Journal of Ilam University of Medical Sciences

P-ISSN: 1563-4728
E-ISSN: 2588-3135

The effect of 12 weeks of interval resistance training combined with Algomed algae consumption on plasma adipokines levels in men with obesity

Arezoo Bajelani [1], **Hossein Abednatanzi** [1*], **Farshad Ghazalian** [1]

[1] Dept of Professional Physical Education and Sport Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Article Info

Article type:
Research article

Article History:
Received: Jan. 29, 2025
Received in revised form: Jul. 22, 2025
Accepted: Aug. 17, 2025
Published Online: Sep. 27, 2025

**** Correspondence to:***
Hossein Abednatanzi
Dept of Professional Physical Education and Sport Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Email:
abednazari@gmail.com

A B S T R A C T

Introduction: Obesity is associated with an increase in adipose tissue, which secretes adipokines that can directly and indirectly contribute to insulin resistance and various diseases. The purpose of the present study was to investigate the effects of 12 weeks of interval resistance training combined with the Algomed supplement on irisin and lipocalin-2 in obese men.

Materials & Methods: Forty-four obese men were divided into four groups of 11: placebo-control, training-placebo, supplement, and training-supplement groups. The participants in the exercise groups performed 12 weeks of interval resistance training three times per week. Additionally, participants in the supplement group consumed 1800 mg of Algomed algae, according to the manufacturer's instructions. Blood samples were taken 48 hours before the start of the study and 48 hours after the last training session, and the variables of interest were measured in SPSS V.22 with a significance of less than 0.05.

Results: The results of the study showed significant differences between the groups in terms of the adipokine irisin and the reduction of lipocalin-2 compared to the control group ($P<0.05$). Bonferroni post-hoc analysis revealed that training and training-supplement led to increased irisin and decreased lipocalin-2 compared to the control group ($P<0.05$).

Conclusion: The present study concluded that intermittent resistance training, both alone and combined with the Algomed supplement, led to a reduction in lipocalin-2 levels and an increase in irisin in obese men. Moreover, the combination of Algomed supplementation with intermittent resistance training had a greater effect on the measured variables compared to the supplement or exercise alone.

Keywords: Resistance training, Algomed, Adipokines, Obesity

Cite this paper: Bajelani A, Abednatanzi H, Ghazalian F. The effect of 12 weeks of interval resistance training combined with Algomed algae consumption on plasma adipokines levels in men with obesity. *Journal of Ilam University of Medical Sciences.* 2025;33(4):30-43.

Introduction

Obesity is a major global health challenge characterized by the expansion of adipose tissue and dysregulated secretion of adipokines (1). Pro-inflammatory adipokines such as lipocalin-2 contribute to insulin resistance, type 2 diabetes, and cardiovascular diseases, whereas myokines/adipokines such as irisin may exert protective effects (2). Physical exercise, particularly resistance training, has been proposed as a non-pharmacological approach to modulate these biomarkers (3). Nutritional interventions such as Algomed (Chlorella vulgaris), a rich source of chlorophyll, proteins, antioxidants, and bioactive compounds, may further enhance these benefits (4). Evidence on the combined effects of resistance training and Algomed in obese adults is still limited (5). This study was aimed at investigating the effects of 12 weeks of interval resistance training combined with Algomed supplementation on plasma levels of irisin and lipocalin-2 in obese men.

Methods

T In this double-blind, semi-experimental trial, 44 sedentary obese men aged 23–32 years

© The Author(s)
Publisher: Ilam University of Medical Sciences

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-11]

(BMI>30 kg/m²; waist-to-height ratio>0.5) were screened and randomly allocated into four groups (n=11 each): placebo-control, training-placebo, supplement, and training+supplement. The training protocol consisted of three weekly sessions of interval resistance exercises for 12 weeks, including eight upper and lower body movements performed at 60% of one-repetition maximum in three sets of 13 repetitions with active rest. Participants in the supplement groups ingested 1,800 mg/day of Algomed (six tablets per day in three divided doses) following the manufacturer's guidelines; placebo groups received starch tablets of identical appearance. Fasting venous blood samples were obtained 48 h before and 48 h after the intervention. Plasma irisin and lipocalin-2 were determined in duplicate using commercial ELISA kits. Data were analyzed with paired t-tests, ANCOVA, and Bonferroni post-hoc tests in SPSS V.22 with a significance of less than 0.05.

Results

Compared with the placebo group, lipocalin-2 levels significantly decreased in the Algomed (P=0.018), training (P=0.001), and training+Algomed groups (P<0.001), while irisin levels significantly increased in these groups (P<0.001). The combined training and Algomed intervention produced the largest improvements in both biomarkers.

Conclusion

Twelve weeks of interval resistance training, alone and particularly when combined with Algomed supplementation, significantly reduced plasma lipocalin-2 and increased irisin levels in obese men. These findings indicate synergistic effects of exercise and Algomed supplementation on inflammatory and metabolic markers of obesity and suggest that this combined non-pharmacological approach may be beneficial for managing obesity and preventing its complications.

Authors' Contribution

Conceptualization, Methodology, Validation, Formal Analysis, Investigation, Resources, Software, Data Curation, Writing–Original Draft Preparation, Writing–Review & Editing, Visualization, Supervision, Project Administration: AB, HA, FG.

Ethical Statement

This study was approved by the Ethics Committee of the Sport Sciences Research Institute (Iran) (IR.SSRI.REC.1402.161). The authors avoided data fabrication, falsification, plagiarism, and misconduct.

Conflicts of Interest

The authors declare no conflict of interest.

Funding

The present study received no financial support.

Acknowledgment

The authors would like to thank all the participants who took part in this study and the staff of the exercise and laboratory facilities at the Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, for their cooperation and support.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-11]

مجله دانشگاه علوم پزشکی ایلام

شاپای چاپی : ۱۵۶۳-۴۷۲۸

شاپای الکترونیک : ۲۵۸۸-۳۱۳۵

تأثیر ۱۲ هفته تمرینات تناوبی مقاومتی همراه با مصرف جلبک آلگومد روی سطوح آدیپوکاین‌های پلاسمایی در مردان چاق

آرزو باجلانی [۱]، حسین عابد نطنزی [۱*]، فرشاد غزالیان [۱]

[۱] گروه تخصصی تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۱۰

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۴/۰۴/۳۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۲۶

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۷/۰۵

نویسنده مسئول:

حسین عابد نطنزی

گروه تخصصی تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

Email:
abednazari@gmail.com

چکیده

مقدمه: چاقی با افزایش بافت چرب همراه است و از بافت چرب آدیپوکاین‌هایی ترشح می‌شود که مستقیم و غیرمستقیم می‌توانند باعث ایجاد مقاومت به انسولین و همچنین بیماری‌های مختلف گردند. هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر ۱۲ هفته تمرین تناوبی مقاومتی همراه با مکمل آلگومد روی آیریزین و لیپوکالین-۲ در مردان چاق بود.

مواد و روش‌ها: این مطالعه از نوع کاربردی و نیمه‌تجربی است. ۴۴ مرد چاق به چهار گروه ۱۱ نفری شامل کنترل-دارونما، تمرین-دارونما، مکمل و تمرین-مکمل تقسیم شدند. آزمودنی‌های گروه تمرین ۱۲ هفته، هفته‌ای سه جلسه تمرینات تناوبی مقاومتی را انجام دادند؛ همچنین آزمودنی‌های گروه مکمل ۱۸۰۰ میلی‌گرم جلبک آلگومد بر اساس دستورالعمل کارخانه مصرف کردند. ۴۸ ساعت پیش از شروع پژوهش و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسهٔ تمرین، خون‌گیری به عمل آمد و درنهایت، شاخص‌های یادشده اندازه‌گیری گردیدند.

یافته‌های پژوهش: نتایج پژوهش حاضر نشان داد که برای آدیپوکاین‌های آیزیزین و کاهش لیپوکالین-۲، میان گروه‌ها تفاوت معنی‌دار وجود دارد ($P<0.05$). آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که تمرین و تمرین مکمل باعث افزایش آیزیزین و کاهش لیپوکالین-۲ نسبت به گروه کنترل شد ($P<0.05$)..

بحث و نتیجه‌گیری: نتایج حاضر نشان داد که تمرین تناوبی مقاومتی به‌تنهایی و همراه با مکمل‌یاری آلگومد باعث کاهش سطوح لیپوکالین ۲ و افزایش آیریزین در مردان چاق گردید؛ همچنین مصرف آلگومد به همراه تمرین تناوبی مقاومتی در مقایسه با گروه مکمل و تمرین به‌تنهایی، تأثیر بیشتری روی سطوح متغیرهای بررسی‌شده داشت.

واژه‌های کلیدی: تمرین مقاومتی، آلگومد، آدیپوکاین، چاقی

استناد: باجلانی آرزو، عابدنطنزی حسین، غزالیان فرشاد. تأثیر ۱۲ هفته تمرینات تناوبی مقاومتی همراه با مصرف جلبک آلگومد روی سطوح آدیپوکاین‌های پلاسمایی در مردان چاق. *مجله دانشگاه علوم پزشکی ایلام*، مهر ۱۴۰۴؛ (۴)۳۳: ۴۳-۳۰.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-11]

CC BY NC

مقدمه

چاقی به مهم‌ترین مسئلهٔ سلامتی در قرن ۲۱ تبدیل‌شده است که به‌نوبه‌ی خود نقش انکارنشدنی در افزایش شیوع اختلالات و بیماری‌های مرتبط با چاقی از قبیل مقاومت به انسولین، دیابت نوع ۲ و همچنین اختلالات قلبی-عروقی دارد (۱). سازوکارهای این تأثیرات پاتولوژیک چاقی در مطالعات متعددی بررسی‌شده است و محققان بروز اختلالات چاقی را ناشی از گسترش بافت چربی و افزایش ترشح آدیپوکاین‌های التهابی مختلف (عوامل مترشحه از بافت چربی) از بافت چربی سفید دانسته‌اند که این تغییرات با کاهش همزمان سطوح آدیپوکاین‌های ضدالتهابی ازجمله آدیپونکتین همراه است (۲). صدها آدیپوکاین مختلف از بافت چربی تولید و ترشح می‌شوند که ازجملهٔ آن‌ها می‌توان به لپتین، آدیپونکتین، اپلین، لیپوکالین ۲، امنتین ۱، آیریزین، نسفاتین و یسفاتین و غیره اشاره کرد که سطوح آن‌ها در افراد با اضافه‌وزن و چاق دچار تغییر می‌شود که این تغییرات پیامدهای پاتولوژیک متعددی به همراه دارد (۳).

لیپوکالین ۲ یک گلیکوپروتئین مشتمل بر ۱۹۸ اسید آمینه است که به خانوادهٔ بزرگ لیپوکالین تعلق دارد که مولکول‌های کوچک و هیدروفوبیک از قبیل استروئیدها، اسیدهای چرب، رتینوئیدها، پروستوگلاندین‌ها و هورمون‌ها را منتقل می‌کنند (۴). بررسی‌های صورت‌گرفته لیپوکالین ۲ را به‌عنوان یک عامل التهابی معرفی کرده‌اند که در انسان‌ها همبستگی مثبتی با چاقی، مقاومت به انسولین و هایپرگلیسمی دارد و ارتباط تنگاتنگی با التهاب مزمن و اختلالات متابولیک ناشی از آن دارد (۵). لیپوکالین ۲ به مقدار فراوانی توسط بافت چربی بیان و ترشح می‌شود و بیان آن در بافت چربی نمونه‌های چاق در مقایسه با نمونه‌های با وزن طبیعی، به‌صورت چشمگیری افزایش پیدا می‌کند که پیامد آن بروز اختلالات متابولیک ازجمله مقاومت به انسولین است و کاهش اجباری سطوح لیپوکالین ۲ در آدیپوسیت‌ها با کاهش میزان مقاومت به انسولین همراه بود (۶).

آیریزین گلیکوپروتئین دیگری است که نه‌تنها به‌عنوان یک میوکاین، بلکه به‌عنوان یک آدیپوکاین توجه فراوانی را به خود معطوف کرده است (۷). آیریزین یک پلی‌پپتید شبه‌هورمون مشتمل بر یک توالی ۱۱۲ اسید آمینه‌ای است که عمدتاً توسط عضلهٔ اسکلتی و بعد از تقسیم پروتئولیتیک پیش‌ساز آن (FNDC5) سنتز می‌شود (۸). نتایج در رابطه با تغییرات سطوح آیریزین در چاقی ضدونقیض است. برخی محققان عنوان کردند که سطوح آیریزین همبستگی مثبتی با شاخص تودهٔ بدنی (BMI) دارد که نشان‌دهندهٔ ترشح آیریزین توسط بافت چربی است (۹). در مقابل، محققان در پژوهشی دیگر روی زنان چاق دریافتند که سطوح آیریزین در افراد چاق در مقایسه با افراد با وزن طبیعی کاهش پیدا می‌کند و آیریزین همبستگی منفی با انسولین و مقاومت به انسولین و همچنین سطوح مالون دی‌آلدئید دارد (۱۰). آیریزین مترشحه از بافت چربی، عضلهٔ اسکلتی و سایر بافت‌های بدن به درون جریان خون وارد می‌شود و به‌نوبه‌ی خود می‌تواند بر بافت‌های مختلفی از قبیل عضلهٔ اسکلتی (افزایش برداشت گلوکز و لیپید، افزایش متابولیسم لیپید)، بافت چربی (قهوه‌ای کردن بافت چربی سفید، افزایش لیپولیز و انرژی مصرفی)، پانکراس (افزایش ترشح گلوکاگون و انسولین، بهبود عملکرد سلول‌های بتا و محافظت از آن‌ها در برابر آپوپتوز) و کبد (افزایش گلیکوژنز، کاهش لیپوژنز و گلیکوژنولیز) تأثیر بگذارد (۱۱).

در تأیید یافته‌های بالا مبنی بر اختلال در سطوح آدیپوکاین‌های مختلف در وضعیت چاقی گزارش‌شده است که چاقی با تغییر الگوهای ترشح آدیپوکاین‌ها (افزایش سطوح آدیپوکاین‌های التهابی) همراه است (۱۲). این در حالی است که تمرینات ورزشی مختلف ازجمله تمرین مقاومتی، به‌عنوان یک روش درمانی برای چاقی و اختلالات متابولیک مرتبط با چاقی شناخته‌شده است (۱۳) و محققان عنوان کرده‌اند که این تأثیرات مثبت تمرین ورزشی ازجمله در افراد چاق، به‌واسطهٔ کاهش سطوح آدیپوکاین‌های التهابی و افزایش سطوح آدیپوکاین‌های ضدالتهابی اعمال می‌شود (۱۴) و تمرین ورزشی از طریق سازوکارهای مختلفی ازجمله کاهش استرس اکسایشی در بافت چربی سفید، به کاهش بیان آدیپوکاین‌های مرتبط با التهاب منجر می‌گردد (۱۵). از سویی، مداخلات

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-11]

تغذیه‌ای در کنار تمرینات ورزشی می‌تواند نقش فراوانی در مدیریت اضافه‌وزن و چاقی داشته باشند. کلرلا ولگاریس (با نام تجاری آلگومد) نوعی جلبک سبز تک‌سلولی است که تأثیرات مثبت آن در وضعیت چاقی ثابت‌شده است (۱۷، ۱۶). علاوه بر این، گزارش‌شده است که کلرلا ولگاریس تأثیرات ضدتوموری، آنتی‌اکسیدانی، ضدالتهابی و فعالیت‌های ضدمیکروبی دارد و می‌تواند به کاهش فشارخون و کلسترول گردش خون منجر گردد (۱۸). برخی محققان نیز با تأیید تأثیرات مثبت تمرین ورزشی و کلرلا ولگاریس عنوان کردند که مصرف همزمان کلرلا ولگاریس با تمرین تناوبی شدید در زنان با اضافه‌وزن و چاق می‌تواند تأثیر سینرژیک داشته باشد و در مقایسه با تمرین ورزشی و کلرلا ولگاریس به‌تنهایی، بهبود بیشتر نشانگرهای متابولیک (بهبود نیمرخ لیپیدی و کاهش مقاومت به انسولین) در گروه تمرین ورزشی+کلرلا ولگاریس مشاهده شد (۱۹). ازآنجاکه سازوکارهای تأثیرگذاری کلرلا ولگاریس با یا بدون تمرینات ورزشی ازجمله در افراد چاق کمتر مورد توجه قرار گرفته است و اطلاع فراوانی در این رابطه در دست نیست؛ بنابراین، هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر ۱۲ هفته تمرینات تناوبی مقاومتی همراه با مصرف مکمل جلبک آلگومد روی سطوح لیپوکالین ۲ و آیریزین گردش خون در مردان چاق بود.

مواد و روش‌ها

با توجه به اینکه آزمودنی‌های پژوهش را مردان چاق تشکیل می‌دادند و در یک طرح پژوهشی ۱۲ هفته‌ای بررسی شدند؛ بنابراین، پژوهش حاضر از نوع کاربردی و نیمه‌تجربی بود. این مطالعه به‌صورت دوسو کور طراحی گردید. برای گروه‌های مکمل و دارونما، مکمل واقعی و دارونما در بسته‌بندی‌های یکسان، بدون برچسب و کدگذاری‌شده تهیه و به شرکت‌کنندگان ارائه شد. مکمل و دارونما از نظر ظاهر، طعم و شکل مشابه بودند. شرکت‌کنندگان از نوع مکمل مصرفی خود اطلاعی نداشتند؛ همچنین پژوهشگرانی که وظیفهٔ جمع‌آوری داده‌ها و انجام تحلیل‌های بیوشیمیایی را بر عهده داشتند، نیز از تخصیص گروهی شرکت‌کنندگان آگاه نبودند. این فرایند برای جلوگیری از هرگونه سوگیری در جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها اجرا شد.

افراد شرکت‌کننده در این مطالعه مردان چاق داوطلب بودند که از طریق فراخوان در مراکز عمومی و اداری انتخاب گردیدند. همهٔ شرکت‌کنندگان پیش از ورود به مطالعه، از نظر شاخص تودهٔ بدنی (BMI>30) و نسبت دور کمر به قد (WHtR>0.5) اندازه‌گیری و غربالگری شدند تا چاقی عمومی و مرکزی آنان تأیید گردد؛ همچنین با استفاده از پرسش‌نامهٔ پزشکی و مصاحبهٔ حضوری، اطمینان حاصل شد که افراد در شش ماه گذشته هیچ‌گونه فعالیت بدنی منظمی نداشته‌اند. این معیارها به‌منظور یکنواخت‌سازی شرایط پایهٔ افراد و حذف متغیرهای مداخله‌گر احتمالی در نظر گرفته شد. از دیگر شرایط ورود به اجرای تحقیق نداشتن اعتیاد به مواد مخدر و الکل، نداشتن سابقهٔ بیماری کلیوی، کبدی، قلبی-عروقی، دیابت و نداشتن فعالیت بدنی منظم خارج از برنامهٔ تمرینی در طول دوره برای آزمودنی‌ها بود که پس از معاینه از سوی پزشک متخصص قلب، به مطالعه وارد گردیدند. پیش از شرکت در مطالعه، همهٔ مراحل و روش کار برای آنان توضیح داده شد و پس از آگاهی کامل و تکمیل پرسش‌نامهٔ پزشکی، رضایت‌نامهٔ کتبی از آنان اخذ گردید. از میان افراد داوطلب، ۴۴ نفر با بازه سنی ۳۲-۲۳ سال انتخاب شد. لازم به ذکر است که مجوز کد اخلاق پژوهش حاضر از پژوهشگاه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی به شمارهٔ IR.SSRI.REC.1402.161 صادرشده است.

در جلسهٔ اول، از همهٔ آزمودنی‌ها قد و وزن گرفته شد و توضیحات کامل در ارتباط با تمرینات، نحوهٔ انجام آن‌ها و سایر مراحل داده شد. در جلسهٔ دوم، از آزمودنی‌ها آزمون تعیین یک تکرار بیشینه به عمل آمد؛ سپس آزمودنی‌ها به‌صورت همگن بر اساس RM۱ و مشخصات فردی به ۴ گروه ۱. کنترل (۱۱ نفر)، ۲. مکمل (۱۱ نفر)، ۳. تمرین (۱۱ نفر) و ۴. تمرین مکمل (۱۱ نفر) تقسیم گردیدند. یک تکرار بیشینهٔ (RM۱) آزمودنی‌ها با استفاده از معادلهٔ برزیسکی محاسبه شد (۲۰). روش تعیین یک تکرار بیشینه به این صورت است که ابتدا فرد با وزنهٔ سبک گرم می‌کند؛ سپس وزنه‌ای انتخاب می‌نماید که حداکثر تا ۱۰ تکرار بتواند انجام دهد. اگر

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-11]

وزنه سبک باشد و تعداد تکرارها بیشتر از ۱۰ تکرار شد، پس از کمی استراحت، وزنهٔ بیشتری انتخاب می‌شود تا جایی که بتواند کمتر از ۱۰ تکرار انجام دهد. مقدار وزنه و تعداد تکرارها در هر حرکت ثبت و سپس در فرمول قرار داده می‌شود:

یک تکرار بیشینه= وزن جابه‌جاشده (کیلوگرم) / (۱/۰۲۷۸ – تعداد تکرار تا خستگی) ×۰/۰۲۷۸ (

دستورالعمل تمرین تناوبی مقاومتی شامل ۸ حرکت بالاتنه و پایین‌تنه (اسکات، پرس سینه، خم کردن زانو، جلو بازو، پرس پا، سرشانه با هالتر، زیر بغل سیم‌کش از پشت) بود که به‌صورت تناوبی و در شدت‌های مختلف انجام شد (۲۱). انجام حرکات (اسکات، پرس سینه، خم کردن زانو، جلو بازو، پرس پا، سرشانه با هالتر، زیر بغل سیم‌کش از پشت) به شکل ۳ ست ۱۳ تکراری با ۶۰ درصد تکرار بیشینه (RM۱)، استراحت میان ست‌ها فعال و با شدت ۲۰ درصد و تعداد تکرار ۱۵ انجام گردید. شدت تمرینات مقاومتی در این مطالعه معادل ۶۰ درصد یک تکرار بیشینه انتخاب شد که بر اساس شواهد علمی، در افراد چاق شدت مناسبی برای ایجاد فشار متابولیکی و مکانیکی بدون ایجاد آسیب یا خستگی بیش‌ازحد محسوب می‌شود. مطالعات متعددی نشان داده‌اند که تمرینات مقاومتی با شدت ۶۰ تا ۷۰ درصد RM۱، به‌ویژه در صورت استفاده از حجم تمرینی کافی، به تغییرات مثبت در شاخص‌های متابولیکی منجر می‌شود (۲۱).

جدول شمارهٔ ۱. تمرین تناوبی مقاومتی با شدت متوسط

۱۲ هفته	
تمرین‌ها: اسکات، پرس سینه، خم کردن زانو، جلو بازو، پرس پا، سرشانه با هالتر، زیر بغل سیم‌کش از پشت ست: ۳ تکرار: ۱۳ شدت: ۶۰ درصد استراحت بین ست: استراحت بین ست‌ها فعال و با شدت ۲۰ درصد و تعداد تکرار ۱۵	جلسه

استراحت بین ست‌ها برای همهٔ گروه‌ها فعال و با شدت ۲۰ درصد و تعداد تکرار ۱۵ در نظر گرفته شد. ضمناً افراد پیش از هر جلسهٔ تمرینی، به مدت ده دقیقه گرم کردن و به مدت ده دقیقه، آخر تمرین سرد کردن را انجام دادند. درنهایت، گروه کنترل طی ۱۲ هفتهٔ تمرین، زندگی روزمره خود را داشتند و از شرکت در فعالیت‌های منظم منع شدند. همهٔ اصول اخلاقی طی مراحل تمرین رعایت گردید و آزمودنی هر زمانی طی دورهٔ تمرین، اجازهٔ انصراف از ادامه تحقیق را داشتند.

برای کنترل فعالیت بدنی خارج از برنامهٔ تمرینی، به شرکت‌کنندگان توصیه شد تا در طول دورهٔ پژوهش، سبک زندگی معمول خود را حفظ کنند و از انجام هرگونه فعالیت بدنی ساختاریافته یا شروع برنامهٔ تمرینی جدید خارج از چارچوب مطالعه خودداری نمایند. این موضوع به‌صورت شفاهی پیش از شروع مطالعه و در جلسات پیگیری به‌طوربه‌طور منظم به آنان یادآوری شد؛ همچنین پایش خوداظهاری در قالب مصاحبه‌های دوره‌ای انجام گردید تا از نداشتن تغییر چشمگیر در سطح فعالیت بدنی اطمینان حاصل شود. هرچند اندازه‌گیری عینی با ابزارهایی مانند شتاب‌سنج انجام نشد؛ اما داده‌های حاصل از خوداظهاری شرکت‌کنندگان نشان داد که تغییر چشمگیری در سطح فعالیت بدنی آنان رخ نداده است.

مصرف مکمل در این مطالعه بر اساس دستورالعمل استاندارد کارخانه تولیدکننده انجام گردید. شرکت‌کنندگان گروه مکمل به مدت ۱۲ هفته، روزانه ۱۸۰۰ میلی‌گرم جلبک آلگومد (معادل ۶ قرص) مصرف کردند. نحوهٔ مصرف

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-11]

به‌صورت دقیق تنظیم‌شده بود. ۲ قرص یک و نیم ساعت پیش از صبحانه، ۲ قرص یک ساعت و نیم پیش از نهار و ۲ قرص یک ساعت و نیم پیش از شام. این دستورالعمل مصرف مکمل طبق دستورالعمل‌های تولیدکننده برای استفاده در انسان‌ها توصیه‌شده است و در طول مطالعه به‌طوربه‌طور کامل رعایت شد. گروه دارونما نیز قرص‌های نشاستهٔ همرنگ قرص آلگومد مصرف کردند. پایبندی شرکت‌کنندگان به مصرف مکمل در طول مطالعه از طریق پایش خوداظهاری و مصاحبه‌های دوره‌ای ارزیابی گردید. شرکت‌کنندگان موظف بودند که در پرسش‌نامه‌های مرتب، میزان و زمان مصرف مکمل‌ها را گزارش دهند. علاوه بر این، در جلسات پیگیری منظم، پژوهشگران هرگونه انحراف از دستورالعمل مصرف مکمل را شناسایی می‌کردند و اقدامات لازم برای اصلاح آن را انجام می‌دادند. این فرایند به‌طور مداوم نظارت شد تا از دقت و صحت مصرف مکمل اطمینان حاصل گردد.

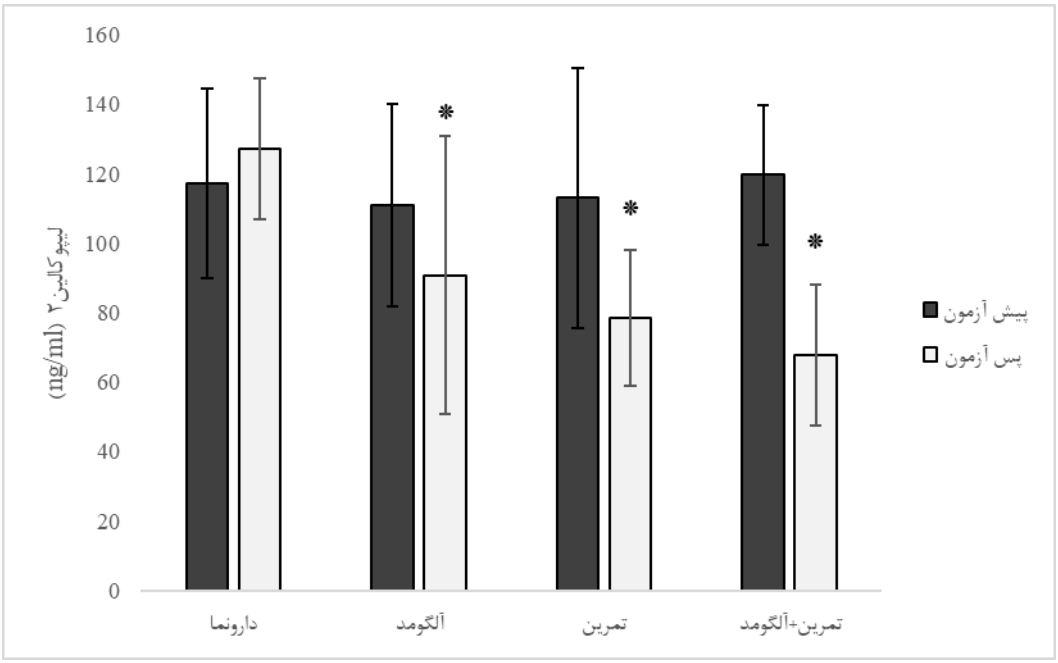
لازم به ذکر است که از همهٔ آزمودنی‌ها سه روز پیش از خون‌گیری پیش‌آزمون و سه روز قبل از خون‌گیری پس‌آزمون یادآمد غذایی گرفته شد. اولین نمونهٔ خون به‌صورت ناشتا ۴۸ ساعت پیش و دومین نمونهٔ خون ۴۸ ساعت پس از دورهٔ تمرینی دوازده‌هفته‌ای از ورید بازویی دست راست آزمودنی‌ها تهیه گردید. نمونه‌های خون‌گرفته‌شده به لوله‌های آزمایش مخصوص برای تهیهٔ پلاسما (لوله‌های حاوی EDETA) انتقال داده شد و به مدت ۱۰ دقیقه با ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردید. پلاسمای حاصل در دمای ۷۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. لازم به ذکر است، همهٔ مراحل اجرای آزمون در شرایط یکسان و استاندارد در ساعت ۸ تا ۱۰ صبح انجام گرفت. شاخص‌های یادشده به روش زیر اندازه‌گیری گردید. برای اندازه‌گیری غلظت سرمی لیپوکالین-۲ و آیریزین از روش الایزا (ELISA) مطابق با دستورالعمل شرکت‌های سازنده استفاده شد. سنجش لیپوکالین-۲ با استفاده از کیت تجاری شرکت Elabscience Biotechnology (چین، شمارهٔ کاتالوگ: E-EL-H0096) انجام گرفت که ضرایب تغییرات درون‌سنجی و برون‌سنجی آن به‌ترتیب کمتر از ۱۰ درصد و ۱۲ درصد گزارش‌شده است؛ همچنین میزان آیریزین با استفاده از کیت شرکت Phoenix Pharmaceuticals Inc. (آمریکا، شمارهٔ کاتالوگ: EK-067-16) اندازه‌گیری شد که ضرایب تغییرات درون سنجی و برون سنجی آن به‌ترتیب کمتر از ۱۰ درصد و ۱۵ درصد است. همهٔ نمونه‌ها و استانداردها به‌صورت دو تکرار (Duplicate) اندازه‌گیری شدند تا صحت و تکرارپذیری نتایج تضمین گردد.

لازم به ذکر است، با استفاده از نرم‌افزارنرم‌افزار G*Power، تحلیل توان آزمون برای متغیرهای اصلی پژوهش (ایریزین و لیپوکالین-۲) انجام شد. با در نظر گرفتن اندازهٔ اثر بزرگ (۰/۸)، سطح معناداری ۰/۰۵و توان ۰/۸۰، حداقل حجم نمونهٔ مورد نیاز ۲۶ نفر برآورد گردید. در مطالعهٔ حاضر از ۴۴ نفر که در چهار گروه به‌طور یکسان حضور داشتند. برای دسته‌بندی و تعیین شاخص‌های پراکندگی از آمار توصیفی استفاده شد. آزمون کلموگروف اسمیرنوف نشان داد که داده‌ها از توزیع طبیعی برخوردارند. برای سنجش مقایسهٔ میزان تغییرات در پیش‌آزمون با پس‌آزمون در هر گروه آزمون t همبسته به‌کاربرده شد. برای مقایسهٔ میان گروه‌ها آنالیز کوواریانس و آزمون تعقیبی بونفرونی (Bonferoni) استفاده گردید. همهٔ داده‌ها به‌صورت میانگین± انحراف معیار بیان شدند. همهٔ تجزیه‌وتحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS vol. 22 صورت گرفت و از نظر آماری معنی‌دار (P<۰.۰۵) تلقی گردید.

یافته‌های پژوهش

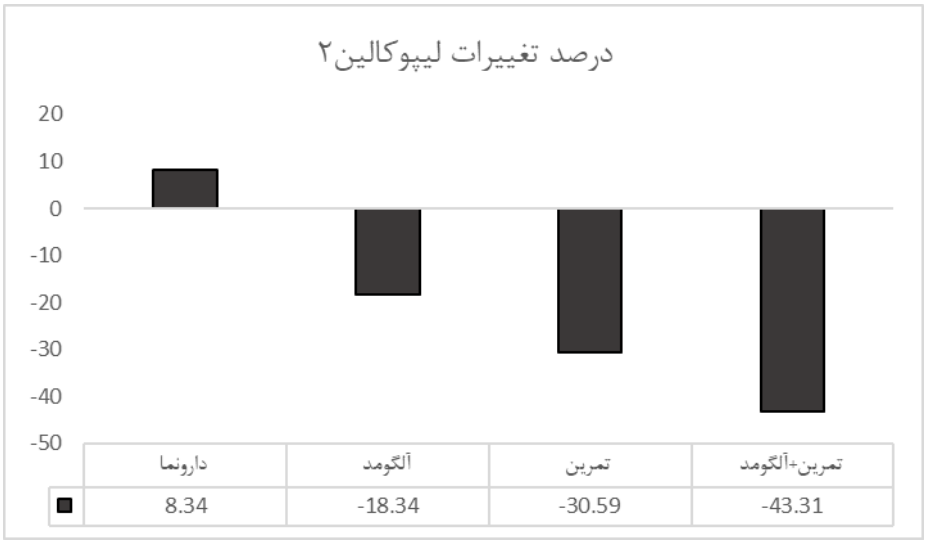
نتایج آزمون آنالیز کوواریانس تفاوت بین‌گروهی (میان گروه‌های دارونما، آلگومد، تمرین و تمرین+آلگومد) معناداری را برای سطوح لیپوکالین ۲ نشان داد (P<۰.۰۰۱). بر اساس نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی، کاهش سطوح لیپوکالین ۲ در گروه‌های آلگومد (P=۰.۰۱۸)، تمرین (P=۰.۰۰۱) و تمرین+آلگومد (P<۰.۰۰۱) نسبت به گروه دارونما، از نظر آماری معنادار بوده است. با وجود این، تفاوت معناداری میان سایر گروه‌های پژوهش مشاهده نشد (P>۰.۰۵) (نمودار شمارهٔ ۱).

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-11]



نمودار شمارهٔ ۱. سطوح لیپوکالین ۲. * کاهش معنادار در مقایسه با گروه دارونما

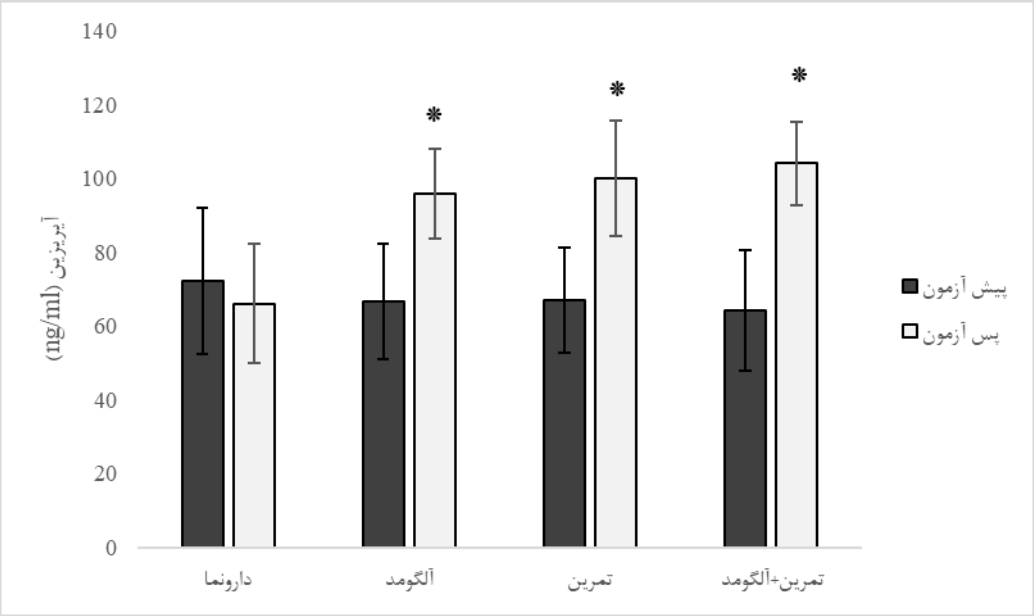
درصد تغییرات سطوح لیپوکالین ۲ در گروه‌های دارونما، مکمل آلگومد، تمرین و تمرین+مکمل آلگومد در مقایسه با مرحلهٔ پیش‌آزمون در نمودار شمارهٔ ۲ نمایش داده‌شده است.



نمودار شمارهٔ۲. درصد تغییرات لیپوکالین ۲

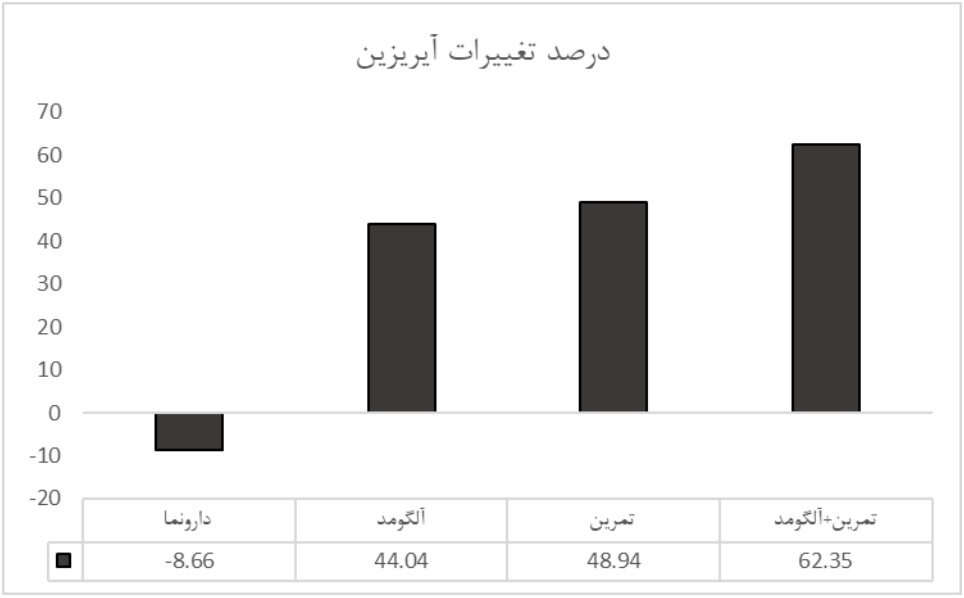
نتایج آزمون آنالیز کوواریانس تفاوت بین‌گروهی (میان گروه‌های دارونما، آلگومد، تمرین و تمرین+ آلگومد) معناداری را برای سطوح آیریزین نشان داد (P<۰.۰۰۱). بر اساس نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی، افزایش سطوح آیریزین در گروه‌های آلگومد (P<۰.۰۰۱)، تمرین (P<۰.۰۰۱) و تمرین+آلگومد (P<۰.۰۰۱) نسبت به گروه دارونما از نظر آماری معنادار بوده است. با وجود این، تفاوت معناداری میان سایر گروه‌های پژوهش مشاهده نشد (P>۰.۰۵) (نمودار شمارهٔ ۳).

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-11]



نمودار شمارهٔ ۳. سطوح آیریزین. * نشانهٔ افزایش معنادار در مقایسه با گروه دارونما

درصد تغییرات سطوح آیریزین در گروه‌های دارونما، مکمل آلگومد، تمرین و تمرین+مکمل آلگومد در مقایسه با مرحلهٔ پیش‌آزمون در نمودار شمارهٔ ۴ نمایش داده‌شده است.



نمودار شمارهٔ ٤. درصد تغییرات آیریزین

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعهٔ پیش‌رو به‌منظور بررسی تأثیر ۱۲ هفته تمرین تناوبی مقاومتی همراه با مصرف مکمل جلبک آلگومد روی سطوح لیپوکالین ۲ و آیریزین در مردان چاق انجام شد. نتایج مطالعهٔ حاضر نشان داد که سطوح لیپوکالین ۲ در گروه‌های آلگومد، تمرین و تمرین+آلگومد در مقایسه با گروه دارونما، کاهش معناداری داشته است. لیپوکالین ۲ یکی از آدیپوکاین‌های التهابی شناخته‌شده است که با چاقی و التهاب بافت چربی مرتبط است و ارتباط مستقیمی با نشانگرهای التهابی مختلف و شاخص مقاومت به انسولین دارد (۲۲). لیپوکالین ۲ تا حدود فراوانی توسط بافت چربی ترشح می‌شود و سطوح آن در گردش خون افراد چاق افزایش پیدا می‌کند و شواهد متعددی بیان‌کنندهٔ نقش لیپوکالین ۲ در التهاب متابولیک مشاهده‌شده در چاقی و اختلالات ناشی از چاقی از

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-11]

قبیل دیابت نوع ۲، بیماری کبد چرب غیرالکلی و بیماری‌های قلبی-عروقی است (۲۳). ازجمله عوامل و محرک‌های تأثیرگذار بر بیان لیپوکالین ۲ می‌توان به سایتوکاین‌های پیش‌التهابی (مانند TNF-α، اینتروفرون گاما و لیپوپلی ساکارید)، ۱۷ بتا استرادیول، هایپرگلیسمی، جنسیت، چاقی، انسولین، دگزامتازون، مسیر پیام‌رسانی NF-κB، مسیر پیام‌رسانی ERK و مسیر پیام‌رسانی JAK-STAT اشاره کرد و در مقابل، تیازولیدین دیون‌ها ازجمله بازدارنده‌های شناخته‌شده برای لیپوکالین ۲ هستند (۴). با وجود این، تغییر نکردن سطوح لیپوکالین ۲ نیز به دنبال شرکت در تمرینات ورزشی گزارش‌شده است (۲۴).

محققان در پژوهشی روی زنان دیابتی نوع ۲، یافته‌های حاضر را تأیید کردند و کاهش معنادار سطوح پلاسمایی آدیپوکاین-های التهابی ازجمله لیپوکالین ۲ و RBP4 را پس از ۱۲ هفته تمرین در آب نشان دادند که این تأثیرات ضدالتهابی تمرین در آب با بهبود معنادار نیمرخ لیپیدی و مقاومت به انسولین و کاهش سطوح HbA1C همراه بود (۲۵). علاوه بر این، محققان در مطالعه‌ای دیگر، کاهش معنادار سطوح لیپوکالین ۲ را به دنبال ۱۲ هفته تمرین تناوبی شدید (HIIT) در مردان چاق نشان داده‌اند که کاهش سطوح لیپوکالین ۲ با بهبود ترکیب بدن همراه بود و ازاین‌رو، محققان تعدیل سطوح لیپوکالین ۲ را پس از ۱۲ هفته HIIT، به کاهش میزان تودهٔ چربی بدن مردان چاق و بهبود سایر مؤلفه‌های ترکیب بدن نسبت دادند و کاهش سطوح NF-κB را (که می‌تواند آدیپوکاین‌ها و کموکاین‌ها را فعال کند)، به‌عنوان یکی دیگر از سازوکارهای تنظیم کاهشی سطوح لیپوکالین ۲ با تمرین ورزشی مطرح کردند (۲۶).

در مطالعه‌ای دیگر و برخلاف یافته‌های حاضر، محققان نشان دادند که شش هفته تمرین پیلاتس به‌تنهایی و همراه با مصرف مکمل شوید در زنان چاق و با اضافه‌وزن تأثیری بر سطوح لیپوکالین ۲ نداشته است و تغییر نکردن لیپوکالین ۲ با تغییر نکردن معنادار در سطوح انسولین، گلوکز و مقاومت به انسولین همراه بود و محققان عنوان کردند که تمرین ورزشی باید از شدت و حجم کافی برای کاهش درصد چربی بدن و کاهش متعاقب آن در سطوح لیپوکالین ۲ برخوردار باشد و شدت و حجم بیشتر تمرین ورزشی می‌تواند در کاهش سطوح لیپوکالین ۲ مؤثرتر باشد و محققان نتیجه گرفتند که کاهش نیافتن معنادار سطوح لیپوکالین ۲ ممکن است تا حدودی ناشی از حجم اندک و مدت‌زمان کوتاه دورهٔ تمرین ورزشی و همچنین دوز پایین مکمل شوید مصرفی باشد (۲۷). با توجه به این یافته‌ها می‌توان عنوان کرد که برنامهٔ تمرین تناوبی مقاومتی اعمال‌شده یا مصرف آلگومد به‌تنهایی و همراه با تمرین تناوبی مقاومتی از قدرت لازم برای تحریک کاهش سطوح لیپوکالین ۲ برخوردار است.

یافتهٔ دیگر مطالعهٔ حاضر افزایش معنادار سطوح آیریزین در گروه‌های مکمل آلگومد، تمرین و تمرین+آلگومد نسبت به گروه دارونما بود. برای نخستین بار، بوستروم و همکاران (۲۰۱۲) آیریزین را به‌عنوان یک مایوکاین تحریک‌شده از طریق فعالیت ورزشی شناسایی کردند که توسط یک پروتئاز ناشناخته از FNDC-5 مشتق می‌شود که متعاقب آن، از طریق جریان خون به بافت چربی منتقل می‌گردد که در آنجا می‌تواند بر تبدیل بافت چربی سفید به بافت چربی قهوه‌ای تأثیر بگذارد و انرژی مصرفی را تنظیم کند (۲۸). درواقع، آیریزین به تبدیل بافت چربی سفید به بافت چربی قهوه‌ای منجر می‌شود و اثر قهوه-ای‌کننده روی بافت چربی سفید دارد (۲۹). بر اساس این، به‌نظر می‌رسد که آیریزین از طریق افزایش میزان بیان UCP-1 که عمدتاً در میتوکندری یافت می‌شود (معمولاً در بافت چربی قهوه‌ای) بر بافت چربی سفید تأثیر می‌گذارد و ترموژنز را افزایش می‌دهد (۳۰).

علاوه بر این، گزارش‌شده است که آیریزین تنها یک مایوکاین نیست، بلکه به‌عنوان یک آدیپوکاین با عملکردهای اتوکرین و پاراکرین مهم شناخته‌شده است (۷). ازآنجاکه بیان PGC1-α و FNDC-5 به‌عنوان پیش‌ساز آیریزین در عضلهٔ اسکلتی توسط تمرین ورزشی تحریک می‌گردد، تغییرات در سطوح آیریزین گردش خون (سرم، پلاسما) با فعالیت ورزشی مرتبط است که توجه مطالعات فراوانی را به خود جلب کرده است (۳۱). محققان در مطالعه‌ای مروری عنوان کردند که

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-11]

انواع مختلف تمرینات ورزشی شامل تمرینات هوازی، مقاومتی، ترکیبی، دایره‌ای و تناوبی به تنظیم افزایشی سطوح آیریزین منجر می‌شوند، هرچند که نتایج آن به ویژگی‌های آزمودنی‌ها از قبیل وضعیت متابولیک و سن بستگی دارد. درواقع، تمرین ورزشی سطوح آیریزین را در افراد سالم بالغ و سالمند افزایش می‌دهد؛ اما میزان افزایش در افراد جوان با اضافه‌وزن و چاق و یا مبتلا به دیابت نوع ۲ مشهودتر است (۳۲). با وجود تأثیرگذاری انواع مختلف تمرینات ورزشی بر سطوح آیریزین، این تمرینات تأثیرات یکسانی بر آیریزین ندارند. نتایج مطالعهٔ حاضر تمرین تناوبی مقاومتی را به‌عنوان راهبردی مؤثر به‌منظور تنظیم افزایشی سطوح آیریزین نشان داد. در تأیید این یافته‌ها، کاظمی‌نسب و همکاران (۲۰۲۲) عنوان کردند که یک جلسهٔ حاد فعالیت ورزشی هوازی در مقایسه با فعالیت بی‌هوازی، تأثیر بیشتری بر سطوح آیریزین دارد؛ اما تمرین مقاومتی مزمن دارای بزرگ‌ترین تأثیر افزایشی بر سطوح آیریزین در مقایسه با تمرینات هوازی و بی‌هوازی مزمن است (۳۳).

همسو با یافته‌های حاضر، محققان در پژوهشی نشان دادند که هشت هفته تمرین مقاومتی به‌تنهایی و همراه با مکمل‌یاری آویشن به تنظیم افزایشی معنادار سطوح آیریزین در زنان یائسه منجر می‌شود که افزایش سطوح آیریزین همزمان با کاهش درصد چربی بدن بود (۳۴). سازوکار افزایش آیریزین با تمرین ورزشی هنوز کاملاً مشخص نیست؛ اما گزارش‌شده است که آیریزین می‌تواند توسط PGC-1α فعال گردد (۳۵) که این فعال‌کننده هم می‌تواند به‌نوبه‌ی خود PPARγ را فعال کند (۳۵). در پژوهشی دیگر، محققان با مقایسهٔ تأثیر تمرینات ورزشی مختلف بر سطوح آیریزین در زنان با اضافه‌وزن و چاق مبتلا به سندرم متابولیک نشان دادند که افزایش سطوح آیریزین با تمرینات ورزشی هوازی، مقاومتی و ترکیبی از نظر آماری معنادار بوده است که این تغییرات با بهبود مقاومت به انسولین در همهٔ گروه‌های تمرین کننده همراه بود (۳۷). در تأیید همسویی افزایش سطوح آیریزین با بهبود مقاومت به انسولین گزارش‌شده است که آیریزین از طریق افزایش بیان UCP-1 و فعال کردن مسیرهای پیام‌رسانی ERK و p38MAPK به بهبود هموستاز گلوکز کمک می‌کند، موجب افزایش انرژی مصرفی آدیپوسیت‌ها می‌شود و بیان آنزیم‌های متابولیک و میانجی‌ها را تعدیل می‌نماید که این تأثیرات آیریزین با جلوگیری از تجمع لیپیدها و کاهش وزن بدن همراه است. این نتایج نشان‌دهندهٔ نقش بالقوهٔ آیریزین در پیشگیری از چاقی و دیابت نوع ۲ است (۱۲).

یافتهٔ دیگر مطالعهٔ حاضر این بود که مصرف آلگومد به‌تنهایی به کاهش معنادار سطوح لیپوکالین ۲ و افزایش معنادار سطوح آیریزین منجر می‌شود و مصرف آلگومد همراه با تمرین ورزشی نیز موجب کاهش معنادار سطوح لیپوکالین ۲ و افزایش معنادار سطوح آیریزین می‌گردد. کلرلا یک جلبک سبز آب شیرین، تک‌سلولی و متعلق به خانوادهٔ Chlorellaceae است. کلرلا از رنگ‌دانه‌های سبز فتوسنتزی کلروفیل-a و کلروفیل b تشکیل‌شده است که غنی‌ترین منبع کلروفیل موجود است. کلرلا از ۶۰-۵۵ درصد پروتئین، ۴-۱ درصد کلروفیل، ۹ تا ۱۸ درصد فیبر غذایی، ویتامین‌ها و مواد معدنی تشکیل‌شده است (۱۸) و بر اساس پیشینهٔ موجود، مصرف کلرلا می‌تواند تأثیرات مثبتی بر بیماری‌های متابولیک مرتبط با چاقی داشته باشد (۱۹).

با بررسی تغییرات در سطوح لپتین به‌عنوان یک آدیپوکاین التهابی، محققان کاهش معنادار سطوح آن را پس از هشت هفته تمرین هوازی به‌تنهایی و همراه با مصرف کلرلا نشان دادند؛ اما تأثیر سینرژیک کلرلا همراه با تمرین هوازی بر روی لپتین مشاهده نشد و مصرف کلرلا نیز به‌تنهایی تأثیری بر سطوح لپتین نداشت و کاهش سطوح لپتین در گروه‌های تمرین و تمرین+کلرلا با کاهش سطوح LDL و افزایش سطوح HDL در این گروه‌ها همراه بود (۳۵). برخی محققان نیز تأثیرات سینرژیک تمرین تناوبی شدید و مصرف کلرلا را در بهبود پروفایل متابولیک در زنان با اضافه‌وزن و چاق نشان داده‌اند و علی‌رغم اینکه تمرین تناوبی شدید به‌تنهایی تأثیر معناداری بر میزان مقاومت به انسولین نداشت؛ اما HIIT همراه با مصرف کلرلا به کاهش معنادار مقاومت به انسولین منجر شد (۲۹). برخی محققان نیز با مشاهدهٔ تأثیرات مثبت مکمل

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-11]

یاری کلرلا در بهبود مقاومت به انسولین در موش‌های تغذیه‌شده با رژیم غذایی چرب، نقش مثبت کلرلا در بهبود مقاومت به انسولین را به تأثیرات ضدالتهابی (کاهش سطوح MCP-1) کلرلا و تعدیل هایپرتروفی بافت چربی نسبت داده‌اند (۱۵). در پژوهشی دیگر، محققان تأثیر سینرژیکی برای مصرف همزمان کلرلا و HIIT گزارش نکردند؛ اما دریافتند که شش هفته HIIT به‌تنهایی و همراه با مصرف کلرلا به کاهش معنادار سطوح IL-6 و مقاومت به انسولین منجر می‌شود و محققان نتیجه گرفتند که تمرین HIIT همراه با مصرف کلرلا می‌تواند تأثیرات بیشتری نسبت به انجام این نوع تمرین بدون مصرف کلرلا بر مردان با اضافه‌وزن داشته باشد (۳۵). با وجود موارد مطرح‌شده، دربارهٔ تأثیر تمرینات ورزشی همراه با مصرف آلگومد (شکل فرآوری شده کلرلا) اطلاع فراوانی در دست نیست و نتایج حاضر تأییدکنندهٔ تأثیرات مثبت این مکمل به‌تنهایی و به‌ویژه همراه با تمرین ورزشی در تعدیل سطوح آدیپوکاین‌های التهابی و افزایش سطوح آدیپوکاین‌های ضدالتهابی است که سازوکار این تأثیرگذاری با توجه به ناشناخته ماندن مسیرهای پیام‌رسانی سلولی و مولکولی نیازمند بررسی و پژوهش‌های بیشتر است که باید در مطالعات آتی بدان پرداخت. با این همه، مشخص‌شده است که مصرف مکمل کلرلا را می‌توان به‌منظور افزایش تأثیرگذاری مثبت تمرینات ورزشی روی افراد با اضافه‌وزن و چاق توصیه کرد.

از محدودیت‌های اصلی مطالعه می‌توان به حجم نمونهٔ کوچک، مدت‌زمان کوتاه مداخله، اندازه‌گیری چربی بدن و تودهٔ عضلانی و کنترل نکردن دقیق رژیم غذایی اشاره کرد که ممکن است بر عمق نتایج تأثیرگذار باشد.

با توجه به محدودیت‌های موجود در این مطالعه پیشنهاد می‌شود که در مطالعات آتی از تکنیک‌های پیشرفته مانند DEXA یا BIA برای ارزیابی دقیق‌تر تغییرات ترکیب بدنی (چربی بدن و تودهٔ عضلانی) استفاده گردد؛ همچنین بررسی تأثیرات مکمل و تمرین در گروه‌های مختلف از نظر سن و شرایط متابولیکی مانند افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ یا افراد مسن می‌تواند نتایج را گسترش دهد. برای ارزیابی آثار طولانی‌مدت، مطالعات آتی می‌توانند شامل دوره‌های درمانی طولانی‌تر و ارزیابی‌های بیشتر باشند. علاوه بر این، مقایسهٔ دوزهای مختلف مکمل‌ها می‌تواند به شناسایی دوز بهینه برای تأثیرات بیشتر کمک کند.

نتایج حاضر نشان داد که تمرین تناوبی مقاومتی به‌تنهایی و همراه با مکمل‌یاری کلرلا به تعدیل سطوح آدیپوکاین‌ها در مردان چاق منجر می‌شود و مصرف کلرلا به همراه تمرین تناوبی مقاومتی در مقایسه با تمرین تناوبی مقاومتی به‌تنهایی، تأثیر بیشتری روی سطوح متغیرهای بررسی‌شده دارد و می‌تواند در تغییرات سطوح برخی متغیرها تأثیر سینرژیک داشته باشد.

سپاس‌گزاری

از همه افراد شرکت کننده در این پژوهش که باهمکاری صادقانه خود، زمینه را برای نتیجه‌گیری دقیق مهیا کردند قدردانی می‌شود.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که تضاد منافعی در این مقاله وجود ندارد.

کد اخلاق

مجوز کد اخلاق پژوهش حاضر از پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی به شماره IR.SSRI.REC.1402.161 صادر شده است.

حمایت مالی

این پژوهش از هیچگونه حمایت مالی برخوردار نبوده و هزینه‌های این پژوهش توسط نویسنده اول فراهم شد.

مشارکت نویسندگان

همه نویسندگان به یک نسبت در آماده سازی، انجام عملیاتی تحقیق، نوشتن مقاله و آماده سازی آن مشارکت داشته اند.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-11]

References

1. Zatterale F, Longo M, Naderi J, Raciti GA, Desiderio A, Miele C, et al. Chronic adipose tissue inflammation linking obesity to insulin resistance and type 2 diabetes. Front Physiol. 2020;10:1607. doi: 10.3389/fphys.2019.01607.
2. Balistreri CR, Caruso C, Candore G. The role of adipose tissue and adipokines in obesity-related inflammatory diseases. Mediators Inflamm. 2010;2010:802078. doi: 10.1155/2010/802078.
3. Gerst F, Wagner R, Oquendo MB, Siegel-Axel D, Fritsche A, Heni M, et al. What role do fat cells play in pancreatic tissue? Mol Metab. 2019;25:1-10. doi: 10.1016/j.molmet.2019.05.001.
4. Al Jaberi S, Cohen A, D'Souza C, Abdulrazzaq YM, Ojha S, Bastaki S, et al. Lipocalin-2: Structure, function, distribution and role in metabolic disorders. Biomed Pharmacother. 2021;142:112002.
5. Wang Y, Lam KS, Kraegen EW, Sweeney G, Zhang J, Tso AW, et al. Lipocalin-2 is an inflammatory marker closely associated with obesity, insulin resistance, and hyperglycemia in humans. Clin Chem. 2007;53:34-41. doi: 10.1373/clinchem.2006.075614.
6. Yan QW, Yang Q, Mody N, Graham TE, Hsu CH, Xu Z, et al. The adipokine lipocalin 2 is regulated by obesity and promotes insulin resistance. Diabetes. 2007;56:2533-40. doi: 10.2337/db07-0007.
7. Roca-Rivada A, Castelao C, Senin LL, Landrove MO, Baltar J, Crujeiras AB, et al. FNDC5/irisin is not only a myokine but also an adipokine. PLoS One. 2013;8:e60563. doi: 10.1371/journal.pone.0060563.
8. Chen N, Li Q, Liu J, Jia S. Irisin, an exercise-induced myokine as a metabolic regulator: an updated narrative review. Diabetes Metab Res Rev. 2016;32:51-9. doi: 10.1002/dmrr.2660.
9. Palacios-González B, Vadillo-Ortega F, Polo-Oteyza E, Sánchez T, Ancira-Moreno M, Romero-Hidalgo S, et al. Irisin levels before and after physical activity among school-age children with different BMI: A direct relation with leptin. Obesity (Silver Spring). 2015;23:729-32. doi: 10.1002/oby.21029.
10. Belviranli M, Okudan N, Çelik F. Association of circulating irisin with insulin resistance and oxidative stress in obese women. Horm Metab Res. 2016;48:653-7. doi: 10.1055/s-0042-116155.
11. Arhire LI, Mihalache L, Covasa M. Irisin: a hope in understanding and managing obesity and metabolic syndrome. Front Endocrinol (Lausanne). 2019;10:524. doi: 10.3389/fendo.2019.00524.
12. Unamuno X, Gómez-Ambrosi J, Rodríguez A, Becerril S, Frühbeck G, Catalán V. Adipokine dysregulation and adipose tissue inflammation in human obesity. Eur J Clin Invest. 2018;48:e12997. doi: 10.1111/eci.12997.
13. Strasser B, Schobersberger W. Evidence for resistance training as a treatment therapy in obesity. J Obes. 2011; 2011:482564. doi:10.1155/2011/482564.
14. Görgens SW, Eckardt K, Jensen J, Drevon CA, Eckel J. Exercise and regulation of adipokine and myokine production. Prog Mol Biol Transl Sci. 2015;135:313-36. doi: 10.1016/bs.pmbts.2015.07.002.
15. Sakurai T, Izawa T, Kizaki T, Ogasawara Je, Shirato K, Imaizumi K, et al. Exercise training decreases expression of inflammation-related adipokines through reduction of oxidative stress in rat white adipose tissue. Biochem Biophys Res Commun. 2009; 379:605-9. doi: 10.1016/j.bbrc.2008.12.127. Epub 2009 Jan 1.
16. Shibata S, Hayakawa K, Egashira Y, Sanada H. Hypocholesterolemic mechanism of Chlorella: Chlorella and its indigestible fraction enhance hepatic cholesterol catabolism through up-regulation of cholesterol 7α-hydroxylase in rats. Biosci Biotechnol Biochem. 2007;71:916-25. doi: 10.1271/bbb.60566.
17. Lee HS, Kim MK. Effect of Chlorella vulgaris on glucose metabolism in Wistar rats fed high fat diet. J Med Food. 2009;12:1029-37. doi: 10.1089/jmf.2008.1269.
18. Rani K, Sandal N, Sahoo P. A comprehensive review on chlorella-its composition, health benefits, market and regulatory scenario. Pharma Innov J. 2018;7:584-9.
19. Sanayei M, Izadi A, Hajizadeh-Sharafabad F, Amirsasan R, Kaviani M, Barzegar A. Chlorella vulgaris in combination with high intensity interval training in overweight and obese women: a randomized double-blind clinical trial. J Diabetes Metab Disord. 2021;1-12. doi: 10.1007/s40200-021-00816-0.
20. Brzycki M. Strength testing—predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. J Phys Educ Recreat Dance. 1993;64:88-90. doi: 10.1080/07303084.1993.10606684.
21. Ataeinosrat A, Saeidi A, Abednatanzi H, Rahmani H, Daloii AA, Pashaei Z, et al. Intensity dependent effects of interval resistance training on myokines and cardiovascular risk factors in males with obesity. Front Endocrinol. 2022;13:895512. doi: 10.3389/fendo.2022.895512.
22. Huang Y, Yang Z, Ye Z, Li Q, Wen J, Tao X, et al. Lipocalin-2, glucose metabolism and chronic low-grade systemic inflammation in

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-11]

Chinese people. Cardiovasc Diabetol. 2012;11:11. doi: 10.1186/1475-2840-11-11 .
23. Moschen AR, Adolph TE, Gerner RR, Wieser V, Tilg H. Lipocalin-2: a master mediator of intestinal and metabolic inflammation. Trends Endocrinol Metab. 2017;28:388-97. doi: 10.1016/j.tem.2017.01.003 .
24. Choi K, Kim T, Yoo H, Lee K, Cho G, Hwang T, et al. Effect of exercise training on A-FABP, lipocalin-2 and RBP4 levels in obese women. Clin Endocrinol (Oxf). 2009;70:569-74. doi: 10.1111/j.1365-2265.2008.03374.x.
25. Bonab SB, Dastah S. Performing training in water improves glucose homeostasis and lipocalins in women with type 2 diabetes mellitus. Sci Sports. 2022; 38-34-41. doi: 10.1016/j.scispo.2021.08.009.
26. Atashak S, Stannard SR, Daraei A, Soltani M, Saeidi A, Moradi F, et al. High-intensity interval training improves lipocalin-2 and Omentin-1 levels in men with obesity. Int J Sports Med. 2022;43:328-35. doi: 10.1055/a-1560-5401. Epub 2021 Oct 12.
27. Sabzevari F, Mogharnasi M, Golestani F. Effect of 6 weeks Pilates training along with dill supplementation on serum concentrations of nesfatin-1, lipocalin-2, and insulin resistance in females with overweight and obesity: a randomized controlled trial. J Res Med Sci. 2022;27:59. doi: 10.4103/jrms.JRMS_612_20.
28. Boström P, Wu J, Jedrychowski MP, Korde A, Ye L, Lo JC, et al. A PGC1-α-dependent myokine that drives brown-fat-like development of white fat and thermogenesis. Nature. 2012;481:463-8. doi: 10.1038/nature10777.
29. Aydin S, Kuloglu T, Aydin S, Eren MN, Celik A, Yilmaz M, et al. Cardiac, skeletal muscle and serum irisin responses to with or without water exercise in young and old male rats: cardiac muscle produces more irisin than skeletal muscle. Peptides. 2014;52:68-73. doi: 10.1016/j.peptides.2013.11.024.
30. Kraemer R, Shockett P, Webb N, Shah U, Castracane V. A transient elevated irisin blood concentration in response to prolonged, moderate aerobic exercise in young men and women. Horm Metab Res. 2014;46:150-4. doi: 10.1055/s-0033-1355381. Epub 2013 Sep 23.
31. Qiu S, Cai X, Sun Z, Schumann U, Zuegel M, Steinacker JM. Chronic exercise training and circulating irisin in adults: a meta-analysis. Sports Med. 2015;45:1577-88. doi: 10.1007/s40279-014-0293-4.
32. Parada-Sánchez SG, Macias-Cervantes MH, Pérez-Vázquez V, Vargas-Ortiz K. The effects of different types of exercise on circulating irisin levels in healthy individuals and in people with overweight, metabolic syndrome and type 2 diabetes. Physiol Res. 2022;71: 457-75 doi: 10.33549/physiolres.934896.
33. Kazeminasab F, Sadeghi E, Afshari-Safavi A. Comparative impact of various exercises on circulating irisin in healthy subjects: a systematic review and network meta-analysis. Oxid Med Cell Longev. 2022; 2022:8235809. doi: 10.1155/2022/8235809.
34. Ghanbari-Niaki A, Saeidi A, Ahmadian M, Gharahcholo L, Naghavi N, Fazelzadeh M, et al. The combination of exercise training and Zataria multiflora supplementation increase serum irisin levels in postmenopausal women. Integr Med Res. 2018;7:44-52. doi: 10.1016/j.imr.2017.12.004 .
35. Zhang Y, Li R, Meng Y, Li S, Donelan W, Zhao Y, et al. Irisin stimulates browning of white adipocytes through mitogen-activated protein kinase p38 MAP kinase and ERK MAP kinase signaling. Diabetes. 2014;63:514-25. doi: 10.2337/db13-0887.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-11]