity functional training (HIFT) and High-intensity interval training (HIIT) on physiological variables and functional capacity in overweight and obese, untrained adolescents.
Methods: Thirty overweight and obese adolescents were randomly assigned to three equal groups: control [14.30 ± 0.82 years, body mass index (BMI)= 30.23 ± 2.11], HIIT (14.10 ± 0.87 years, BMI= 29.17 ± 2.51), and HIFT (13.40 ± 0.82 years, BMI= 29.42 ± 2.56). Participants in the experimental groups followed an HIIT and HIFT training protocol for six weeks. Before and after the intervention, anthropometric indices and serum levels of leptin and omentin were measured. Data were analyzed using mixed ANOVA and Tukey's post hoc tests.
Results: HIFT significantly reduced body weight and BMI compared to the control group ($P< 0.05$), while HIIT showed no significant effect ($P> 0.05$). Serum leptin levels were significantly lower in both experimental groups compared to the control group ($P< 0.01$). Notably, only HIFT significantly increased omentin levels compared to the control group ($P< 0.001$). No significant effect was observed on the waist-to-hip ratio ($P> 0.05$).
Conclusion: The present study demonstrates that both HIFT and HIIT can lead to improvements in anthropometric indices and serum levels of omentin and leptin in overweight and obese adolescents. However, HIFT appears to be a more effective intervention.

Keywords: Leptin, Omentin, Obese adolescents, HIIT, HIFT

Please cite this article as:
Darvishi M, Valipour Dehnou V, Eslami R. The Effectiveness of Six Weeks of HIIT and HIFT Training on Physiological Variables and Functional Capacity of Untrained, Obese and Overweight Adolescents. *ijdld.* 2026; 26(1):89-97.
DOI: 10.18502/ijdl.v26i1.21334

[Downloaded from ijdld.tums.ac.ir on 2026-05-05]

[DOI: 10.18502/ijdl.v26i1.21334]

[*]**Corresponding Author:** Vahid Valipour Dehnou; **Email:** valipour.v@lu.ac.ir, **Add:** Department of Sports Sciences, Faculty of Literature and Humanities, Lorestan University, 5th km of Khorramabad-Borujerd Road, Khorramabad, Lorestan. **Tel:** +989166691874

Copyright © 2026 Iranian Journal of Diabetes and Metabolism and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences.
[This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

مجله دیابت و متابولیسم ایران

مقاله پژوهشی

نشریه پژوهشگاه علوم غدد و متابولیسم دانشگاه علوم پزشکی تهران

دورهٔ ۲۶، شمارهٔ ۱، سال ۱۴۰۵، صفحات ۸۹ تا ۹۷

اثربخشی شش هفته تمرین HIIT و HIFT بر متغیرهای فیزیولوژیکی و ظرفیت عملکردی نوجوانان تمرین نکرده چاق و دارای اضافه وزن

محمود درویشی[۱]، وحید ولی پور ده نو*[۱]، رسول اسلامی[۲]

۱- گروه علوم ورزشی، دانشکدهٔ ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

۲- گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران

چکیده

مقدمه: چاقی در کودکی با چاقی در بزرگسالی و بیماری‌های مزمن مرتبط است بنابراین، این مطالعه به بررسی تأثیر تمرینات High-intensity functional training (HIFT) و High-intensity interval training (HIIT) بر متغیرهای فیزیولوژیکی و ظرفیت عملکردی نوجوانان تمرین نکرده چاق و دارای اضافه وزن وزن می‌پردازد.

روش‌ها: ۳۰ نوجوان دارای اضافه وزن و چاق که به‌صورت تصادفی در سه گروه کنترل [۱۴/۳۰ ± ۰/۸۲ سال، ۲/۱۱ ± ۳۰/۲۳ = body mass index (BMI)] ، تمرین HIIT (۱۴/۱۰ ± ۰/۸۷ سال، ۲/۵۱ ± ۲۹/۱۷ =BMI) و تمرین HIFT (۱۳/۴۰ ± ۰/۸۲ سال، ۲/۵۶ ± ۲۹/۴۲ =BMI) قرار گرفتند، در این پژوهش شرکت کردند. آزمودنی‌های گروه‌های تجربی، پروتکل تمرینی HIIT و HIFT را به‌مدت ۶ هفته دنبال کردند. قبل و بعد از مداخله شاخص‌های آنتروپومتریک و سطح سرمی لپتین و امنتین اندازه‌گیری شد. داده‌ها با استفاده از آزمون‌های اندازه‌گیری مکرر و تعقیبی توکی مورد تحلیل قرار گرفتند.

یافته‌ها: این پژوهش نشان داد که تمرین HIFT در مقایسه با گروه کنترل منجر به کاهش وزن و BMI به‌طور معناداری شد ($P <۰/۰۵$)، درحالی‌که HIIT اثر معنا داری را نداشت ($P >۰/۰۵$). سطوح لپتین نیز در هر دو گروه به‌طور قابل توجهی پایین‌تر از گروه کنترل بود ($P <۰/۰۱$). اما فقط تمرین HIFT باعث افزایش معنادار سطوح امنتین در مقایسه با گروه کنترل شد ($P <۰/۰۰۱$). همچنین تأثیر معناداری بر نسبت دور کمر به لگن مشاهده نشد ($P >۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: مطالعهٔ حاضر نشان می‌دهد که هر دو تمرین HIFT و HIIT می‌توانند به بهبود شاخص‌های آنتروپومتریک، سطوح سرمی امنتین و لپتین در نوجوانان چاق و اضافه وزن کمک کنند. با این وجود، به‌نظر می‌رسد تمرینات HIFT گزینه بهتری باشد.

واژگان کلیدی: لپتین، امنتین، نوجوانان چاق، HIIT، HIFT

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۵/۰۸ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۴/۱۰/۲۹

به این مقاله، به صورت زیر استناد کنید:

Darvishi M, Valipour Dehnou V, Eslami R. The Effectiveness of Six Weeks of HIIT and HIFT Training on Physiological Variables and Functional Capacity of Untrained, Obese and Overweight Adolescents. *ijdld*. 2026; 26(1):89-97.

* ***نویسندهٔ مسئول:*** وحید ولی پور ده نو، **آدرس:** لرستان، خرم‌آباد، کیلومتر ۵ جاده خرم‌آباد بروجرد، دانشگاه لرستان، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، گروه علوم ورزشی، **تلفن:** ۰۹۱۶۶۶۹۱۸۷۴، **پست الکترونیک:** valipour.v@lu.ac.ir

[Downloaded from ijdld.tums.ac.ir on 2026-05-05]

[DOI: 10.18502/ijdl.v26i1.21334]

مقدمه

توسعه اولیه عوامل خطر قلبی- متابولیک در دوران جوانی با افزایش خطر مرگ‌ومیر زودرس مرتبط است. این عوامل شامل فعالیت بدنی ناکافی، افزایش وزن و چاقی، رژیم غذایی نامناسب، کاهش آمادگی قلبی- تنفسی، پُرفشاری خون، التهاب مزمن و اختلالات چربی خون هستند که در دورهٔ نوجوانی و جوانی شیوع قابل توجهی دارند و ممکن است تا بزرگسالی تداوم یابند [۱]. در این میان، چاقی به‌عنوان یک معضل بهداشتی قابل توجه در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعهٔ مطرح است و خطر ابتلا به بیماری‌های گوناگونی از جمله بیماری‌های قلبی- عروقی، آرتروز، دیابت نوع دو، سکتهٔ مغزی و فشار خون بالا را تشدید می‌کند [۲، ۳]. بنابراین، با توجه به شیوع چاقی در نوجوانان به‌عنوان یک عامل پیش‌بینی‌کنندهٔ قوی برای چاقی در بزرگسالی به‌نحوی که احتمال چاق باقی ماندن نوجوانان چاق در سنین بزرگسالی در حدود ۷۰٪ است [۴]، برنامه‌ریزی و اجرای مداخلات پیشگیرانه و درمانی مانند فعالیت بدنی از اهمیت به‌سزایی برخوردار خواهد بود [۵]. فعالیت بدنی عاملی مهم در مبارزه با اضافه وزن و چاقی است و به‌عنوان یکی از مفیدترین ابزارها برای پیشگیری و درمان چاقی و عوارض ناشی از آن به‌کار برده می‌شود [۶]. اگر چه بیشتر توصیه‌های ورزشی برای کاهش وزن بر تمرینات مداوم تمرکز دارند، به‌نظر می‌رسد یکنواختی این شیوهٔ تمرین مانعی برای ترک سبک زندگی غیرفعال باشد، از این‌رو شیوه‌های جایگزین تمرین از جمله تمرین تناوبی، بهتر از تمرین مداوم در افراد چاق نتیجه داده است [۷]. در این راستا، تمرین عملکردی با شدت بالا (HIFT)[1] ممکن است یک راهبرد بالقوه مفید برای مبارزه با چاقی باشد [۸].

HIFT یک راهبرد تمرینی است که از انواع مختلف تمرینات، از جمله فعالیت‌های هوازی، حرکات وزن بدن و تمرینات با وزنه استفاده می‌کند [۹]. بر خلاف تمرین تناوبی با شدت بالا (HIIT)[2] که بر تمرینات تکی تمرکز دارد، HIFT بر حرکات عملکردی و چند مفصلی تأکید دارد که می‌توانند با سطوح مختلف آمادگی جسمانی سازگار شوند [۹، ۱۰]. مطالعات نشان داده‌اند که HIFT می‌تواند منجر به کاهش قابل توجهی در درصد چربی بدن شود. بافت چربی به‌عنوان یک غدهٔ درون‌ریز عمل می‌کند که آدیپوکاین‌ها (مانند لپتین[3] و امنتین[4]) را ترشح می‌کند که در تنظیم متابولیسم و فرآیندهای فیزیولوژیکی نقش دارند [۱۱]. لپتین (Leptin) یک هورمون پپتیدی با ۱۶۷ اسید آمینه است که عمدتاً توسط آدیپوسیت‌ها (سلول‌های چربی) در بافت چربی سفید تولید و ترشح می‌شود. اگرچه تولید در بافت‌های دیگر مانند عضلات اسکلتی، معده و جفت نیز گزارش شده است، اما بافت چربی منبع اصلی آن محسوب می‌شود. لپتین به‌عنوان یک سیگنالینگ هورمونی از ذخایر انرژی بدن (به‌ویژه چربی) به سیستم عصبی مرکزی[5](CNS) عمل می‌کند و نقش کلیدی در تنظیم هومئوستاز انرژی، اشتها، متابولیسم انرژی و وزن بدن ایفا می‌کند [۱۲]. امنتین یک آدیپوکاین با وزن مولکولی تقریباً ۳۸ کیلو دالتون است که عمدتاً از بافت چربی احشایی ترشح می‌شود. این پروتئین نقش مهمی در تنظیم متابولیسم چربی و کربوهیدرات، کنترل قند خون و التهاب دارد و به‌عنوان یک فاکتور ضدالتهابی شناخته می‌شود که در بهبود حساسیت به انسولین نقش دارد [۱۳]. تمرین HIIT نیز نشان داده است که می‌تواند در کاهش کلسترول و لپتین و بهبود شاخص‌های مرتبط با چاقی مؤثر باشد [۱۴]. همچنین، HIIT می‌تواند در بهبود سطح امنتین، ترکیب بدن، پروفایل لیپیدی و حساسیت به انسولین در افراد چاق دیابتی نیز مفید باشد [۱۵].

با توجه به اهمیت کاهش وزن در افراد چاق و دارای اضافه‌وزن، انتخاب شیوهٔ تمرینی بسیار اهمیت دارد، زیرا بر اثرگذاری در میزان مشارکت نوجوانان مؤثر است. با توجه به این که تمرین HIFT یک روش تمرینی کاربردی و مناسب برای نوجوانان دارای اضافه‌وزن و چاق است و با در نظر گرفتن این نکته که تنوع در حرکات در تمرین HIFT بالاست به‌نظر می‌رسد این نوع تمرین تأثیر بیشتری بر متغیرهای بیان شده در نوجوانان دارای اضافه وزن و چاق دارد. ضمن اینکه تحقیقات در زمینه مقایسهٔ تمرینات HIFT و HIIT به‌ویژه در سنین پایین بسیار محدود است، بنابراین هدف تحقیق حاضر بررسی و مقایسه اثر شش هفته تمرین HIFT و HIIT بر روی سطوح سرمی لپتین و امنتین نوجوانان دارای اضافه‌وزن و چاق بود.

روش‌ها

در این پژوهش نیمه‌تجربی، ۳۰ نوجوان دارای اضافه وزن و چاق در دامنهٔ سنی ۱۳ تا ۱۵ سال براساس طبقه‌بندی سازمان جهانی بهداشت به‌صورت در دسترس و انتخابی در این پژوهش شرکت کردند. آنها به‌صورت تصادفی در سه گروه مساوی کنترل، تمرین HIIT و تمرین HIFT قرار گرفتند. دامنهٔ سنی ۱۳ تا ۱۵ سال، نمایهٔ تودهٔ بدنی[6](BMI) بالای ۲۵، سلامتی کامل جسمی از لحاظ ساختار اسکلتی عضلانی، عدم سابقهٔ شکستگی و به‌طور کلی مشکلات تروماتیک و اورتوپدیک معیارهای ورود به تحقیق بودند. پس از

[1] High-intensity functional training
[2] High-intensity interval training
[3] Leptin
[4] Omentin
[5] Central nervous system
[6] Body mass index

[Downloaded from ijdld.tums.ac.ir on 2026-05-05]
[DOI: 10.18502/ijdl.v26i1.21334]

اطلاعات از شیوهٔ اجرای پژوهش، فرم رضایت به‌صورت آگاهانه تکمیل کردند. سپس گروه‌های تمرین HIIT و تمرین HIFT به‌مدت شش هفته به‌ترتیب تمرینات HIIT و HIFT را زیر نظر پژوهشگر انجام دادند. ضمناً گروه‌های تمرینی مدت شش هفته قبل از شروع پروتکل تمرینی پژوهش حاضر، در هیچ گونه تمرین ورزشی منظمی شرکت نداشتند.

آزمون‌ها

پیش و پس از انجام پروتکل تمرینی قد، وزن، BMI، دور کمر و دور لگن از آزمودنی‌ها به‌عمل آمد. نحوهٔ انجام آزمون‌ها به شرح زیر بود:

۱) اندازه‌های آنتروپومتریک: دور کمر، دور لگن، قد، وزن و BMI براساس دستورالعمل سایر منابع اندازه‌گیری شد [۱۶].

۲) نمونه‌گیری خونی: چهل و هشت ساعت پیش و پس از انجام پروتکل تمرینی در حالت ناشتا مقدار ۵ سی‌سی خون از آزمودنی‌ها توسط کارشناس آزمایشگاه گرفته شد. سپس نمونهٔ خونی با ۳۵۰۰ دور در دقیقه برای ۵ دقیقه سانتریفیوژ خواهد شد و سرم به‌دست آمده در داخل تیوب‌های ویژه ریخته می‌شود و برای آزمایش‌های بعدی در دمای ۳۰- درجهٔ سانتیگراد نگه‌داری می‌شود. برای ارزیابی سطوح سرمی شاخص‌های فیزیولوژیک مربوطه از کیت‌های الایزا ویژه هر شاخص استفاده خواهد شد.

پروتکل تمرینی

گروه کنترل، به‌مدت شش هفته هیچ برنامهٔ تمرین ورزشی منظمی را دنبال نکرد تا وضعیت پایه آنها ارزیابی شده و اثرات تمرینات بر روی گروه‌های دیگر مقایسه شود. گروه دوم، که گروه تمرین تناوبی با شدت بالا (HIIT) نام داشت، تمرینات خود را مطابق با یک برنامهٔ مشخص انجام دادند. هر جلسه تمرینی شامل چندین «چرخه» بود که هر چرخه شامل پنج تکرار دویدن با حداکثر شدت به‌مدت ۳۰ ثانیه و به‌دنبال آن ۳۰ ثانیه استراحت فعال بود. پس از اتمام هر چرخه، سه دقیقه استراحت کامل در نظر گرفته شد. گروه سوم، گروه تمرینات عملکردی با شدت بالا (HIFT)، تمرینات خود را به‌صورت مداربندی شده و در شش ایستگاه مختلف ورزشی انجام دادند. این ایستگاه‌ها شامل تمرین با دستگاه الپتیکال، طناب بتل روپ، نردبان چابکی، وزنهٔ کتل‌بل، حرکت بورپی و پرش از روی مانع بود که هر کدام بر جنبه‌های متفاوتی از آمادگی جسمانی تمرکز داشتند. در هر ایستگاه، شرکت‌کنندگان به‌مدت ۳۰ ثانیه با شدت بالا تمرین کرده و پس از آن ۱۵ ثانیه استراحت برای جابجایی به ایستگاه بعدی داشتند. همانند گروه HIIT، بین هر چرخهٔ کامل از شش ایستگاه، سه دقیقه استراحت کامل وجود داشت. در طول شش هفته مطالعه، هر دو گروه تمرینی (HIIT و HIFT) شدت تمرینات خود را به‌صورت تدریجی افزایش دادند. در دو هفتهٔ اول، شرکت‌کنندگان دو چرخهٔ کامل را در هر جلسه انجام دادند. در هفته‌های سوم و چهارم، تعداد چرخه‌ها به سه دور افزایش یافت و در هفته‌های پنجم و ششم، شرکت‌کنندگان چهار چرخهٔ کامل را در هر جلسه تمرینی به اتمام رساندند [۱۷].

روش آماری

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۲۶ انجام شد. ابتدا، آزمون‌های شاپیرو ویلک و لون به ترتیب برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها و همگنی واریانس‌ها به‌کار رفت. سپس، برای تحلیل داده‌ها از آزمون‌های آزمون اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی توکی در سطح معناداری P= ۰/۰۵ استفاده شد.

یافته‌ها

مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌ها در زمان ورود به تحقیق در جدول ۱ آورده شده است. برای بررسی نتایج و ارزیابی آماری از آزمون اندازه‌گیری مکرر با ۲ سطح زمانی (پیش و پس از تمرین) و ۳ گروه (کنترل، HIIT، HIFT) استفاده شد. نتایج حاصل از آزمون اندازه‌گیری مکرر برای متغیر وزن نشان داد که اثر زمان برای این متغیر معنی‌دار نبوده است (η^2= ۰/۰۱۲؛ P= ۰/۵۷۴؛ F(۱و۲۷)= ۰/۳۲۴). تفاوت معنی‌داری نیز بین گروه‌ها وجود ندارد (η^2= ۰/۱۱۴؛ P= ۰/۱۹۶؛ F(۲و۲۷)= ۱/۷۳۱). با این حال، اثر زمان در گروه معنی‌دار بود (η^2= ۰/۳۱۷؛ P= ۰/۰۰۶؛ F(۲و۲۷)= ۶/۲۷۶)، که مقایسهٔ میانگین سه گروه نشان می‌دهد تمرین HIFT در مقایسه با گروه کنترل توانسته است مقادیر وزن را در پس‌آزمون کاهش دهد(جدول ۲). نتایج حاصل از آزمون اندازه‌گیری مکرر برای متغیر BMI نشان داد که اثر زمان برای این متغیر معنی‌دار است (η^2= ۰/۷۶۷؛ P= ۰/۰۰۰۱ ؛ F(۱و۲۷)= ۸۸/۷۲۶). مقایسهٔ زوجی پیش و پس‌آزمون گروه‌ها به تنهایی نشان داد که هر دو گروه HIIT و HIFT توانسته‌اند مقادیر BMI پس‌آزمون را نسبت به پیش‌آزمون کاهش دهند (P< ۰/۰۱). علی‌رغم اینکه تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها وجود نداشت (۰/۰۱۲= η^2؛ P= ۰/۲۶۳؛ F(۲و۲۷)= ۱/۴۰۵). با این حال، اثر زمان در گروه معنی‌دار بود (η^2= ۰/۵۳۱؛ P= ۰/۰۰۰۱؛ F(۲و۲۷)= ۱۵/۲۶۲)، که مقایسهٔ میانگین سه گروه نشان می‌دهد هر دو نوع تمرین HIFT و HIIT در مقایسه با گروه کنترل توانسته است مقادیر BMI را در

[Downloaded from ijdld.tums.ac.ir on 2026-05-05]

[DOI: 10.18502/ijdl.v26i1.21334]

پس‌آزمون کاهش دهد. برای نسبت کمر به لگن (W/H)[1] نتایج نشان داد که هر دو اثر زمان (F(۱و۲۷)= ۲/۳۶۶ ؛ P= ۰/۱۳۸ ؛η^2= ۰/۰۸۰) و زمان در گروه (F(۲و۲۷)= ۱/۲۰۹ ؛P= ۰/۳۱۴ ؛η^2= ۰/۰۸۲) معنی‌دار نیستند. بنابراین، تمرینات هیچ اثری بر این متغیر نداشته است. نتایج مربوط به لپتین نشان داد که اثر زمان برای این متغیر معنی‌دار است (F(۱و۲۷)= ۱۱/۰۷۳ ؛P= ۰/۰۰۳ ؛η^2= ۰/۲۹۱). مقایسهٔ زوجی پیش و پس‌آزمون گروه‌ها به تنهایی نشان داد که هر دو گروه HIIT و HIFT توانسته‌اند مقادیر لپتین در پس‌آزمون را نسبت به پیش‌آزمون کاهش دهند (به‌ترتیب، P< ۰/۰۱ ؛P< ۰/۰۱). همچنین، اثر زمان در گروه معنی‌دار بود (F(۲و۲۷)= ۹/۹۳۵ ؛P= ۰/۰۰۱ ؛η^2= ۰/۴۲۴)، که مقایسهٔ میانگین سه گروه نشان می‌دهد هر دو نوع تمرین HIFT و HIIT در مقایسه با گروه کنترل توانسته است سطوح لپتین را در پس‌آزمون کاهش دهند.

نتایج مربوط به امنتین نشان داد که اثر زمان برای این متغیر معنی‌دار است (F(۱و۲۷)= ۲۲/۷۵۹ ؛P= ۰/۰۰۱ ؛η^2= ۰/۴۵۷). مقایسهٔ زوجی پیش و پس آزمون گروه‌ها به تنهایی نشان داد که هر دو گروه HIIT و HIFT توانسته‌اند مقادیر امنتین در پس‌آزمون را نسبت به پیش‌آزمون افزایش دهند (P< ۰/۰۰۱). همچنین، اثر زمان در گروه معنی‌دار بود (F(۲و۲۷)= ۱۸/۹۱۶ ؛P= ۰/۰۰۱ ؛η^2= ۰/۵۸۴)، که مقایسه میانگین سه گروه نشان می‌دهد تنها تمرین HIFT در مقایسه با گروه کنترل توانسته است سطوح امنتین را در پس‌آزمون افزایش دهد.

جدول ۱- مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌ها در سه گروه پژوهش

متغیر	گروه‌ها		
	کنترل	HIIT	HIFT
سن (سال)	۱۴/۳۰±۰/۸۲	۱۴/۱۰±۰/۸۷	۱۳/۴۰±۰/۸۲
قد (سانتی‌متر)	۱۷۵/۶±۵/۲۵	۱۷۴/۲±۹/۱۲	۱۶۸/۷±۱۱/۶۷
وزن (کیلوگرم)	۹۳/۳۰±۸/۵۹	۸۹/۱±۱۴/۷۶	۸۴/۲±۱۴/۶۰
BMI (کیلوگرم بر متر مربع)	۳۰/۳۲۳±۲/۱۱	۲۹/۱۷±۲/۵۱	۲۹/۴۲±۲/۵۶

HIFT: High-intensity functional training; HIIT: High-intensity interval training; BMI: Body mass index

جدول ۲- میانگین مقادیر متغیرهای مورد بررسی در قبل و بعد از تمرین برای سه گروه کنترل، HIIT و HIFT

متغیر	گروه	میانگین± انحراف استاندارد		تفاوت درون‌گروهی (پیش-پس‌آزمون)	اثر زمان	اثر زمان در گروه
		پیش‌آزمون	پس‌آزمون			
وزن (کیلوگرم)	کنترل	۹۳/۳۰±۸/۵۹	۹۴/۱۰±۹/۳۹	P= ۰/۴۷۱	P= ۰/۵۷۴	*P< ۰/۰۱
	HIIT	۸۹/۱±۱۴/۷۶	۸۷/۱۰±۱۴/۴۲	P= ۰/۷۷۳		
	HIFT	۸۴/۲±۱۴/۶۰	۸۲/۷۰±۱۴/۴۱	P= ۰/۲۲۷		
نمایهٔ تودهٔ بدنی (BMI) (کیلوگرم بر متر مربع)	کنترل	۳۰/۲۳±۲/۱۱	۳۰/۰۴±۲/۱۴	P= ۰/۴۷۹	*P< ۰/۰۰۱	*P< ۰/۰۰۱
	HIIT	۲۹/۱۷±۲/۵۱	۲۷/۸۵±۲/۶۵	P<۰/۰۰۱		
	HIFT	۲۹/۴۲±۲/۵۶	۲۷/۸۳±۲/۵۹	P< ۰/۰۰۱		
W/H (عدد)	کنترل	۰/۹۰±۰/۰۴	۰/۹۱±۰/۰۴	P= ۰/۳۲۲	P= ۰/۱۳۸	P= ۰/۳۱۴
	HIIT	۰/۹۳±۰/۰۵	۰/۹۵±۰/۰۶	P= ۰/۰۵۵		
	HIFT	۰/۹۱±۰/۰۴	۰/۹۱±۰/۰۵	P= ۰/۸۶۷		
لپتین (ng/ml)	کنترل	۲/۷۷±۰/۶۶	۲/۹۰±۰/۷۲	P= ۰/۱۱۹	*P< ۰/۰۱	*P< ۰/۰۰۱
	HIIT	۲/۳۲±۰/۷۶	۱/۹۵±۰/۵۳	P< ۰/۰۱		
	HIFT	۲/۰۷±۰/۳۹	۱/۸۳±۰/۴۳	P< ۰/۰۱		
امنتین (ng/ml)	کنترل	۲۳/۱۲±۱/۵۹	۲۳/۴۸±۱/۶۳	P= ۰/۰۵۳	*P< ۰/۰۰۱	*P< ۰/۰۰۱
	HIIT	۲۷/۵۴±۶/۴۴	۲۷/۷۳±۶/۶۵	P= ۰/۰۶۵		
	HIFT	۳۶/۵۹±۱۰/۴۸	۴۵/۲۹±۱۱/۹۶	P<۰/۰۰۱		

[1]Weight/height

[Downloaded from ijdld.tums.ac.ir on 2026-05-05]

[DOI: 10.18502/ijdl.v26i1.21334]

بحث

مطالعهٔ حاضر با هدف بررسی و مقایسه اثر دو پروتکل تمرینی بر روی عوامل آنتروپومتریک و سرمی نوجوانان چاق و دارای اضافه وزن انجام شد. نتایج نشان داد که هر دو پروتکل تمرینی، شامل تمرینات HIIT و HIFT طی دورهٔ ۶ هفته‌ای منجر به بهبود معناداری در شاخص‌های آنتروپومتریک در نوجوانان چاق و دارای اضافه وزن گردیدند. در این میان، تمرین HIFT به‌طور خاص، برتری نسبی در مقایسه با گروه کنترل از خود نشان داد. همچنین هر دو روش تمرینی منجر به افزایش سطح سرمی امنتین و کاهش سطح سرمی هورمون لپتین شدند. با این حال گروه HIFT اثربخشی بیشتری را نسبت به گروه HIIT نشان داد.

مطالعات انجام شده در زمینهٔ تمرینات HIIT نشان می‌دهد که یک دورهٔ هشت هفته‌ای تمرین HIIT مبتنی بر دویدن با شدت ۸۰٪ حداکثر ضربان قلب، نسبت کار به استراحت ۰/۸، فعالیت به‌مدت ۶۰ ثانیه و استراحت به‌مدت ۷۵ ثانیه در هر جلسه (مجموعاً ۲۳ دقیقه)، منجر به افزایش VO2max[1] و کاهش معنادار BMI و فشار خون دیاستولیک شده است، بدون آنکه تغییری در سطح گلوکز خون ناشتا مشاهده شود [۱۸]. علاوه بر این، یک مطالعهٔ سیستماتیک که گنجاندن تمرینات تناوبی با شدت بالا در برنامه‌های تربیت بدنی را برای بهبود ترکیب بدن و ظرفیت قلبی- تنفسی در کودکان دارای اضافه وزن و چاق بررسی کرده است، گزارش داد که تمرین HIIT تغییرات قابل توجهی در ترکیب بدن، نمایهٔ تودهٔ بدنی، چربی بدن، دور کمر و مجموع چین‌های پوستی ایجاد کرده و همچنین افزایش تودهٔ عضلانی را به همراه داشته است [۱۹]. بنابراین، تأثیر تمرینات HIIT بر شاخص‌های آمادگی جسمانی و ترکیب بدنی به‌خوبی پذیرفته شده است و نتایج پژوهش حاضر نیز با سایر تحقیقات همسو است. از آنجاکه تمرینات HIIT دویدن به‌طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد اما با تمام مزایای آن، به‌دلیل محدودیت امکانات، تنوع پایین و دشواری ممکن است به‌درستی دنبال نشود [۲۰]. در مقابل تمرینات HIFT به‌دلیل تنوع تمرینی، عملکردی بودن و مزایای متابولیک طرفداران قابل توجهی را حتی در گروه بیماری‌های مزمن به‌دست آورده است [۲۳-۲۱]. که اطلاعات کمی در مورد تمرینات HIFT و ترکیب بدن وجود دارد.

در راستای یافته‌های این پژوهش، مطالعاتی دیگر نیز اثر مثبت تمرینات HIFT بر سطوح آدیپوکین‌ها را تأیید کرده‌اند. همسو با یافته‌های پژوهش حاضر Saeidi و همکاران (۲۰۲۳) پس از ۱۲ هفته تمرین HIFT بر روی مردان کاهش در سطوح لپتین و افزایش در سطوح امنتین را گزارش کردند [۲۴]. علاوه بر این، Algul و همکاران (۲۰۲۳) با ورزش هوازی حاد روی مردان تمرین کرده کاهش در سطوح لپتین را مشاهده کردند [۲۵]. این یافته‌ها تا حدی با نتایج مطالعهٔ حاضر مبنی بر تأثیر مثبت هر دو روش HIFT و HIIT بر بهبود سطوح امنتین و لپتین در پسران چاق و دارای اضافه وزن مطابقت دارد. با این حال، در مطالعهٔ ما تمرینات HIFT در مقایسه با HIIT تأثیر بهتری در بهبود این شاخص‌ها نشان داد. در مقابل، مطالعه‌ای بر روی مردان دانشجو حاکی از عدم تأثیر تمرینات سرعتی متناوب بر سطوح لپتین بوده است [۲۵]. که این تفاوت احتمالا به‌دلیل تفاوت در شدت ورزش، مدل‌های تمرینی و ویژگی‌های جمعیتی نمونه‌ها (مانند جنسیت و سن) است. به‌علاوه، یک عامل کلیدی در تنظیم بیان لپتین و امنتین، تغییرات در سطوح التهاب است و از آنجاکه فعالیت بدنی به‌عنوان یک راهبرد مؤثر در تنظیم فرآیندهای غدد درون‌ریز و متابولیک شناخته شده است [۲۶]؛ شدت ورزش می‌تواند التهاب را تنظیم کند، با این حال، اطلاعات کمی در مورد اثرات HIFT بر پروفایل‌های آدیپوکاین وجود دارد، اما مرتبط با این موضوع، تمرینات HIIT در مقایسه با تمرینات ورزشی با شدت پایین در نوجوانان چاق، کاهش بیشتری در التهاب و اختلال عملکرد اندوتلیال کمتری ایجاد کرد که این اثرات ضدالتهابی ممکن است با کاهش آدیپوکین‌های ترشح شده از بافت چربی و کاهش حجم کلی بافت چربی، که منبع اصلی این آدیپوکین‌ها است، مرتبط باشد [۲۷]. مطالعهٔ Ouerghi و همکاران (۲۰۱۷) نیز افزایش قابل توجه سطوح امنتین را در جوانان چاق/دارای اضافه وزن پس از ۸ هفته تمرین HIIT گزارش کرده‌اند [۲۸]. در مقابل، Wilms و همکاران در سال ۲۰۱۵ بیان کردند که آزادسازی میوکین‌های ناشی از ورزش از فیبرهای عضلانی ممکن است ترشح امنتین به‌وسیله بافت چربی را تعدیل کند [۲۹]. همچنین، Nikseresht و همکاران (۲۰۱۶) نیز در مطالعهٔ خود بر روی مردان چاق گزارش کردند که امنتین-۱ با اجرای تمرینات مقاومتی غیرخطی[2]، تمرینات تناوبی هوازی[3] به‌طور معنی داری کاهش می‌یابد [۳۰]. با این حال، Urbanová و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعهٔ خود بر تأثیر ورزش بر سطوح امنتین سرم و بیان mRNA[4] آن را در بافت چربی زیر جلدی اظهار داشتند که ورزش بر غلظت امنتین سرم و بیان mRNA آن تأثیر معنی‌داری نداشته است [۳۱]. تفاوت مربوط به تغییرات سطوح امنتین بین یافته‌های ما و مطالعهٔ ذکر شده در بالا ممکن است مربوط به تفاوت در شدت‌های ورزش، مدل‌های

[1] Maximum aerobic power
[2] Nonlinear periodized resistance
[3] Aerobic interval training
[4] Messager RNA

[Downloaded from ijdld.tums.ac.ir on 2026-05-05]
[DOI: 10.18502/ijdl.v26i1.21334]

ورزشی و تفاوت‌های جنسیتی باشد. اگرچه اثر ضدالتهابی تمرینات ورزشی در مطالعه ما تا حدی می‌تواند به‌علت تغییر یا کاهش در برخی عوامل التهابی نسبت داده شود، اما، شناسایی سازکارهای دیگر از اهمیت زیادی برخوردار است. با این حال، اثرات ضدالتهابی تمرینات ورزشی می‌تواند با افزایش هم‌زمان سطوح واسطه‌های ضدالتهاب، تنظیم مسیرهای پیام‌رسانی درون سلولی و عملکردهای سلولی که به‌وسیلهٔ نیتریک اکسید[1] (NO) گونه‌های فعال اکسیژن[2] (ROS) واسطه می‌شوند، تغییر فنوتیپی ماکروفاژهای بافت چربی از M1 به M2 و کاهش تنظیم گیرنده برای مهار التهاب مزمن اعمال شود [۳۲]. علاوه بر این، بهبود وضعیت التهابی ناشی از تمرینات ورزشی ممکن است ناشی از ترشح سایتوکین‌های ضدالتهابی مشتق از عضلهٔ اسکلتی (مایوکین) باشد که آنژیوژنز بافت چربی را برای افزایش جریان خون بافت چربی تحریک می‌کند [۳۳].

شواهد نشان می‌دهد که کاهش وزن و نمایهٔ تودهٔ بدنی (BMI) ارتباط مستقیمی با تغییرات سطوح لپتین و امنتین دارد؛ بنابراین، از آنجاکه بافت چربی منبع اصلی ترشح لپتین و امنتین است، افزایش بافت چربی منجر به ترشح آدیپوکین‌های التهابی و کاهش آدیپوکین‌های ضد التهابی می‌شود. از طرف دیگر این افزایش منجر به افزایش اندازهٔ سلول‌های چربی و در نتیجه ترشح افزایش ترشح لپتین و کاهش امنتین می‌شود. از این‌رو، اندازهٔ سلول‌های چربی ممکن است عامل مؤثری باشد که غلظت لپتین و امنتین را تغییر می‌دهد، که نتایج مطالعهٔ حاضر این تغییرات در ترشح لپتین و امنتین را تأیید می‌کند [۳۴، ۳۵].

در مجموع، یافته‌های مطالعهٔ حاضر نشان داد که هر دو روش HIFT و HIIT، تأثیر مشابهی بر سطوح امنتین و لپتین داشته‌اند. این شباهت ممکن است به‌دلیل عوامل مشترکی مانند مصرف کالری مشابه، ایجاد تعادل منفی انرژی یکسان از طریق افزایش هزینهٔ کالریک پس از تمرین[3] (EPOC) و کاهش تودهٔ چربی باشد [۲۸]. مطالعات نشان می‌دهد که تمرینات با شدت بالا بدون در نظر گرفتن نوع آنها، می‌توانند تا ۲۴ ساعت پس از تمرین سوخت‌وساز را افزایش دهند. همچنین **تغییرات مشابه در بافت چربی**، کاهش معنی‌دار اندازهٔ آدیپوسیت‌های احشایی در هر دو گروه ممکن است منجر به تغییرات مشابه در ترشح آدیپوکاین‌ها شده باشد. شواهد نشان می‌دهد که کاهش ۵ تا ۱۰ درصدی تودهٔ چربی، صرف‌نظر از نوع تمرین، می‌تواند سطوح لپتین و امنتین را به‌طور قابل توجهی تعدیل کند [۳۴]. همچنین، هر دو روش تمرینی ممکن است از طریق فعال‌سازی مسیرهای ضدالتهابی مشترک عمل کنند. از طرفی دیگر، دورهٔ ۶ هفته‌ای مطالعه نیز ممکن است برای آشکار شدن تفاوت‌های معنی‌دار بین دو روش کافی نبوده باشد؛ برخی مطالعات نشان می‌دهند که این تفاوت‌ها معمولاً پس از ۱۲ هفته تمرین آشکار می‌شوند. به‌عنوان نمونه، مطالعاتی Nikseresht و همکاران (۲۰۱۶) نشان داد که تفاوت‌های بین مداخلات ورزشی معمولاً پس از ۱۲ هفته آشکار می‌شود [۳۰]. این احتمال وجود دارد که با تداوم تمرینات و افزایش مدت مداخله، تفاوت‌های بین دو روش آشکار شود. به‌عنوان مثال، برخی مطالعات نشان داده‌اند که تمرینات HIFT در بلندمدت ممکن است به‌دلیل ماهیت چندبعدی خود (ترکیب تمرینات هوازی و مقاومتی) تأثیر بیشتری بر حفظ تودهٔ عضلانی و متابولیسم پایه داشته باشد [۸]. این موضوع نیاز به بررسی در مطالعات آینده با دوره‌های تمرینی طولانی‌تر دارد.

مطالعهٔ حاضر دارای محدودیت‌هایی است که می‌توان به تعداد کم نمونه‌ها اشاره داشت. محدودیت دیگر مطالعهٔ حاضر، عدم کنترل رژیم غذایی شرکت‌کنندگان بود. با توجه به اینکه مصرف کالری و تغذیه می‌تواند گردش لپتین و امنتین و ترکیب بدن را تغییر دهد.

نتیجه‌گیری

این مطالعه نشان داد که هر دو نوع تمرین HIFT و HIIT برای نوجوانان چاق و دارای اضافه وزن مفید هستند و باعث بهبود شاخص‌های بدنی (آنتروپومتریک) و هورمون‌ها (آدیپوکین‌ها مانند آمنتین و لپتین) می‌شوند. با این حال، تمرینات HIFT در این بهبودها عملکرد بهتری نسبت به HIIT داشته است.

ملاحظات اخلاقی

این پژوهش دارای تأییدیهٔ کمیتهٔ اخلاق در پژوهش‌های پزشکی از پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی با کُد IR.SSRC.REC.1404.044 است.

تضاد منافع

پدیدآوران اعلام می‌کنند که این اثر حاصل یک پژوهش مستقل بوده و هیچگونه تضاد منافعی با سازمان‌ها و اشخاص دیگری ندارد.

سپاسگزاری

این مقاله برگرفته از رسالهٔ دکتری رشته فیزیولوژی ورزشی دانشگاه لرستان است. ما از کلیهٔ نویسندگان و شرکت‌کنندگان برای وقت و

[3] Nitric oxide
[4] Reactive oxygen species
[5] Excess post-exercise oxygen consumption

[Downloaded from ijdld.tums.ac.ir on 2026-05-05]
[DOI: 10.18502/ijdl.v26i1.21334]

تلاش خود تشکر می‌کنیم.

References

1. Artero EG, España-Romero V, Jiménez-Pavón D, Martinez-Gómez D, Warnberg J, Gómez-Martínez S, et al. Muscular fitness, fatness and inflammatory biomarkers in adolescents. *Pediatric obesity.* 2014;9(5):391-400.
2. Crampes F, Marion-Latard F, Zakaroff-Girard A, De Glisezinski I, Harant I, Thalamas C, et al. Effects of a longitudinal training program on responses to exercise in overweight men. *Obesity research*. 2003;11(2):247-56.
3. Horowitz JF, Klein S. Whole body and abdominal lipolytic sensitivity to epinephrine is suppressed in upper body obese women. *American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism*. 2000;278(6):E1144-E52.
4. Kelishadi R, Hashemi Pour M, Sarraf-Zadegan N, Sadry GH, Ansari R, Alikhassy H, et al. Obesity and associated modifiable environmental factors in Iranian adolescents: Isfahan Healthy Heart Program–heart health promotion from childhood. *Pediatrics international.* 2003;45(4):435-42.
5. Buch A, Kis O, Carmeli E, Keinan-Boker L, Berner Y, Barer Y, et al. Circuit resistance training is an effective means to enhance muscle strength in older and middle aged adults: A systematic review and meta-analysis. *Ageing research reviews*. 2017;37:16-27.
6. Mannarino S, Santacesaria S, Raso I, Garbin M, Pipolo A, Ghiglia S, et al. Benefits in Cardiac function from a remote exercise program in children with obesity. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 2023;20(2):1544.
7. Coquart J, Lemaire C, Dubart A-E, Luttembacher D-P, Douillard C, Garcin M. Intermittent versus continuous exercise: effects of perceptually lower exercise in obese women. *Medicine+ Science in Sports+ Exercise.* 2008;40(8):1546.
8. Feito Y, Patel P, Sal Redondo A, Heinrich KM. Effects of eight weeks of high intensity functional training on glucose control and body composition among overweight and obese adults. *Sports*. 2019;7(2):51.
9. Feito Y, Heinrich KM, Butcher SJ, Poston WSC. High-intensity functional training (HIFT): Definition and research implications for improved fitness. *Sports*. 2018;6(3):76.
10. Heinrich KM, Becker C, Carlisle T, Gilmore K, Hauser J, Frye J, et al. High-intensity functional training improves functional movement and body composition among cancer survivors: a pilot study. *European journal of cancer care*. 2015;24(6):812-7.
11. Coelho M, Oliveira T, Fernandes R. State of the art paper Biochemistry of adipose tissue: an endocrine organ. *Archives of medical science*. 2013;9(2):191-200.
12. Chai S-B, Sun F, Nie X-L, Wang J. Leptin and coronary heart disease: a systematic review and meta-analysis. *Atherosclerosis*. 2014;233(1):3-10.
13. Watanabe T, Watanabe-Kominato K, Takahashi Y, Kojima M, Watanabe R. Adipose tissue-derived omentin-1 function and regulation. *Comprehensive physiology*. 2017;7(3):765-81.
14. TARTIBAIN B, Sharifi H, EBRAHEMI TB. The effect of 12-week high-intensity interval training (HIIT) on lung function, serum leptin level and lipid profiles in inactive obese men. 2016.
15. Ahmed AS, Ahmed MS. The impact of high intensity interval training on serum omentin-1 levels, lipid profile, and insulin resistance in obese men with type 2 diabetes mellitus. I*sokinetics and Exercise Science.* 2023;31(3):221-31.
16. Stewart A, Marfell-Jones M, Olds T, de Ridder H. International Standards fo r Anthropometric Asessment. *International Society for the Advancement o f Kinanthropometry, Lower Hutt ...;* 2011.
17. Bermejo FJ, Olcina G, Martínez I, Timón R. Effects of a HIIT protocol including functional exercises on performance and body composition. *Archivos de Medicina Del Deporte.* 2018;35(6):386-91.
18. Bauer N, Sperlich B, Holmberg H-C, Engel FA. Effects of high-intensity interval training in school on the physical performance and health of children and adolescents: a systematic review with meta-analysis. *Sports medicine-open.* 2022;8(1):50.
19. Delgado-Floody P, Latorre-Román P, Jerez-Mayorga D, Caamano-Navarrete F, García-Pinillos F. Feasibility of incorporating high-intensity interval training into physical education programs to improve body composition and cardiorespiratory capacity of overweight and obese children: A systematic review. *Journal of Exercise Science & Fitness.* 2019;17(2):35-40.
20. Roy M, Williams SM, Brown RC, Meredith-Jones KA, Osborne H, Jospe M, et al. HIIT in the real world: outcomes from a 12-month intervention in overweight adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2018;50(9):1818-26.
21. Heinrich KM, Patel PM, O'Neal JL, Heinrich BS. High-intensity compared to moderate-intensity training for exercise initiation, enjoyment, adherence, and intentions: an intervention study. *BMC public health.* 2014;14:1-6.
22. Nieuwoudt S, Fealy CE, Foucher JA, Scelsi AR, Malin SK, Pagadala M, et al. Functional high-intensity training improves pancreatic β-cell function in adults with type 2 diabetes. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism.* 2017;313(3):E314-E20.
23. Cao M, Yang B, Tang Y, Wang C, Yin L. Effects of low-volume functional and running high-intensity interval training on physical fitness in young adults with overweight/obesity. *Frontiers in Physiology.* 2024;15:1325403.
24. Saeidi A, Saei MA, Mohammadi B, Zarei HRA, Vafaei M, Mohammadi AS, et al. Supplementation with spinach-derived thylakoid augments the benefits of high intensity training on adipokines, insulin resistance and lipid profiles in males with obesity. *Frontiers in Endocrinology*. 2023;14:1141796.
25. Algul S, Ozdenk C, Ozcelik O. Variations in leptin, nesfatin-1 and irisin levels induced by aerobic exercise in young trained and untrained male subjects. *Biology of sport*. 2017;34(4):339-44.
26. Golestani F, Mogharnasi M, Erfani-Far M, Abtahi-Eivari SH. The effects of spirulina under high-intensity interval training on levels of nesfatin-1, omentin-1, and lipid profiles in overweight and obese

[Downloaded from ijdld.tums.ac.ir on 2026-05-05]

[DOI: 10.18502/ijdl.v26i1.21334]

females: A randomized, controlled, single-blind trial. *Journal of Research in Medical Sciences.* 2021;26(1):10.
27. Tenório TR, Balagopal PB, Andersen LB, Ritti-Dias RM, Hill JO, Lofrano-Prado MC, et al. Effect of low- versus high-intensity exercise training on biomarkers of inflammation and endothelial dysfunction in adolescents with obesity: A 6-month randomized exercise intervention study. *Pediatric exercise science.* 2018;30(1):96-105.
28. Ouerghi N, Ben Fradj MK, Bezrati I, Feki M, Kaabachi N, Bouassida A. Effect of high-intensity interval training on plasma omentin-1 concentration in overweight/obese and normal-weight youth. *Obesity facts.* 2017;10(4):323-31.
29. 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. *Experimental and Clinical Endocrinology & Diabetes.* 2015;123(03):187-92.
30. Nikseresht M, Hafezi Ahmadi MR, Hedayati M. Detraining-induced alterations in adipokines and cardiometabolic risk factors after nonlinear periodized resistance and aerobic interval training in obese men. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism.* 2016;41(10):1018-25.
31. Urbanová M, Dostálová I, Trachta P, Drápalová J, Kaválková P, Haluzíková D, et al. Serum concentrations and subcutaneous adipose tissue mRNA expression of omentin in morbid obesity and type 2 diabetes mellitus: the effect of very-low-calorie diet, physical activity and laparoscopic sleeve gastrectomy. *Physiol Res*. 2014;63(2):207-18.
32. Kawanishi N, Yano H, Yokogawa Y, Suzuki K. Exercise training inhibits inflammation in adipose tissue via both suppression of macrophage infiltration and acceleration of phenotypic switching from M1 to M2 macrophages in high-fat-diet-induced obese mice. *Exercise immunology review*. 2010;16.
33. You T, Arsenis NC, Disanzo BL, LaMonte MJ. Effects of exercise training on chronic inflammation in obesity: current evidence and potential mechanisms. *Sports Medicine*. 2013;43:243-56.
34. Skurk T, Alberti-Huber C, Herder C, Hauner H. Relationship between adipocyte size and adipokine expression and secretion. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism.* 2007;92(3):1023-33.
35. de Souza Batista CM, Yang R-Z, Lee M-J, Glynn NM, Yu D-Z, Pray J, et al. Omentin plasma levels and gene expression are decreased in obesity. *Diabetes*. 2007;56(6):1655-61.

[Downloaded from ijdld.tums.ac.ir on 2026-05-05]

[DOI: 10.18502/ijdl.v26i1.21334]