

The Effect of Olive Leaf Extract Supplementation and High-Intensity Circuit Training on Serum Salusin Alpha and Beta Levels and Insulin Resistance in Obese Elderly Women

Zahra Bahram¹, Mohammad Javad Pourvaghari², Mohammad Ebrahim Bahram³
<https://orcid.org/0000-0001-8933-3589>

1. Department of Sports Sciences, Faculty of Humanities, University of Kashan, Kashan, Iran. E-mail: bahram.zahra2020@gmail.com
2. Corresponding Author, Department of Sports Sciences, Faculty of Humanities, University of Kashan, Kashan, Iran.
E-mail: vaghari@kashanu.ac.ir
3. Department of Sports Sciences, Faculty of Humanities, University of Kashan, Kashan, Iran. E-mail: bahramsport2010@gmail.com

Article Info

Article type:

Research

Article history:

Received:

29 July 2025

Received in revised form:

16 August 2025

Accepted:

27 August 2025

Published online:

21 September 2025

Keywords:

Aging,
Insulin Resistance,
Olive Leaf Extract,
Salusin Alpha,
Salusin Beta.

ABSTRACT

Introduction: Systemic inflammation is a common symptom of obesity-related aging, with levels of atherosclerotic cytokines increasing two- to fourfold. The present study aimed to investigate the effect of eight weeks of high-intensity circuit training (HICT) and olive leaf extract supplementation on serum Salusin alpha and beta levels and insulin resistance in obese elderly women.

Methods: In this quasi-experimental study, 40 obese elderly women were randomly assigned to four equal groups: Placebo, Supplement, Exercise, and Supplement + Exercise. The HICT protocol was performed three times per week for eight weeks, with each session lasting 45 to 60 minutes. The Participants in the supplement groups consumed one 125 mg capsule of olive leaf extract daily after lunch for eight weeks. Blood samples were collected from all four groups before and after the test. Data were analyzed using one-way ANOVA, Tukey's post hoc test, and paired t-test at a significance level of $P < 0.05$.

Results: The results of one-way ANOVA revealed a significant increase in salusin alpha ($P=0.001$, $F=18.66$) and significant decreases in salusin beta ($P=0.001$, $F=11.73$) and insulin resistance ($P=0.001$, $F=23.30$) across the groups. The results of the paired t-test indicated that in both the exercise and exercise + supplement groups, salusin beta and insulin resistance significantly decreased, while salusin alpha significantly increased.

Conclusion: It seems that prescribing HICT exercises along with olive leaf extract consumption exerts the greatest beneficial effect on improving atherosclerosis markers and insulin resistance in obese elderly women.

Cite this article: Bahram, Z., Pourvaghari, M. J., Bahram, M. E. The Effect of Olive Leaf Extract Supplementation and High-Intensity Circuit Training on Serum Salusin Alpha and Beta Levels and Insulin Resistance in Obese Elderly Women. *Journal of Sport Biosciences*. 2024; 17(2): 43-59.

DOI: <http://doi.org/10.22059/JSB.2025.399677.1682>.



Journal of Sport Biosciences by University of Tehran Press is licensed under [CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).
| Web site: <https://jsb.ut.ac.ir/> | Email: jsb@ut.ac.ir.

Extended Abstract

Introduction

Aging is associated with a decline in functional abilities and an increase in disease prevalence. Many older adults experience obesity and overweight issues, largely due to inactivity and the mechanization of daily life. Recent research has identified new peptides that may have an impact on cardiovascular diseases, either by directly affecting acetyl-CoA esterase-1 (ACAT1) or by regulating lipid profiles. Salusins are significant factors in modulating vascular-related inflammatory responses, with salusin alpha recognized as an anti-inflammatory peptide. It has been shown that salusin alpha reduces inflammatory responses in vascular endothelium, whereas salusin beta has the opposite effect, increasing these responses. Studies indicate that salusin beta contributes to oxidative stress and inflammation by activating and elevating levels of inflammatory cytokines. Today, herbal medicines play a crucial role in managing diabetes, cardiovascular diseases, and hypertension, while also helping to reduce their related complications. Furthermore, nutritional interventions combined with exercise programs are vital for overall health. Researchers are now exploring whether eight weeks of high-intensity circuit training (HICT) alongside olive leaf extract supplementation can positively affect serum levels of salusin alpha and beta markers, as well as insulin resistance in obese elderly women.

Methods

In this quasi-experimental study, 40 obese elderly women were randomly divided into four groups: placebo, supplement, exercise, and supplement plus exercise, with each group consisting of an equal number of participants. High-Intensity Circuit Training (HICT) was conducted for eight weeks, with three sessions per week lasting between 45 to 60 minutes each. The subjects took one 125 mg capsule of olive leaf extract daily after lunch for the entire eight-week period. Blood samples were collected from all four groups both before and after the intervention. Data analysis was carried out using a one-way ANOVA test, Tukey's post hoc test, and paired t-test, with a significance level set at $P < 0.05$.

Results

The results of the one-way ANOVA between groups indicated that salusin alpha significantly increased ($P=0.001$, $F=18.66$), while salusin beta ($P=0.001$,

$F=11.73$) and insulin resistance ($P=0.001$, $F=23.30$) significantly decreased. Additionally, the results from the paired t-test revealed that both the exercise group and the exercise plus extract group showed a significant decrease in salusin beta and insulin resistance, along with a significant increase in salusin alpha.

Conclusion

Combining HICT exercises with olive leaf extract consumption in obese elderly women appears to significantly improve atherosclerosis and diabetes indicators.

Ethical Considerations

This research is derived from the Master's thesis in Sports Physiology and Health by the first author, approved by the Honorable Vice-Chancellor for Research at the University of Kashan, under approval number 1605101, dated 24/10/2024.

Funding: The article was prepared in accordance with a master's thesis, and there were no financial costs involved.

Authors' contribution:

All authors contributed equally to the preparation of the article.

Conflict of interest:

The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgments:

We extend our gratitude to the esteemed Research Vice-Chancellor of Kashan University and to the participants involved in this study.

اثر مکمل یاری عصاره برگ زیتون و تمرینات دایره‌ای با شدت بالا بر سطوح سرمی سالوسین آلفا و بتا و مقاومت به انسولین در زنان سالمند چاق

زهرا بهرام^۱ ID، محمدجواد پوروقار^۲ ID، محمدابراهیم بهرام^۳ ID

۱. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران. رایانامه: bahram.zahra2020@gmail.com
۲. نویسنده مسئول: گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران. رایانامه: vaghar@kashanu.ac.ir
۳. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران. رایانامه: bahramsport2010@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: پژوهشی	مقدمه: التهاب سیستمیک از نشانه‌های رایج دوران سالمندی مرتبط با چاقی است که سطوح سایتوکین‌های آترواسکلروزیس به میزان دو تا چهار برابر افزایش می‌یابد. هدف از تحقیق حاضر بررسی تأثیر هشت هفته تمرین دایره‌ای با شدت بالا (HICT) و مصرف مکمل عصاره برگ زیتون بر سطوح سرمی سالوسین آلفا و بتا و مقاومت به انسولین در زنان سالمند چاق بود.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۵/۰۷	روش پژوهش: در این تحقیق نیمه تجربی ۴۰ زن سالمند چاق به‌طور تصادفی و مساوی در چهار گروه دارونما، مکمل، تمرین و مکمل+تمرین قرار گرفتند. تمرینات HICT به مدت هشت هفته و سه جلسه در هفته به مدت ۴۵ تا ۶۰ دقیقه انجام شد. آزمودنی‌ها به مدت هشت هفته، روزی یک عدد کپسول ۱۲۵ میلی گرمی عصاره برگ زیتون را بعد از ناهار مصرف کردند. پیش و پس از آزمون، از هر چهار گروه، نمونه خونی اخذ شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون آنوای یکطرفه و آزمون تعقیبی توکی و t همبسته در سطح معناداری $P < 0.05$ انجام شد.
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۵/۲۵	یافته‌ها: نتایج بین گروهی آنوای یکطرفه نشان داد مقادیر سالوسین آلفا ($F=18/66, P=0/001$) افزایش معنادار و سالوسین بتا ($F=11/73, P=0/001$) و مقاومت به انسولین ($F=30/23, P=0/001$) کاهش معناداری داشت. نتایج تی زوجی نشان داد در گروه‌های تمرین و تمرین+عصاره کاهش معنادار سالوسین بتا و مقاومت به انسولین و افزایش معنادار سالوسین آلفا مشاهده شد.
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۰۵	نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد تجویز تمرینات HICT در کنار مصرف عصاره برگ زیتون در سالمندان چاق بیشترین تأثیر را در بهبود شاخص‌های آترواسکلروزیس و مقاومت به انسولین در زنان سالمند چاق داشته باشد.
تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۶/۳۰	

کلیدواژه‌ها:

سالوسین آلفا،

سالوسین بتا،

سالمندی،

عصاره برگ زیتون،

مقاومت به انسولین.

استناد: بهرام، زهرا؛ پوروقار، محمدجواد؛ بهرام، محمد ابراهیم. اثر مکمل یاری عصاره برگ زیتون و تمرینات دایره‌ای با شدت بالا بر سطوح سرمی سالوسین آلفا و بتا و مقاومت به انسولین در زنان سالمند چاق. نشریه علوم زیستی ورزشی. ۱۴۰۲؛ ۱۷(۲): ۴۳-۵۹.

DOI: <http://doi.org/10.22059/JSB.2025.399677.1682>

دسترسی به این نشریه علمی، رایگان است و حق مالکیت فکری خود را بر اساس لایسنس کرییتیو کامنز (CC BY-NC 4.0) به نویسندگان واگذار کرده است. | آدرس نشریه: <https://jsb.ut.ac.ir/> | ایمیل: jsb@ut.ac.ir



مقدمه

دورهٔ سالمندی با کاهش توانایی‌های عملکردی و افزایش بیماری‌ها همراه است [۱]. بیشتر افراد در دورهٔ سالمندی به دلیل کم‌ترکی و ماشینی شدن زندگی دچار عارضهٔ چاقی و اضافه وزن می‌شوند [۲]. نتایج برخی تحقیقات نشان می‌دهد که شیوع چاقی در زنان سالمند ۲۶ درصد است [۳]. همچنین طبق برآورد سازمان بهداشت جهانی تا سال ۲۰۳۰ بیش از ۲۰ درصد از جمعیت بالای ۶۵ سال چاق خواهند بود. در این دوران، سالمندان با کاهش فعالیت جسمانی و افزایش وزن و ضعف در سیستم‌های فیزیولوژیکی مواجه می‌شوند که این مورد سبب اختلال در عملکرد سیستم‌های مختلف بدن نیز می‌شود [۴]. بیشتر افراد در سالمندی با تجمع بافت چربی روبه‌رو می‌شوند که به افزایش برخی بیومارکرهای پیش‌التهابی و ضدالتهابی در بدن منجر می‌شود. همچنین بافت چربی با سازوکاری مؤثر بر اختلالات متابولیکی و همچنین طول عمر افراد تأثیر می‌گذارد [۵]. چاقی با بیماری‌هایی همچون دیابت نوع ۲، سندروم متابولیک، سکت و بیماری‌های قلب و عروق، فشار خون و غیره در ارتباط است [۶، ۷]. در سالمندان چاق، مقاومت به انسولین از علل مهم اختلال در تحمل گلوکز و یا ابتلا به دیابت به‌شمار می‌آید [۸]. همان‌طور که گفته شد در دوران سالمندی اغلب با چاقی و افزایش چربی بدن مواجه می‌شویم که چاقی به‌طور مستقل، از عوامل مهم در بروز بیماری‌های قلبی -عروقی است [۹].

امروزه پتیدهای جدیدی شناخته شده‌اند که با تأثیر مستقیم بر استیل‌کوآ استیل ترانسفراز-۱ و یا کنترل نیمرخ‌های لیپیدی به‌طور غیرمستقیم بر بیماری‌های قلبی -عروقی تأثیر می‌گذارند. سالوسین‌ها اولین بار توسط شیجیری^۲ و همکاران (۲۰۰۳) کشف شدند. سالوسین آلفا و بتا به‌ترتیب دارای ۲۸ و ۲۰ آمینواسید می‌باشند که در بروز بیماری‌های آترواسکلروز مؤثر هستند [۱۰]. گزارش شده است که سالوسین‌ها به‌صورت فراگیر در بافت‌های انسان بیان می‌شوند، همچنین بیان سالوسین‌ها به مقدار زیاد در سلول‌های عضلهٔ صاف عروق و سلول‌های اندوتلیال صورت می‌گیرد. آنها همچنین در سیستم عصبی مرکزی، کلیه، پلازما و ادرار انسان وجود دارند [۱۱]. سالوسین‌ها از جمله عوامل مهم در کاهش و افزایش پاسخ‌های التهابی مرتبط با عروق هستند و از سالوسین آلفا به‌عنوان یک پتید ضدالتهاب نام برده شده است. مشخص شده است که سالوسین آلفا کاهنده و سالوسین بتا افزایش‌دهندهٔ پاسخ‌های التهابی در اندوتلیال عروق‌اند [۱۲]. طبق پژوهش‌های انجام‌شده سالوسین بتا در ایجاد شرایط استرس اکسیداتیو و التهاب با فعال‌سازی و افزایش سطوح سایتوکاین‌های التهابی نقش دارد [۱۳، ۱۴]. به‌نظر می‌رسد کاهش سالوسین آلفا و افزایش سالوسین بتا از طریق کاهش فعال‌سازی سطوح سایتوکاین‌های التهابی و شاخص‌های استرس اکسایشی باشد. تحقیقات متعددی ارتباط نزدیکی را بین استرس اکسیداتیو/ نیتراتیو و التهاب در اختلال عملکرد اندوتلیال نشان داده‌اند [۱۵، ۱۶]. طبق مطالعات انجام‌شده احتمالاً سالوسین آلفا از بروز آترواسکلروز جلوگیری می‌کند و سالوسین بتا به‌عنوان عامل بالقوهٔ پرواتروژنیک^۳ عمل می‌کند [۱۳]. نشان داده شده است سطوح سالوسین بتا در گردش خون افراد مبتلا به بیماری دیابت افزایش می‌یابد [۱۷] و در برخی بیماران نیز افزایش مقاومت به انسولین همراه با کاهش سالوسین آلفا گزارش شده است [۱۶]. همچنین افزایش تودهٔ چربی یک عامل خطرزای مستقل برای ایجاد بیماری‌های قلبی و شریانی است و برخی پژوهش‌ها حاکی از وجود ارتباط معنادار معکوس میان سطوح سالوسین آلفا و درصد چربی و ارتباط معنادار مثبت میان چاقی و سطوح سالوسین بتاست [۱۸، ۱۹]. نظری و همکاران (۱۴۰۰) نشان دادند بین سطوح سالوسین بتا و کلسترول تام و نیز میان سالوسین آلفا و HDL ارتباط مثبت و معناداری وجود دارد [۱۹]. طبق نتایج پژوهش‌های اخیر با تغییر رژیم غذایی و داشتن سبک زندگی پرتحرک، می‌توان افزایش معناداری در سطوح سرمی سالوسین آلفا ایجاد کرد [۲۰، ۲۱]. امروزه برای کنترل دیابت، بیماری قلبی -عروقی، فشار خون و کاهش عوارض آنها، به‌طور شایان توجهی از داروهای گیاهی

1. Acetyl-CoA esterase-1

2. Shijiri

3. Pro-atrogenic

استفاده می‌شود. از طرف دیگر نقش مداخلات تغذیه‌ای در کنار برنامه‌های تمرینی بسیار اهمیت دارد. در همین زمینه اخیراً توجه زیادی به گیاهان دارویی به دلیل طبیعی بودن و نداشتن عوارض شده است. برگ‌های درخت زیتون دارای خواص ضدالتهابی، آنتی‌اکسیدانی، ضدتوموری، ضدویروسی و ضد میکروبی است [۲۱]. در تحقیقات اخیر، استفاده از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی برای کاهش مقاومت به انسولین و التهاب مزمن در افراد سالمند و چاق، به منظور پیشگیری و مدیریت بهتر اختلالات متابولیک مورد توجه قرار گرفته است [۲۲] که از این دسته می‌توان به عصاره برگ زیتون اشاره کرد. عصاره برگ زیتون خاصیت آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌آکسیدان قوی دارد. زیرا دارای ترکیبات فنلی، پلی‌فنلی و ماده اولئوروپین که یک ترکیب فنلیک و گلوکوزیدی است که به مقدار ۱۵-۱۷ درصد در برگ زیتون وجود دارد. ترکیبات فنلی موجود در برگ زیتون از لحاظ بیولوژیکی فعال‌اند و قدرت پاک‌کنندگی رادیکالی بالایی دارند [۲۳]. اولئوروپین موجود در برگ زیتون علاوه بر خاصیت آنتی‌اکسیدانی، دارای خواص مشابه داروی ایبوپروفن است. همچنین خاصیت ضدالتهابی و ضدسرطانی آن گزارش شده است و قادر است از اکسیداسیون لیپوپروتئینی جلوگیری کند [۲۴، ۲۵]. مشخص شده است که خاصیت آنتی‌اکسیدانی برگ زیتون تقریباً دو برابر چای سبز و چهار برابر ویتامین C است و این ترکیبات با مهار کانال کلسیم سبب گشادی عروق شده و با مهار هورمون آنژیوتانسین موجب جلوگیری از انقباض عروق خونی و در نتیجه کاهش فشار خون می‌شود [۲۶]. بنابراین با توجه به نقش استرس اکسیداتیو و همچنین تأثیرات آنتی‌اکسیدانی عصاره برگ زیتون در سال‌های اخیر، تمرینات ورزشی به همراه مصرف مکمل را به عنوان راهکاری مناسب جهت کنترل هیپرگلیسمیک و کاهش نشانگرهای التهابی قلبی-عروقی مطرح کرده‌اند [۲۷]. داشتن سبک زندگی فعال، تمرینات ورزشی منظم و تغذیه مناسب به کاهش سطوح نشانگرهای التهابی آزادشده از بافت چربی منجر می‌شود و خطر ابتلا به بیماری‌های مزمن را کاهش می‌دهد [۲۸]. تأثیرات مفید تمرینات مختلف ورزشی بر سلامت و تندرستی افراد سالمند در تحقیقات متعددی نشان داده شده است [۲۹]. گزارش شده است تمرینات دایره‌ای با شدت بالا (HICT) روشی مؤثر و سریع برای کاهش وزن و یا از بین بردن چربی اضافه بدن است. این ورزش را در هر مکان و بدون تجهیزات خاصی می‌توان انجام داد که از مزایای این ورزش محسوب می‌شود [۳۰]. همچنین گزارش‌ها حاکی از آن است که تمرینات ورزشی با شدت‌های مختلف در بهبود آمادگی قلبی-تنفسی، سالوسین‌ها، نیمرخ‌های لیپیدی و بهبود مقاومت به انسولین افراد نقش دارد [۳۱]. اگرچه مشخص شده است که سطوح بیومارکرهای التهابی می‌تواند برای درک تأثیرات فعالیت ورزشی مفید باشد، اطلاعاتی در خصوص تغییرات ناشی از تمرینات HICT به همراه مصرف مکمل عصاره برگ زیتون بر سالوسین آلفا و بتا و مقاومت به انسولین در زنان سالمند چاق وجود ندارد و تاکنون تحقیقی به این شکل انجام نشده است و از طرف دیگر، فقدان اطلاعات در مورد پاسخ ماکرهای التهابی مؤثر در آترواسکلروزیس به همراه مصرف مکمل‌های گیاهی روی سالمندان چاق و دارای اضافه وزن ضرورت بررسی تحقیق را نشان می‌دهد. از این‌رو محققان در پی پاسخگویی به این پرسش هستند که آیا هشت هفته HICT و مصرف مکمل عصاره برگ زیتون بر سطوح سرمی مارکرهای سالوسین آلفا و بتا و مقاومت به انسولین در زنان سالمند چاق مؤثر خواهد بود؟

روش‌شناسی پژوهش

این تحقیق دارای کد اخلاق IR.QUMS.REC.1403.130 از دانشگاه رجاء قزوین است. پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی، با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون بود. جامعه آماری تحقیق، زنان سالمند چاق غیرفعال با دامنه سنی بین ۶۰ تا ۷۰ سال شهرستان کاشان بودند. ابتدا با ارسال فراخوان در گروه‌های مجازی و نصب اطلاعیه در سطح شهر، درمانگاه‌ها و مطب پزشکان در خصوص اهداف و اجرای پژوهش

¹. High-intensity circuit training

اطلاع رسانی شد. با استفاده از نرم افزار G-POWER حداقل حجم نمونه ۴۰ نفری با احتساب آلفای ۵ درصد، توان آزمون ۸۵ درصد و اندازه اثر یک تعیین شد [۳۲]. ۴۰ نفر از نمونه های تحقیق با توجه به معیارهای ورود به تحقیق به شیوه تصادفی ساده گروه بندی شدند. داوطلبان شرکت کننده در این طرح با نوع مطالعه، اهداف و روش اجرا، فواید و خطرهای احتمالی آشنا شده و با کسب رضایت نامه آگاهانه وارد تحقیق شدند. معیارهای ورود به تحقیق شامل چاقی درجه یک، داشتن شاخص توده بدن بین ۳۰ تا ۳۵ کیلوگرم بر مترمربع، دامنه سن بین ۶۰ تا ۷۰ سال، عدم ابتلا به بیماری های قلبی - عروقی، پرفشاری خونی، مشکلات ارتوپدی و محدودیت های پزشکی که مانع شرکت در فعالیت شود، مصرف نکردن داروهای خاص، مکمل غذایی و دارویی، عدم استعمال دخانیات و الکل و عدم شرکت در فعالیت ورزشی منظم طی شش ماه گذشته بود. معیارهای خروج از پژوهش شامل عدم شرکت متوالی در سه جلسه تمرین، هرگونه آسیب دیدگی که مانع ادامه تمرین شود و عدم مصرف عصاره برگ زیتون بود. علاوه بر این، شرکت کنندگان در بین افراد غیرفعال بودند، زیرا طبق پرسشنامه های کوتاه مدت بین المللی فعالیت بدنی بیش از دو ساعت در هفته در هیچ فعالیت بدنی متوسط تا شدید شرکت نداشتند. با توجه به اینکه افراد شرکت کننده در این پژوهش سالمندان چاق بودند که در معرض خطر افتادن و مستعد بیماری های قلبی - عروقی هستند، مجوز پزشک متخصص قلب و عروق و ارتوپد جهت شرکت در تمرینات، برای این دسته از افراد صادر شد. پس از اخذ مجوز پزشکی، یک قرار ملاقات برای ارزیابی پایه داده شد. آزمودنی ها به صورت تصادفی ساده به طور مساوی (هر گروه ۱۰ نفر) در چهار گروه تمرین، گروه تمرین + عصاره، گروه عصاره و گروه دارونما قرار گرفتند. در روش تصادفی ساده به هریک از آزمودنی ها از شماره ۱ تا ۴۰ داده شد، سپس اعداد ۱-۱۰ در گروه تمرین، اعداد ۱۱-۲۰ در گروه تمرین + عصاره، اعداد ۲۱-۳۰ در گروه عصاره و اعداد ۳۱-۴۰ در گروه کنترل قرار گرفتند. گروه دارونما در طول تحقیق در هیچ برنامه ورزشی شرکت نداشتند. به منظور آشنایی آزمودنی ها با آزمون ها و کاهش و کنترل استرس، یک هفته پیش از شروع تمرین و مصرف مکمل عصاره برگ زیتون، آزمودنی ها با نحوه انجام کار، رعایت اصول ایمنی در تمرین و سایر موارد، کاملاً آشنا شدند.

پروتکل تمرینی

پروتکل تمرین دایره ای پر شدت، سه جلسه در هفته و به مدت هشت هفته انجام گرفت. جلسات تمرینی زیر نظر متخصص فیزیولوژی ورزشی و پزشک متخصص انجام شد. ابتدا، آزمودنی ها پنج دقیقه دوی آرام و حرکات کششی فعال و آنگاه تمرین دایره ای پر شدت را شامل ۱۲ حرکت انجام دادند، سپس سرد کردن به مدت پنج دقیقه با دوی آرام و حرکات کششی غیرفعال انجام شد. تمرینات HICT در این پروتکل شامل ۱۲ حرکت: حرکت پروانه، پل لگن، شنای سوئدی، دراز و نشست، استپ آپ (بالا رفتن روی سکو)، اسکات با دمبل، پشت بازو دیپ، پلانک، زانو بلند، پرد داگ (حرکت دست و پای مخالف)، لانژ، پلانک جانبی بود (جدول ۱) [۳۳]. برای رعایت اصل اضافه بار تعداد دایره در هفته های سوم و چهارم با دو تکرار و در چهار هفته پایانی با سه دور تکرار انجام شد. شدت تمرینات به صورت تدریجی افزایش یافت و بر اساس توانایی هر فرد تنظیم شد. زمان استراحت بین حرکات و نوبت ها به گونه ای در نظر گرفته شد که بازیابی کافی برای شرکت کنندگان فراهم شود. حرکات چالش برانگیز مانند پلانک و پلانک جانبی با نسخه تعدیل شده و دامنه کاهش یافته اجرا شد تا ایمنی سالمندان چاق حفظ شود، در حالی که عضلات مرکزی به طور مؤثر فعال ماندند. تمامی جلسات تمرینی تحت نظارت مربیان علوم ورزشی، پزشک و محققان انجام گرفت. برای کنترل شدت برنامه تمرینی از مقیاس اصلاح شده درک فشار بزرگ استفاده شد. مقیاس درک فشار بزرگ، ابزاری است که جهت ارائه یک امتیاز ذهنی ادراک شده توسط فرد از شدت تمرین استفاده می شود که شدت تمرین را از ۰ تا ۱۰ امتیازدهی می کند که ۰ کمترین و ۱۰ بالاترین نمره است که تا نمره ۷ تا ۸ بیانگر تمرین خیلی شدید است. این مقیاس پس از هریک از ۱۲ حرکت طی مرحله تمرین ثبت شد [۳۴]. گروه مکمل و دارونما در هیچ برنامه ورزشی شرکت نداشت.

منافع و خطرهای احتمالی شرکت در تحقیق به داوطلبان توضیح داده شد که در صورت عدم تمایل در هر مرحله از پژوهش می‌توانند از ادامه همکاری منصرف شوند (جدول ۱).

جدول ۱. برنامه تمرینات دایره‌ای با شدت بالا

هفته‌ها	زمان اجرای هر حرکت (ثانیه)	زمان استراحت بین هر حرکت (ثانیه)	زمان استراحت بین هر نوبت (دقیقه)	تعداد نوبت	مدت زمان کل تمرین (دقیقه)
۱ و ۲	۳۰	۳۰	۲ تا ۳	۱	۱۱/۵
۳	۳۰	۳۰	۲ تا ۳	۲	۲۵ تا ۲۶
۴	۳۰	۲۵	۲ تا ۳	۲	۲۳ تا ۲۴
۵	۳۰	۲۵	۲ تا ۳	۳	۳۴ تا ۳۵
۶	۳۰	۲۰	۲ تا ۳	۳	۳۱ تا ۳۲
۷	۳۰	۱۵	۲ تا ۳	۳	۲۸ تا ۲۹
۸	۳۰	۱۰	۲ تا ۳	۳	۲۵/۵ تا ۲۶/۵

مصرف مکمل

کپسول‌های عصاره برگ زیتون و دارونما توسط شرکت داروسازی شاری (تهران، ایران) با کد ثبت 5230566433098521 تهیه شد. گروه عصاره و عصاره+تمرین روزانه یک عدد کپسول عصاره برگ زیتون را در نوبت ظهر بعد از صرف غذا همراه با آب کافی مصرف کردند. هر کپسول ۱۲۵ میلی‌گرمی عصاره برگ زیتون استاندارد شده بر اساس وجود ۴۰ درصد اولئوروپین معادل ۵۰ میلی‌گرم ماده مؤثره (برابر با ۴/۴ گرم برگ زیتون) است. سایر ترکیبات، بیوفنول اولئوروپین و رباسکوزید، لوتولین، روتین، کاتچین و هیدروکسی تیروزول هستند. گروه دارونما نیز روزانه یک عدد کپسول دارونما را که حاوی ۱۲۵ میلی‌گرم نشاسته بود، مشابه گروه مکمل استفاده کردند [۳۵]. شایان ذکر است که طبق گزارش بروشور شرکت سازنده، عارضه جانبی خاصی برای مصرف قرص عصاره برگ زیتون گزارش نشده است.

سنجش‌های دموگرافی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی

در تحقیق حاضر قد ایستاده آزمودنی‌ها بدون کفش و توسط قدسنج محاسبه شد. وزن آنها توسط ترازوی سکا و با حداقل لباس ممکن اندازه‌گیری شد. برای محاسبه شاخص توده بدن، وزن افراد بر حسب کیلوگرم بر مجذور قد آنها به متر تقسیم شد. خون‌گیری در دو مرحله، یک روز پیش از اولین جلسه تمرین (پیش‌آزمون) و ۴۸ ساعت پس از پایان هفته هشتم تمرین (پس‌آزمون)، پس از ۱۰ تا ۱۲ ساعت ناشتایی، انجام گرفت. پیش از هر نوبت خون‌گیری، آزمودنی‌ها چند دقیقه در حالت نشسته به استراحت پرداختند و سپس به ترتیب در کمترین زمان از ورید کوبیتال آرنج دست چپ آنها ۱۰ سی‌سی خون، مابین ساعت ۸ تا ۹ صبح، توسط متخصص علوم آزمایشگاهی دریافت شد. نمونه‌های جمع‌آوری شده برای تجزیه و تحلیل بیوشیمیایی به آزمایشگاه‌های پزشکی معتبر ارسال شد. در نهایت پس از اتمام خون‌گیری، نمونه‌های خون به مدت ۲۰ دقیقه در دمای اتاق جهت لخته شدن قرار داده شدند و سپس لوله‌های حاوی نمونه به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۵۰۰-۳۰۰۰ سانتریفیوژ شده و سرم جداسازی شده در چهار میکروتیوب مجزا در دمای ۲۰- نگهداری شدند. در این تحقیق برای اندازه‌گیری سالوسین آلفا از کیت انسانی سالوسین آلفا شرکت EASTBIOPHARM چین با حساسیت ۰/۵۱ پیکوگرم بر میلی‌لیتر استفاده

شد. سالوسین بتا با استفاده از کیت انسانی سالوسین بتا از شرکت EASTBIOPHARM ساخت چین و با حساسیت ۵/۲۲ پیکوگرم بر میلی لیتر به روش الایزا ساندویچی اندازه گیری شد. غلظت گلوکز ناشتا به روش گلوکز اکسیداز و با استفاده از آنالیزور گلوکز Instruments, Beckman (Irvine, CA) اندازه گیری شد. انسولین خون نیز با روش رادیوایمونواسی و با استفاده از کیت تجاری ایمونوکلو ساخت شرکت (Stillwater, MN) آمریکا اندازه گیری شد. مقاومت به انسولین با استفاده از معادله HOMA و بر اساس حاصل ضرب غلظت گلوکز ناشتا (میلی گرم بر دسی لیتر) در غلظت انسولین ناشتا (میکروواحد بر میلی لیتر) تقسیم بر ثابت ۴۰۵ به دست آمد [۳۶].

روش آماری

در این پژوهش تمامی داده ها به صورت میانگین و انحراف معیار ارائه شده است. برای بررسی نرمال بودن توزیع داده ها از آزمون شاپیرو-ویلک و برای همگنی واریانس ها از آزمون لون استفاده شد و با توجه به تأیید آن، برای بررسی میزان اختلاف میانگین ها در پیش آزمون گروه ها از تحلیل واریانس تک راهه استفاده شد. برای بررسی اختلاف میانگین پس آزمون نسبت به پیش آزمون از آزمون آماری t زوجی و از تحلیل واریانس یکطرفه برای بررسی تفاوت بین گروه ها و در صورت معناداری از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. همه محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۲۶ در سطح معناداری $P < 0.05$ انجام شد. درصد تغییرات از طریق محاسبه $X = (B - A) \div A \times 100$ به دست آمد.

یافته های پژوهش

جدول ۲ ویژگی های فردی و فیزیولوژیکی آزمودنی ها قبل از مداخلات را نشان می دهد. تفاوت معناداری بین گروه های مطالعه در تمام اندازه گیری های پایه شامل سن، وزن، قد و شاخص توده بدن وجود نداشت ($P > 0.05$) (جدول ۲). در گروه تمرین+عصاره سالوسین آلفا (۲/۳۴ درصد) افزایش و مقادیر سالوسین بتا (۱/۱۰ درصد) و مقاومت به انسولین (۲۷/۴۹ درصد) کاهش معنادار داشتند. افزایش معناداری در شاخص سالوسین آلفا ($F=18/66$, $P=0.001$) و کاهش معناداری در مقادیر سالوسین بتا ($F=11/73$, $P=0.001$) و مقاومت به انسولین ($F=4/26$, $P=0.002$) با انجام آزمون تحلیل واریانس یکطرفه بین گروه ها مشاهده شد (جدول ۳). نتایج آزمون تعقیبی توکی به صورت اختلاف میانگین بین گروه ها در تمامی شاخص ها به صورت دوجه دو گزارش شده است (جدول ۴).

جدول ۲. تفاوت داده های پایه بین گروه های مورد بررسی

متغیر	مرحله	دارونما	مکمل	تمرین	تمرین + مکمل	سطح معناداری
سن (سال)	پیش آزمون	$64/70 \pm 3/46$	$64/40 \pm 3/43$	$67/80 \pm 2/21$	$66/60 \pm 2/67$	۰/۷۰
قد (سانتی متر)	پیش آزمون	$163/13 \pm 3/12$	$162/10 \pm 2/68$	$162/37 \pm 3/31$	$161/52 \pm 3/11$	۰/۱۸
وزن (کیلوگرم)	پیش آزمون	$84/60 \pm 4/66$	$85/95 \pm 3/40$	$86/87 \pm 3/13$	$86/12 \pm 2/50$	۰/۱۴
	پیش آزمون	$84/20 \pm 2/61$	$83/20 \pm 2/40$	$81/16 \pm 3/60$	$80/20 \pm 2/60$	
شاخص توده بدن	پیش آزمون	$32/65 \pm 1/21$	$31/69 \pm 1/10$	$33/29 \pm 0/67$	$32/81 \pm 0/56$	۰/۳۰
	پیش آزمون	$32/15 \pm 1/40$	$31/10 \pm 0/85$	$30/29 \pm 0/87$	$29/11 \pm 0/96$	

جدول ۳: نتایج آزمون آنوای یکطرفه و t زوجی به منظور بررسی تغییرات بین گروهی و درون گروهی

شاخص	گروه‌ها	میانگین + انحراف معیار		درون گروهی		بین گروهی	
		پیش‌آزمون	پس‌آزمون	T	P	%Δ	F
سالوسین آلفا (پیکوگرم بر میلی لیتر)	دارونما	۴۹۹/۶۰±۲/۹۸	۵۰۰/۱۰±۱/۱۱	-۱/۴۰	۰/۱۹۳	۰/۰۹	۱۸/۶۶
	مکمل	۵۰۰/۳۰±۳/۴۰	۵۰۰/۶۰±۳/۴۰	-۱/۶۲	۰/۱۳۸	۰/۰۵	
	تمرین	۴۹۹/۳۰±۵/۰۳	۵۰۵/۸۰±۵/۴۱	-۱۱/۵۵۱	*۰/۰۰۱		۱/۲۸
	مکمل+تمرین	۴۹۹/۶۰±۵/۱۴	۵۱۱/۶۰±۲/۹۵	-۱۰/۰۶	*۰/۰۰۱		۲/۳۴
سالوسین بتا (پیکوگرم بر میلی لیتر)	دارونما	۶۰۹/۵۲±۱/۹۷	۶۰۹/۷۰±۱/۹۴	-۰/۸۵	۰/۴۱۶	۰/۰۲	۱۱/۷۳
	مکمل	۶۱۰/۰۰±۲/۵۸	۶۰۹/۷۰±۲/۷۵	۱/۱۵	۰/۲۷۹	-۰/۰۴	
	تمرین	۵۸۲/۳۶±۳/۰۸	۵۷۶/۶۰±۲/۴۰	۱۴/۰۰	*۰/۰۰۱		-۰/۹۲
	مکمل+تمرین	۵۷۹/۷۰±۲/۹۸	۵۷۲/۷۱±۲/۸۳	۱۴/۸۶	*۰/۰۰۱		-۱/۱۰
مقاومت به انسولین	دارونما	۳/۱۵±۰/۲۸	۳/۱۸±۰/۳۲	-۱/۴۰۶	۰/۶۸	۰/۹۴	۳۰/۲۳۲
	مکمل	۳/۲۸±۰/۲۶	۳/۳۰±۰/۲۷	-۱/۰۰	۰/۳۴۳	۰/۶۰	
	تمرین	۳/۱۹±۰/۲۶	۲/۷۲±۰/۲۶	۸/۱۲۷	*۰/۰۰۱		-۱۷/۲۷
	مکمل+تمرین	۳/۱۶±۰/۳۰	۲/۲۲±۰/۲۵	۲۱/۹۳	*۰/۰۰۱		-۴۲/۳۴

* نشانه معناداری آماری درون گروهی، † نشانه معناداری آماری بین گروهی، ‡ نشانه درصد تغییرات، Δ درصد تغییرات

جدول ۴. آزمون تعقیبی توکی برای مقایسه زوجی گروه‌های مورد بررسی

گروه‌ها	سالوسین آلفا	سالوسین بتا	مقاومت به انسولین
دارونما	مکمل	۰/۹۹۲	۰/۷۶۶
دارونما	تمرین	*۰/۰۱۳	‡۰/۰۰۴
دارونما	تمرین + مکمل	*۰/۰۰۱	‡۰/۰۰۰۱
مکمل	تمرین	۰/۰۲۷	‡۰/۰۰۰۱
مکمل	تمرین + مکمل	*۰/۰۰۱	‡۰/۰۰۰۱
تمرین	تمرین + مکمل	*۰/۰۱۱	‡۰/۰۰۲

‡ تفاوت معنادار بین گروه‌های مورد بررسی

بحث

این تحقیق با هدف بررسی تأثیر هشت هفته تمرینات HICT همراه با مصرف عصاره برگ زیتون بر سطوح سرمی سالوسین آلفا و بتا و مقاومت به انسولین در زنان سالمند چاق انجام شد. نتایج نشان داد هشت هفته تمرین HICT و مصرف مکمل عصاره برگ زیتون سبب

افزایش معنادار سالوسین آلفا و کاهش معنادار سالوسین بتا و مقاومت به انسولین در زنان سالمند چاق می‌شود. در بین گروه‌های مورد بررسی، بیشترین درصد تغییرات سالوسین آلفا (۲/۳۴ افزایش) و سالوسین بتا (۱/۱۰- کاهش) در گروه تمرین+عصاره مشاهده شد. نتایج تحقیق حاضر در مورد افزایش سالوسین آلفا و کاهش معنادار سالوسین بتا در گروه تمرین با یافته‌های نظری و همکاران (۲۰۲۰) [۳۷] و نیک‌سرشت و همکاران (۲۰۲۰) [۳۸] مطابقت دارد. در پژوهشی نیک‌سرشت و همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند که هشت هفته تمرین هوازی و مقاومتی سبب افزایش سالوسین آلفا و کاهش سالوسین بتا در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ می‌شود [۳۸]. نظری و همکاران گزارش کردند تمرینات تناوبی با شدت متوسط موجب بهبود سطوح سرمی سالوسن آلفا و سالوسین بتا می‌شود [۳۷]. در تحقیقی دیگر جمالی و همکاران (۲۰۲۳) نشان دادند که تمرینات مقاومتی و هوازی تأثیرات مفیدی در پیشگیری از آترواسکلروز بیماری‌های قلبی-عروقی در زنان چاق و دارای اضافه وزن دارد [۳۹]. با بررسی نتایج تحقیقات دیگر بر روی تغییرات سطوح سالوسین آلفا و سالوسین بتا تفاوت در مدت و شدت تمرین وجود داشت. همچنین نوع آزمودنی‌ها و جنسیت متفاوت بود [۴۰]. به‌نظر می‌رسد ورزش با سازوکارهای احتمالی از طریق کاهش فعال شدن سطوح سایتوکین‌های التهابی و شاخص‌های استرس اکسیداتیو سبب افزایش سالوسین آلفا و کاهش سالوسین بتا می‌شود [۴۰]. پژوهش‌های زیادی اختلال عملکرد اندوتلیال را به ارتباط نزدیک بین استرس اکسیداتیو/نیتراتیو و التهاب نسبت داده‌اند [۴۱]. گزارش‌ها حاکی از آن است که استرس اکسیداتیو/نیتراتیو و التهاب، متأثر از چاقی و مقاومت به انسولین بوده و ممکن است در سلول‌های اندوتلیال با کاهش سالوسین بتا بهبود یافته باشد. به‌نظر می‌رسد اختلال عملکرد اندوتلیال از طریق فعال شدن مکانیسم آگونیست‌های گیرنده گاما با تکثیر پراکسی‌زوم (PPAR γ) بهبود یافته است [۴۲]. اخیراً مشخص شده است که سالوسین بتا، موجب تنظیم منفی بیان PPAR γ در سطوح پروتئین، mRNA و پروموتور ژن در VSMC می‌شود [۳۸]. گزارش شده است کاهش تشکیل سلول‌های اسفنجی ماکروفاژ از طریق کاهش تجمع استر کلسترول در ماکروفاژها سبب کاهش سالوسین بتا می‌شود [۴۳]. احتمالاً کاهش سطوح سالوسین بتا و افزایش سالوسین بتا را بتوان در ارتباط با سازوکارهای مذکور توجیه کرد.

در خصوص تأثیر عصاره برگ زیتون بر شاخص‌های سالوسین آلفا و سالوسین بتا تحقیقی انجام نشده است. در زمینه تأثیر تمرینات ورزشی و مصرف سایر عصاره‌های گیاهی بر سطوح سالوسین آلفا و سالوسین بتا تحقیقات محدودی انجام شده است که در جمعیت‌های متفاوت بوده و نتایج آنها تا حدودی متناقض بوده است. بهرام و همکاران (۲۰۲۳) گزارش کردند مصرف عصاره برگ شاتوت همراه با تمرینات ترکیبی سبب افزایش سالوسین آلفا و کاهش سالوسین بتا و در نتیجه بهبود تصلب شرایین مرتبط با دیابت در سالمندان مبتلا به دیابت نوع دوم می‌شود. صابری و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند برگ زیتون ماده‌ای مؤثر در کاهش فشار خون و به‌طور خاص دارای اثر کاهندگی در مورد فشار خون سیستولیک است [۴۴]. به‌نظر می‌رسد استفاده از مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی مانند عصاره برگ زیتون به دلیل آثار آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی یکی از گزینه‌های درمانی مؤثر برای کاهش شرایط التهابی باشد. با توجه به نقش فشار خون ایزوله سیستولیک در بروز مشکلات بیماران، این داروی گیاهی یک درمان کمکی مناسب جهت کاهش خطر پیشرفت عوارض قلبی - عروقی در بیماران دچار پرفشاری خون است [۴۵]. گزارش شده است که عصاره متانولی برگ زیتون توانایی محدود کردن اکسیداسیون لیپیدها را دارد و می‌تواند به‌عنوان یک منبع آنتی‌اکسیدانی بالقوه با منشأ طبیعی در نظر گرفته شود [۴۶]. پژوهش‌های بیشتری برای ارزیابی اینکه آیا این درمان برای جلوگیری از تغییرات قلبی متابولیک در انسان‌های مسن نیز مفید است، مورد نیاز است. تحقیقات شواهدی در خصوص آثار برگ زیتون غنی از فلاونوئیدها و سکوتیریدوئیدها در کاهش اختلالات قلبی متابولیک مرتبط با پیری ارائه داده‌اند [۴۷]. همچنین گزارش شده است که پیری با وضعیت مزمن التهاب با درجه پایین همراه است، که این واقعیت در ایجاد بیماری‌های همراه با پیری، به‌ویژه در

سازوکارهای اختلال متابولیک در این شرایط نقش دارد. سازوکارهایی که از طریق آنها عصاره برگ زیتون می‌تواند مسیرهای ضد آترواسکروتیک را در عروق انسان تعدیل کند، تا حد زیادی ناشناخته باقی مانده است.

احتمالاً عصاره برگ زیتون سبب کاهش فعال شدن التهاب و آسیب DNA در سلول‌های اندوتلیال شریانی انسان می‌شود و تأثیرات ضدالتهابی و ضدآتروژنیک آن سبب تغییرات مثبت در سالوسین‌ها شود [۴۳]. سالوسین‌ها که به‌صورت درون‌زا از محور هیپوتالاموس-هیپوفیزی، اندوتلیوم عروقی و کلیه‌ها ترشح می‌شوند، در آتروژنز و تنظیم هموستاز نقش دارند. با این حال، آنها تأثیرات متضادی بر تصلب شرایین دارند. سالوسین بتا پیش‌ساز آترواسکلروز است، درحالی‌که سالوسین آلفا اثر محافظتی در برابر تصلب شرایین دارد [۴۸]. سالوسین آلفا با ۲۸ اسید آمینه در فرایند ضد تصلب شرایین نقش دارد. سالوسین آلفا نه‌تنها از بیان فرم ACAT1 و تشکیل سلول‌های فوم ماکروفاژ جلوگیری می‌کند، بلکه سطح کلسترول تام سرم را نیز کاهش می‌دهد [۳۹]. در مجموع، ما به این نتیجه رسیدیم که سالوسین آلفا به‌عنوان یک نشانگر زیستی محافظ در برابر آترواسکلروز و تنظیم هموستاز در پاسخ به تمرینات دایره‌ای با شدت بالا همراه با مصرف عصاره برگ زیتون مؤثر است. در مقابل، سالوسین بتا به‌عنوان پیش‌ساز تصلب شرایین سالمندان چاق احتمالاً بیشتر تحت تأثیر تمرینات دایره‌ای با شدت بالا همراه با مصرف عصاره قرار می‌گیرد. هر دو حالت تمرینات دایره‌ای با شدت بالا و تمرینات دایره‌ای همراه با مصرف عصاره برگ زیتون برای پیشگیری از تصلب شرایین مفیدند. با این حال، با توجه به یافته‌های محدود در خصوص تأثیر تمرینات ورزشی مختلف بر سطوح سالوسین‌ها، نتیجه‌گیری قطعی نمی‌توان به‌دست آورد. علاوه بر این، به‌دلیل تغییرات مثبتی که در تحقیق حاضر مشاهده شد، ما تمرینات دایره‌ای با شدت بالا را به‌همراه مصرف عصاره برگ زیتون برای پیشگیری یا مدیریت آترواسکلروز در زنان سالمند پیشنهاد می‌کنیم.

از دیگر نتایج پژوهش حاضر کاهش مقاومت به انسولین (۴۲/۳۴- کاهش) در مرحله پس‌آزمون نسبت به مرحله پیش‌آزمون در گروه تمرین+عصاره بود. در خصوص تأثیر فعالیت بدنی و مصرف سایر عصاره‌های گیاهی بر سطوح شاخص‌های متابولیک تحقیقاتی در جمعیت‌های انجام شده که نتایج آنها تا حدودی متناقض بوده است. همسو با این پژوهش اسماعیلی و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند تمرینات هوازی به کاهش مقاومت به انسولین زنان چاق منجر می‌شود که همسو با نتایج تحقیق حاضر بود [۴۹]. فیلی و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند که تمرینات ترکیبی سبب بهبود مقادیر حساسیت به انسولین در مردان و زنان دارای اضافه‌وزن شد [۵۰]. دی بوک^۱ و همکاران (۲۰۱۳) بهبود حساسیت به انسولین را در نتیجه ۱۲ هفته مصرف مکمل عصاره برگ زیتون در مردان میانسال دارای اضافه وزن نشان دادند [۵۱]. همچنین واینشتاین^۲ و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند مصرف ۵۰۰ میلی‌گرم عصاره برگ زیتون به مدت ۱۴ هفته در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو به کاهش چشمگیر سطح HbA1c منجر شد [۵۲]. روریز^۳ و همکاران (۲۰۱۴) با بررسی تأثیر مکمل‌گیری با عصاره برگ زیتون بر هموستاز گلوکز به مدت ۱۲ هفته گزارش کردند که مصرف عصاره برگ زیتون سبب بهبود حساسیت به انسولین شد. با این حال، در این تحقیق، دریافت غذا به‌درستی کنترل نشده و رژیم غذایی کالری محدود اعمال نشد [۵۳]. به‌نظر می‌رسد اولئوروپنین موجود در عصاره برگ زیتون در بهبود مسیر ضدالتهابی و مقاومت به انسولین مؤثر است. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که عصاره برگ زیتون سوخت‌وساز گلوکز را بهبود می‌بخشد [۵۴]. مطابق با یافته‌های تحقیق حاضر، یک کارآزمایی بالینی توسط واینشتاین و همکاران (۲۰۱۲)، گزارش داد که مصرف عصاره برگ زیتون (یک قرص ۵۰۰ میلی‌گرم در روز) به مدت ۱۴ هفته به بهبود سطح سرمی ناشتا انسولین و HbA1c در بیماران دیابت نوع دو منجر شد [۵۲]. روریز و همکاران (۲۰۱۴) مشاهده کردند شش هفته دریافت عصاره برگ زیتون غنی از

1. De Bock

2. Wainstein

3. Roriz

فنول حاوی ۱۳۶ میلی گرم اولئوروپتین به طور شایان توجهی سطح سرمی پروفایل لیپیدی را در مردان مبتلا به فشار خون بالا کاهش می دهد [۵۳]. مشخص نیست که آیا این یافته های متناقض به تفاوت در مدت مداخله، پروتکل تمرین، مدت، زمان، شدت، کاهش وزن یا جنسیت شرکت کنندگان و همچنین عواملی مانند سلامت آزمودنی مربوط می شود یا خیر. در خصوص سازوکار اثر بهبود مقاومت به انسولین ناشی از تمرینات دایره ای در تحقیق حاضر می توان گفت تمرینات دایره ای با کاهش توده چربی و افزایش لیپولیز و اکسیژن مصرفی و جذب بهتر گلوکز [۵۵] و افزایش قدرت، هایپرتروفی عضلات، افزایش سطح مقطع فیبرهای عضلانی نوع اول و اکسیژن رسانی بهتر از طریق تراکم مویرگی، انتقال و فعال سازی GLUT-4، افزایش بیان GLUT4، افزایش ظرفیت ذخیره سازی گلیکوژن، انتقال گلوکز خون به سلول ها و بهبود عملکرد انسولین به زنان سالمند چاق کمک می کند [۵۸-۵۶]. بر اساس شواهد اخیر، ترکیبات برگ زیتون با سازوکارهای احتمالی مانند کاهش تجمع چربی درون سلولی، کاهش قند خون، جلوگیری از جذب گلوکز و هضم نشاسته و همچنین تحریک سنتز گلیکوژن کبدی، مهار فرایند آدیپوژنز با مهار تبدیل پیش چربی به سلول چربی بالغ، حفظ تعادل میکروبیوتا و کاهش نفوذپذیری روده سبب کاهش لیپتین و افزایش آدیپونکتین می شود و از این طریق می تواند بر چاقی نیز تأثیر بگذارد [۵۹، ۶۰]. به نظر می رسد برای تغییر اشتهای هورمون های مرتبط از جمله گرلین، مدت تمرینات ورزشی باید بیشتر باشد تا تعادل منفی ایجاد شود که در تحقیق حاضر این شاخص ارزیابی نشده است [۶۱]. از طرفی تأثیرات بهبود مقاومت به انسولین اعمال شده توسط برگ زیتون ممکن است به فرایند استخراج بستگی داشته باشد [۶۲]. از دلایل عدم اثر معنادار در گروه برگ زیتون می توان به کافی نبودن مدت مکمل گیری، کافی نبودن دز مصرفی و عدم کنترل رژیم غذایی شرکت کنندگان اشاره کرد. در هر صورت از آنجا که تاکنون پژوهش های زیادی در این زمینه انجام نشده است و این اولین بار است که مصرف عصاره برگ زیتون همراه با تمرینات HICT بررسی می شود، با توجه به همه این موارد مصرف عصاره زیتون در کنترل قند خون در کنار تأثیر HICT می تواند راهبرد مداخله ای کارآمدی برای کاهش مقادیر التهابی و متابولیکی در زنان سالمند چاق باشد. این تحقیق محدودیت هایی داشت که باید در تفسیر نتایج مدنظر قرار گیرند. نمونه تحقیق محدود به ۴۰ زن سالمند چاق بود، بنابراین تعمیم نتایج به جمعیت های دیگر ممکن است محدود باشد. همچنین دوره مداخله کوتاه مدت بود و تأثیر طولانی مدت تمرینات HICT و مصرف عصاره برگ زیتون بررسی نشد. عدم کنترل دقیق رژیم غذایی و سبک زندگی شرکت کنندگان نیز از دیگر محدودیت هاست.

نتیجه گیری

این پژوهش جزء تحقیقات اولیه ای است که اثر مکمل یاری عصاره برگ زیتون به همراه تمرینات HICT روی شاخص های آترواسکلوئوزیس و التهابی زنان سالمند چاق را بررسی کرد. نتایج نشان داد که هشت هفته تمرین HICT همراه با مصرف عصاره برگ زیتون به طور معناداری سبب افزایش سالوسین آلفا، کاهش سالوسین بتا و مقاومت به انسولین در گروه های تمرین و مکمل + تمرین شد. به نظر می رسد مصرف عصاره برگ زیتون به همراه تمرین برای زنان سالمند چاق از نظر کاربردی مؤثر باشد. همچنین با توجه به مفید بودن HICT، پیشنهاد می شود زنان سالمند چاق این نوع تمرینات را در اهداف درمانی و مدیریت سلامت خود قرار دهند. هرچند تحقیق ما فواید بالقوه مصرف عصاره برگ زیتون در کنار تمرینات HICT را در مدیریت چاقی نشان می دهد، اما نیازمند شواهد و کارآزمایی های بالینی طولانی تری است، تا با قاطعیت بیشتری بتوان اظهار نظر کرد.

تقدیر و تشکر

این تحقیق برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی و تندرستی نویسنده اول مصوب معاونت محترم پژوهشی دانشگاه کاشان به شماره ۱۶۰۵۱۰۱ به تاریخ ۱۴۰۳/۱۰/۲۴ است. از معاونت محترم پژوهشی و گروه تربیت بدنی دانشگاه کاشان که در این پژوهش ما را همراهی کردند، سپاسگزاریم. همچنین از تمامی آزمودنی‌ها که در طول این دوره از پژوهش، با ما همکاری کردند، کمال تشکر و قدردانی را داریم.

References

- [1].Dunlop DD, Song J, Arntson EK, Semanik PA, Lee J, Chang RW, Hootman JM: Sedentary time in US older adults associated with disability in activities of daily living independent of physical activity. *Journal of Physical activity and Health*. 2015, 12(1):93-101.
- [2].King AC, Guralnik JM: Maximizing the potential of an aging population. *JAMA* 2010, 304(17):1944-1945.
- [3].Vaisi-Raygani A, Mohammadi M, Jalali R, Ghobadi A, Salari N: The prevalence of obesity in older adults in Iran: a systematic review and meta-analysis. *BMC geriatrics*. 2019, 19(1):1-9.
- [4].Chang VW, Alley DE, Dowd JB: Trends in the relationship between obesity and disability, 1988–2012. *American Journal of Epidemiology*. 2017, 186(6):688-695.
- [5].Tchkonina T, Morbeck DE, Von Zglinicki T, Van Deursen J, Lustgarten J, Scabble H, Khosla S, Jensen MD, Kirkland JL: Fat tissue, aging, and cellular senescence. *Aging cell*. 2010, 9(5):667-684.
- [6].Kim JH, Choi SH, Lim S, Yoon JW, Kang SM, Kim KW, Lim JY, Cho NH, Jang HC: Sarcopenia and obesity: gender-different relationship with functional limitation in older persons. *Journal of Korean medical science*. 2013, 28(7):1041-1047.
- [7].Tyrovolas S, Koyanagi A, Olaya B, Ayuso-Mateos JL, Miret M, Chatterji S, Tobiasz-Adamczyk B, Koskinen S, Leonardi M, Haro JM: Factors associated with skeletal muscle mass, sarcopenia, and sarcopenic obesity in older adults: a multi-continent study. *Journal of cachexia, sarcopenia and muscle*. 2016, 7(3):312-321.
- [8].Scheen A: Diabetes mellitus in the elderly: insulin resistance and/or impaired insulin secretion? *Diabetes & metabolism*. 2005, 31:5S27-25S34.
- [9].Williams I, Wheatcroft S, Shah A, Kearney M: Obesity, atherosclerosis and the vascular endothelium: mechanisms of reduced nitric oxide bioavailability in obese humans. *International journal of obesity*. 2002, 26(6):754-764.
- [10].Shichiri M, Ishimaru S, Ota T, Nishikawa T, Isogai T, Hirata Y: Salusins: newly identified bioactive peptides with hemodynamic and mitogenic activities. *Nature medicine*. 2003, 9(9):1166-1172.
- [11].Bahram ME, Afroundeh R, Pourvaghari MJ, Seify Skishahr F, Katebi L, Isik O: The Effect of Combined Exercises and Consumption of Mulberry Leaf Extract on Serum Inflammatory Markers Level in Elderly Type 2 Diabetes Mellitus Men. *IJDO* 2023, 15(3):129-138.
- [12].Fujie S, Hasegawa N, Sanada K, Hamaoka T, Maeda S, Padilla J, Martinez-Lemus LA, Iemitsu M: Increased serum salusin- α by aerobic exercise training correlates with improvements in arterial stiffness in middle-aged and older adults. *Aging (Albany NY)* 2020, 12(2):1201.
- [13].Watanabe T, Nishio K, Kanome T, Matsuyama T-a, Koba S, Sakai T, Sato K, Hongo S, Nose K, Ota H: Impact of salusin- α and- β on human macrophage foam cell formation and coronary atherosclerosis. *Circulation*. 2008, 117(5):638-648.

- [14].Paahoo A, Tadibi V, Behpoor N: Effect of two chronic exercise protocols on pre-atherosclerotic and anti-atherosclerotic biomarkers levels in obese and overweight children. *Iranian journal of pediatrics*. 2020, 30(2).
- [15].Radom-Aizik S, Leu S-Y, Cooper DM, Zaldivar Jr F: Serum from exercising humans suppresses t-cell cytokine production. *Cytokine*. 2007, 40(2):75-81.
- [16].Watanabe T, Suguro T, Sato K, Koyama T, Nagashima M, Kodate S, Hirano T, Adachi M, Shichiri M, Miyazaki A: Serum salusin- α levels are decreased and correlated negatively with carotid atherosclerosis in essential hypertensive patients. *Hypertension Research*. 2008, 31(3):463-468.
- [17].Zhu X, Zhou Y, Cai W, Sun H, Qiu L: Salusin- β mediates high glucose-induced endothelial injury via disruption of AMPK signaling pathway. *Biochemical and biophysical research communications*. 2017, 491(2):515-521.
- [18].Russomando L, Bono V, Mancini A, Terracciano A, Cozzolino F, Imperlini E, Orrù S, Alfieri A, Buono P: The effects of short-term high-intensity interval training and moderate intensity continuous training on body fat percentage, abdominal circumference, BMI and vo2max in overweight subjects. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*. 2020, 5(2):41.
- [19].Nazari M, Minasian V, Hovsepian S: The Relationship between Serum Levels of Alpha and Beta Salusins and Lipid Profile, Insulin Resistance, Cardio-Respiratory Fitness and the Effect of Interval Training with Different Intensities in Overweight/Obese Women. *Journal of Sport Biosciences*. 2021, 13(1):91-107.
- [20].Grzegorzewska AE, Niepolski L, Sikora J, Janków M, Jagodzinski PP, Sowinska A: Effect of lifestyle changes and atorvastatin administration on dyslipidemia in hemodialysis patients: a prospective study. *Pol Arch Med Wewn*. 2014, 124(9):443-451.
- [21].Chandra A, Mahdi AA, Ahmad S, Singh RK: Indian herbs result in hypoglycemic responses in streptozotocin-induced diabetic rats. *Nutrition research*. 2007, 27(3):161-168.
- [22].Malayeri SR, Abdolhay S, Behdari R, Hoseini M: The combined effect of resveratrol supplement and endurance training on IL-10 and TNF- α in type 2 diabetic rats. *Razi Journal of Medical Sciences*. 2019, 25(12):140-149.
- [23].Lee O-H, Lee B-Y, Lee J, Lee H-B, Son J-Y, Park C-S, Shetty K, Kim Y-C: Assessment of phenolics-enriched extract and fractions of olive leaves and their antioxidant activities. *Bioresource technology*. 2009, 100(23):6107-6113.
- [24].Karabag-Coban F, Hazman O, Bozkurt M, Ince S: Antioxidant status and anti-inflammatory effects of oleuropein in streptozotocin-induced diabetic nephropathy in rats. *European Journal of Medicinal Plants*. 2017, 18(2):1-10.
- [25].Elmarakby AA, Sullivan JC: Relationship between oxidative stress and inflammatory cytokines in diabetic nephropathy. *Cardiovascular therapeutics*. 2012, 30(1):49-59.
- [26].Kwak JS, Kim JY, Paek JE, Lee YJ, Kim H-R, Park D-S, Kwon O: Garlic powder intake and cardiovascular risk factors: a meta-analysis of randomized controlled clinical trials. *Nutrition research and practice*. 2014, 8(6):644-654.
- [27].Colberg SR, Sigal RJ, Yardley JE, Riddell MC, Dunstan DW, Dempsey PC, Horton ES, Castorino K, Tate DF: Physical activity/exercise and diabetes: a position statement of the American Diabetes Association. *Diabetes care*. 2016, 39(11):2065.
- [28].Yamaoka-Tojo M, Tojo T, Wakaume K, Kameda R, Nemoto S, Takahira N, Masuda T, Izumi T: Circulating interleukin-18: a specific biomarker for atherosclerosis-prone patients with metabolic syndrome. *Nutrition & metabolism*. 2011, 8(1):1-8.

- [29].Peake J, Della Gatta P, Suzuki K, Nieman D: Cytokine expression and secretion by skeletal muscle cells: regulatory mechanisms and exercise effects. *Exercise immunology review*. 2015, 21:8-25.
- [30].Sepehrirad M, Valipour Dehnou V, Fathi M: Effects of hict on serum lipids and glucose levels in elderly women. *Iran Journal of Nursing*. 2018, 31(115):20-28.
- [31].Nazari M, Minasian V, Hovsepian S: Effects of two types of moderate-and high-intensity interval training on serum salusin- α and salusin- β levels and lipid profile in women with overweight/obesity. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity*. 2020:1385-1390.
- [32].Sun Q, Cornelis MC, Manson JE, Hu FB: Plasma levels of fetuin-A and hepatic enzymes and risk of type 2 diabetes in women in the US. *Diabetes*. 2013, 62(1):49-55.
- [33].Klika B, Jordan C: High-intensity circuit training using body weight: Maximum results with minimal investment. *ACSM's Health & Fitness Journal*. 2013, 17(3):8-13.
- [34].Afroundeh R: The effect of resistance training with body weight (TRX) on serum levels of Perpetin, Adropine and metabolic factors associated with metabolic syndrome in overweight elderly men. *Feyz Medical Sciences Journal*. 2022, 26(3):292-301.
- [35].Haidari F, Shayesteh F, Mohammad-Shahi M, Jalali M-T, Ahmadi-Angali K: Olive leaf extract supplementation combined with calorie-restricted diet on reducing body weight and fat mass in obese women: result of a randomized control trial. *Clinical Nutrition Research*. 2021, 10(4):314.
- [36].Ahmadizad S, Haghighi AH, Hamedinia MR: Effects of resistance versus endurance training on serum adiponectin and insulin resistance index. *European journal of Endocrinology*. 2007, 157(5):625-632.
- [37].Nazari M, Minasian V, Hovsepian S: Effects of Two Types of Moderate- and High-Intensity Interval Training on Serum Salusin- α and Salusin- β Levels and Lipid Profile in Women with Overweight/Obesity. *Diabetes, metabolic syndrome and obesity : targets and therapy*. 2020, 13:1385-1390.
- [38].Nikseresht H, Tadibi V, Behpoor N: The Effects of 8 Weeks of Aerobic and Resistance Exercises on Salusins Levels and Inflammatory Indices in Type 2 Diabetic Women. *Sport Physiology*. 2020, 12(47):73-92.
- [39].Jamali S, Omid M, Yousefi M: Comparison of the effect of resistance versus aerobic exercise on the serum levels of salusin- α and salusin- β , lipid profile and insulin resistance in overweight/obese women. *Science & Sports*. 2023, 38(5-6):543-550.
- [40].Bahram ME, Afroundeh R, Pourvaghar MJ, Seify Skishahr F, Katebi L, Isik O: The Effect of Combined Exercises and Consumption of Mulberry Leaf Extract on Serum Inflammatory Markers Level in Elderly Type 2 Diabetes Mellitus Men. *Iranian journal of diabetes and obesity*. 2023, 15(3):129-138.
- [41].Kunitomo M, Yamaguchi Y, Kagota S, Otsubo K: Beneficial effect of coenzyme Q10 on increased oxidative and nitrative stress and inflammation and individual metabolic components developing in a rat model of metabolic syndrome. *Journal of pharmacological sciences*. 2008, 107(2):128-137.
- [42].Olukman M, Sezer ED, Ülker S, Sözmen EY, Çınar GM: Fenofibrate treatment enhances antioxidant status and attenuates endothelial dysfunction in streptozotocin-induced diabetic rats. *Journal of Diabetes Research*. 2010, 2010(1):828531.
- [43].Burja B, Kuret T, Janko T, Topalović D, Živković L, Mrak-Poljšak K, Spremo-Potparević B, Žigon P, Distler O, Čučnik S et al: Olive Leaf Extract Attenuates Inflammatory Activation and DNA Damage in Human Arterial Endothelial Cells. *Frontiers in cardiovascular medicine*. 2019, 6:56.
- [44].Razmpoosh E, Abdollahi S, Mousavirad M, Clark CCT, Soltani S: The effects of olive leaf extract

- on cardiovascular risk factors in the general adult population: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Diabetology & Metabolic Syndrome*. 2022, 14(1):151.
- [45].Saberi M, Kazemisaleh D, Bolurian V: Effect of Olive Leaf on Mild to Moderate Hypertension Resistant to Normal Treatments. *Journal of Medicinal Plants*. 2008, 7(27):52-59.
- [46].González-Hedström D, García-Villalón Á L, Amor S, de la Fuente-Fernández M, Almodóvar P, Prodanov M, Priego T, Martín AI, Inarejos-García AM, Granado M: Olive leaf extract supplementation improves the vascular and metabolic alterations associated with aging in Wistar rats. *Sci Rep* 2021, 11(1):8188.
- [47].Richter-Stretton GL, Fenning AS, Vella RK: Skeletal muscle—A bystander or influencer of metabolic syndrome? *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*. 2020, 14(5):867-875.
- [48].Yu X-H, Fu Y-C, Zhang D-W, Yin K, Tang C-K: Foam cells in atherosclerosis. *Clinica chimica acta*. 2013, 424:245-252.
- [49].Esmaili M, Abedi B, Fathollahi Shoorabeh F: Effect of aerobic training with Chlorella supplement on insulin resistance and serum ghrelin levels in obese women. *The Iranian Journal of Obstetrics, Gynecology and Infertility*. 2018, 21(10):48-56.
- [50].Fealy CE, Nieuwoudt S, Foucher JA, Scelsi AR, Malin SK, Pagadala M, Cruz LA, Li M, Rocco M, Burguera B: Functional high-intensity exercise training ameliorates insulin resistance and cardiometabolic risk factors in type 2 diabetes. *Experimental physiology*. 2018, 103(7):985-994.
- [51].De Bock M, Derraik JG, Brennan CM, Biggs JB, Morgan PE, Hodgkinson SC, Hofman PL, Cutfield WS: Olive (*Olea europaea* L.) leaf polyphenols improve insulin sensitivity in middle-aged overweight men: a randomized, placebo-controlled, crossover trial. *PloS one*. 2013, 8(3):e57622.
- [52].Wainstein J, Ganz T, Boaz M, Bar Dayan Y, Dolev E, Kerem Z, Madar Z: Olive leaf extract as a hypoglycemic agent in both human diabetic subjects and in rats. *Journal of medicinal food*. 2012, 15(7):605-610.
- [53].Roriz AKC, Passos LCS, de Oliveira CC, Eickemberg M, Moreira PdA, Sampaio LR: Evaluation of the accuracy of anthropometric clinical indicators of visceral fat in adults and elderly. *PloS one*. 2014, 9(7):e103499.
- [54].Araki R, Fujie K, Yuine N, Watabe Y, Nakata Y, Suzuki H, Isoda H, Hashimoto K: Olive leaf tea is beneficial for lipid metabolism in adults with prediabetes: an exploratory randomized controlled trial. *Nutrition Research*. 2019, 67:60-66.
- [55].Cox JH, Cortright RN, Dohm GL, Houmard JA: Effect of aging on response to exercise training in humans: skeletal muscle GLUT-4 and insulin sensitivity. *Journal of Applied Physiology*. 1999, 86(6):2019-2025.
- [56].Hovanec N, Sawant A, Overend TJ, Petrella RJ, Vandervoort AA: Resistance training and older adults with type 2 diabetes mellitus: strength of the evidence. *Journal of aging research*. 2012, 2012.
- [57].DeFronzo R, Jacot E, Jequier E, Maeder E, Wahren J, Felber J: The effect of insulin on the disposal of intravenous glucose: results from indirect calorimetry and hepatic and femoral venous catheterization. *Diabetes*. 1981, 30(12):1000-1007.
- [58].Ruderman N: *Handbook of exercise in diabetes*: American Diabetes Association; 2002.
- [59].Siersbæk R, Nielsen R, Mandrup S: Transcriptional networks and chromatin remodeling controlling adipogenesis. *Trends in Endocrinology & Metabolism*. 2012, 23(2):56-64.
- [60].Bouter KE, van Raalte DH, Groen AK, Nieuwdorp M: Role of the gut microbiome in the pathogenesis of obesity and obesity-related metabolic dysfunction. *Gastroenterology*. 2017,

152(7):1671-1678.

- [61].Kishali NF: Serum leptin level in healthy sedentary young men after a short-term exercise. African Journal of Pharmacy and Pharmacology. 2011, 5(4):522-526.
- [62].Tond SB, Fallah S, Salemi Z, Seifi M: Influence of mulberry leaf extract on serum adiponectin, visfatin and lipid profile levels in type 2 diabetic rats. Brazilian Archives of Biology and Technology. 2016, 59.