COMPLEMENTARY MEDICINE JOURNAL
Volume 14, Issue 2, Summer 2024
https://cmja.arakmu.ac.ir/

Research Article

Effect of Eight Weeks of Whole-Body High-Intensity Interval Training with the Consumption of Mango Leaf Extract on the Serum Levels of Oxidative and Antioxidant Stress in Overweight and Obese Men

Fatemeh Omidali [1,2], Fatemeh Shabkhiz[3*], Ali Akbarnejad Qaralow[3]

[1.] Department of Sport Biosciences, Faculty of Sport Sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran.
[2.] Department of Sports Sciences, Faculty of Humanities, Ayatollah Borujerdi University, Borujerd, Iran.
[3.] Associate Professor, Department of Sport Biosciences, Faculty of Sport Sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran.

*** Corresponding author:** Fatemeh Shabkhiz, Associate Professor, Department of Sport Biosciences, Faculty of Sport Sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran. Email: shabkhiz@ut.ac.ir

DOI: 10.32592/cmja.14.2.1

How to Cite this Article:
Omidali F, Shabkhiz F, Akbarnejad Qaralow A. Effect of Eight Weeks of Whole-Body High-Intensity Interval Training with the Consumption of Mango Leaf Extract on the Serum Levels of Oxidative and Antioxidant Stress in Overweight and Obese Men. *Complement Med J*. 2024;14(2): 1-10. DOI: 10.32592/cmja.14.2.1

Received: 12 Jan 2024
Accepted: 20 Apr 2024

Keywords:
Complementary and alternative medicine
High-intensity interval training
Malondialdehyde
Mangifera indica L
Obesity
© 2024 Arak University of Medical Sciences

Abstract

Introduction: Obesity and overweight is a growing health concern. One of the important factors in obesity-related diseases is oxidative stress and the disruption of the body's antioxidant system. The aim of this study was to investigate the effect of eight weeks of whole-body high-intensity interval training (WB-HIIT) with the consumption of mango leaf extract on the serum levels of oxidative and antioxidant stress in overweight and obese men.

Materials and Methods: This semi-experimental study was conducted on 40 untrained men aged 32.4±4.1 years with a body mass index of 30.13±2.6 kg/m^2. The participants were studied knowingly, and their written informed consent was obtained. They were placed randomly in four groups: WB-HIIT+placebo, mango leaf extract, WB-HIIT+mango leaf extract, and control. The mango leaf extract and placebo groups consumed one 500 mg capsule of mango leaf extract and placebo daily for eight weeks, respectively. Blood samples were taken before and after the eight-week intervention. In the analysis of serum malondialdehyde (MDA) and total antioxidant capacity (TAC), t-test and one-way analysis of variance were used (P≥0.05).

Results: The results showed that there were no significant differences between the four groups before the intervention. However, after eight weeks of WB-HIIT with the consumption of mango leaf extract, the values of serum TAC increased significantly (1.304±0.17) compared to the control group (0.405±0.16) (P=0.001). Despite this, even though there was a decrease (P=0.059) in the serum MDA values of the subjects in the studied groups, the difference was not significant.

Conclusion: WB-HIIT with mango leaf extract can improve some antioxidant factors in overweight and obese people and prevent increased oxidative stress.

Copyright © 2024 The Author(s); Published by Complementary Medicine Journal. This is an open access article, distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses /by-nc/4.0/) which permits others to copy and redistribute material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.

INTRODUCTION

Obesity is a chronic and progressive metabolic disease that disrupts a person's health and quality of life (1). In recent years, the role of obesity in the occurrence and development of oxidative stress has been identified. Abnormal accumulation of fat can cause a pro-inflammatory and pro-oxidant state through various biochemical and cellular mechanisms (2). A decrease in total antioxidant capacity (TAC) impairs protection against free radicals. An increase in the malondialdehyde (MDA) index, which expresses the amount of lipid peroxidation (oxidative damage to the lipid membrane of the cell), is investigated as a possible mechanism involved in causing damage (3). When the production of free radicals (ROS) increases in the body, MDA and TAC are among the important indicators that are measured (4).

There are various treatment methods for obesity. Primary treatments include lifestyle modification, diet therapy, physical activity, and behavioral modification. Sports activity is considered a suitable treatment method for this group of people due to the positive metabolic effects it leaves behind (5). Whole-body-based training (WB-HIIT) is a type of high-intensity interval training that uses only body weight for a predetermined time with rest intervals (6). Considering the lack of time, space, and facilities, which are obstacles to participating in sports activities, WB-HIIT is cost-effective and makes more progress in physical fitness factors compared to traditional training methods (7).

In short, oxidative stress in overweight and obesity is a systemic problem that must be corrected by improving antioxidant defense through exercise and diet. However, it is important to note that doing intense sports activities can sometimes cause and exacerbate oxidative stress conditions in people who are overweight and obese (8). Considering the limited studies on the effects of mango leaf extract supplementation on oxidative stress, especially after performing intense sports activity, the present study is the first to examine the effect of eight weeks of WB-HIIT combined with mango leaf extract supplementation on MDA and TAC indicators in overweight and obese men who were previously inactive.

METHODS

In this semi-experimental study, 40 untrained men with age (32.4±1.4) years and body mass index (30.13±2.6) kg/m2 participated. Subjects were informed and after obtaining written consent, they were randomly assigned to four groups: "exercise + placebo, mango leaf extract, exercise + mango leaf extract, and control". The exercises were done for 8 weeks and 3 sessions per week.

WB-HIIT exercises for 8 weeks, 3 times a week, and each training session after 5 minutes of warming up and stretching movements, included 4 movements. One turn in this protocol consisted of four movements (jumping jack, burpee, mountain climb, and squat jump). 30 seconds rest between movements and three minutes between each round of exercise. Subjects performed all-out intensity followed by 30 seconds of almost passive recovery (TR) (9). The extract and placebo groups consumed one 500 mg capsule of mango leaf extract and placebo daily for 8 weeks, respectively. Blood sampling was done before and after 8 weeks of intervention. The amount of MDA, as the main index of lipid peroxidation, and TAC were measured using the kits of the company (Zell Bio GmbH) made in Germany by ELISA method. The obtained data were analyzed in the SPSS-26 software environment. The Shapiro-Wilk test was used to check the normality of the data and the Lune test was used to determine the equality of data dispersion. Inferential t-correlated statistics were used to compare pre- and post-test within groups and one-way analysis of variance was used for inter-group comparison. Scheffe's post hoc test was also used to determine intergroup differences at a significant level ($p \geq 0.05$).

RESULTS

The results showed that there was no significant difference between the four groups before the intervention (P=0.155). However, after eight weeks of WB-HIIT with the consumption of mango leaf extract, serum TAC values increased significantly (1.304± 0.17) compared to the control group (0.405±0.16) (P=0.001). However, although there was a decrease in the serum MDA values of the subjects in the studied groups, the difference was not significant (P=0.059).

The results of the Shefe's post hoc test showed that there was a significant difference in the TAC level between the WB-HIIT+mango leaf extract group and the WB-HIIT+placebo (P=0.001) group, the WB-HIIT+mango leaf extract group and the control group (P=0.001), and the WB-HIIT+placebo group and the mango leaf extract group (P=0.001). The results of the Shefe's post hoc test showed that there was no significant difference between the studied groups in the amount of MDA (P≥0.05).

CONCLUSION

In this study, we investigated the effect of whole-body high-intensity interval training (WB-HIIT) and consumption of mango leaf aqueous extract on TAC and MDA in overweight and obese men. The findings of this study confirmed the importance of WB-HIIT activities in increasing TAC and decreasing MDA, although insignificant, in overweight and obese men who had no history of regular sports activity. It was stated that WB-HIIT exercises with the use of mango leaf aqueous extract for 8 weeks can have positive effects on oxidative stress by increasing the efficiency of antioxidant capacity and reducing the damage of oxidative stress. In addition, WB-HIIT training alone and WB-HIIT training combined with mango leaf consumption have more positive effects in increasing TAC compared to mango leaf extract alone; Therefore, the use of WB-HIIT exercises, due to some factors such as low cost, accessibility and enjoyment, and the use of mango leaves as a medicine with few side effects can be a more effective method in

improving oxidative stress among overweight people.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This study is approved by the Ethics Committee of the Physical Education Research Institute (code: IR/SSRI.REC.2023.15667.2440).

Funding

There was no funding support.

Authors' Contributions

All authors participated in the design, implementation, and writing of all parts of the research.

Conflict of Interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

We sincerely thank and appreciate all the people who participated in this study.

مجله طب مکمل

دوره ۱۴، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۳

https://cmja.arakmu.ac.ir/

مقاله پژوهشی

تأثیر ۸ هفته تمرین تناوبی شدید کل بدن همراه با مصرف عصاره آبی برگ انبه برسطوح استرس اکسیداتیو و آنتی اکسیدانی سرم مردان دارای اضافه وزن و چاق

فاطمه امیدعلی[۲،۱]، فاطمه شب‌خیز[۳*]، علی اکبرنژاد قره‌لو[۳]

[۱]گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکدهٔ علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

[۲] گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آیت الله بروجردی(ره)، بروجرد، ایران.

[۳]دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکدهٔ علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

نویسنده مسئول: فاطمه شب خیز، دانشیار، گروه فیزیولوژی فعالیت ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران،
ایمیل: shabkhiz@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۰۱

واژگان کلیدی:
انبه
تمرین تناوبی شدید
مالون دی آلدهید
طب مکمل و جایگزین
چاقی

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی اراک محفوظ است.

چکیده

مقدمه: اضافه‌وزن و چاقی یک نگرانی بهداشتی روزافزون است. استرس اکسیداتیو و اختلال در سیستم آنتی‌اکسیدانی بدن، یکی از عوامل مهم در بروز بیماری‌هـای مـرتبط بـا چاقی است. هدف این مطالعه، تاثیر ۸ هفته تمرین تناوبی شدید کل بدن همراه با مصرف عصاره آبی برگ انبه برسطوح استرس اکسیداتیو و آنتی اکسیدانی سرم مردان دارای اضافه وزن و چاق است.

روش کار: در این مطالعه نیمه تجربی ۴۰ مرد تمرین نکرده با سن(۴/۱±۳۲/۴)سال و شاخص‌توده‌بدنی(۲/۶±۳۰/۱۳) کیلوگرم بر مترمربع شرکت داشتند. افراد مورد مطالعه آگاهانه و پس اخذ رضایت نامه کتبی، به طور تصادفی در چهار گروه «تمرین+دارونما، عصاره‌برگ انبه، تمرین+ عصاره‌برگ انبه و کنترل» قرار گرفتند. تمرینات به مدت ۸ هفته و ۳ جلسه در هفته انجام گردید. گروه‌های عصاره و دارونما ۸ هفته به ترتیب روزانه یک عدد کپسول ۵۰۰ میلی‌گرمی عصاره‌آبی برگ انبه و دارونما مصرف کردند. خون‌گیری قبل و بعد از ۸ هفته مداخله، انجام گرفت. در تحلیل مقادیر سرمی مالوندی‌آلدهید (MDA) و ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی (TAC)، از آزمونt همبسته و آنالیز واریانس یک طرفه استفاده شد($p\leq ۰/۰۵$).

یافته‌ها: نتایج نشان داد که قبل از مداخله تفاوت معناداری بین ۴ گروه نبود($p=۰/۱۵۵$). اما پس از ۸ هفته تمرین تناوبی با شدت بالا کل بدن همراه با مصرف عصاره برگ‌انبه (۰/۱۷ ± ۱/۳۰۴) مقادیر سرمیTAC افزایش معناداری نسبت به گروه کنترل(۰/۱۶± ۰/۴۰۵) داشت($p=۰/۰۰۱$). باوجوداین، بین مقادیر سرمی MDAآزمودنی‌ها در گروه‌های مورد مطالعه علیرغم کاهش، تفاوت معنادار نبود($p=۰/۰۵۹$).

نتیجه گیری: مصرف عصاره برگ انبه همراه با تمرین تناوبی با شدت بالا کل بدن، می‌تواند سبب بهبود برخی از عوامل آنتی‌اکسیدانی در افراد دارای اضافه وزن و چاق شود و از افزایش استرس‌های اکسایشی جلوگیری کند.

Copyright © 2024 The Author(s); Published by Complementary Medicine Journal. This is an open access article, distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses /by-nc/4.0/) which permits others to copy and redistribute material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.

مقدمه

چاقی یک بیماری متابولیک مزمن و پیشرونده است که سلامت و کیفیت زندگی فرد را مختل می‌کند(۱). در سالهای اخیر، نقش چاقی در بروز و توسعه استرس اکسیداتیو مشخص شده است. تجمع غیرطبیعی چربی می‌تواند از طریق مکانیسم‌های مختلف بیوشیمیایی و سلولی باعث ایجاد حالت پیش‌التهابی و پرواکسیدانی شود(۲). به منظور مقابله با این اثرات نامطلوب، سیستم دفاع مؤثری در بدن ایجاد شده، که دارای آنزیم های مختلفی است، که برآیند آنها تحت عنوان ظرفیت آنتی اکسیدانی تام Total Antioxidant Capacity(TAC) بدن نامیده می شود(۳). کاهش TAC، محافظت در برابر رادیکالهای آزاد را مختل می‌کند. افزایش شاخص مالون‌دی‌آلدئید (MDA-Malondialdehyde) که بیانگر مقدار پراکسیداسیون لیپید است (آسیب اکسایشی غشای لیپیدی سلول)، به عنوان مکانیسم احتمالی درگیر در ایجاد آسیب‌ها بررسی می‌شود(). همچنین، شواهد موجود بیانگر این است که چاقی با افزایش استرس اکسایشی و یا کاهش توانایی آنتی‌اکسیدانی بدن همراه است که این افزایش عامل مهمی در سندرم متابولیک مرتبط با چاقی شناخته شده است(۵). هنگامی که تولید رادیکالهای آزاد (Reactive oxygen species(ROS) در بدن افزایش می‌یابد، MDA و TAC از جمله شاخص‌های مهمی هستند که اندازه‌گیری می‌شوند(۶).

روش های درمانی مختلفی برای چاقی وجود دارد. درمان‌های اولیه شامل اصلاح سبک زندگی، رژیم درمانی، فعالیت بدنی و اصلاحات رفتاری است. فعالیت ورزشی به دلیل آثار متابولیکی مثبتی که برجای می‌گذارد به عنوان یک روش درمانی مناسب برای این دسته از افراد مورد توجه می‌باشد(۷). تمرینات مبتنی بر کل بدن (Whole-Body High-Intensity Interval Training(WB-HIIT) نوعی از تمرینات تناوبی با شدت بالا ((High-intensity interval training (HIIT) است که فقط با وزن بدن برای یک زمان از پیش تعیین شده همراه با فواصل استراحتی است (۸). درتمرینات WB-HIIT وزن بدن می تواند به عنوان مقاومت مورد استفاده قرار گیرد و نیاز به امکانات یا تجهیزات تخصصی را از بین می‌برد. با این حال، دانش در مورد سازگاری های حاصل از این روش تمرینی بسیار کم است. برخی از مطالعات انجام شده در این زمینه نشان می‌دهند که WB-HIIT منجر به توسعه فیزیولوژیکی می‌شود و با توجه به کمبود وقت، فضا و امکانات که از موانع شرکت در فعالیت‌های ورزشی است، مقرون به صرفه و در مقایسه با روش های تمرین سنتی پیشرفت بیشتری در عوامل آمادگی جسمانی ایجاد می‌کند (۹). برخی محققان اثربخشی تمرین WB-HIIT را در مقاله‌ای مروری و متاآنالیز مورد بررسی قرار دادند، که نتایج نشان داد تمرینات WB-HIIT را می توان برای بهبود تناسب اندام مرتبط با سلامت به جمعیت عمومی و بیماران پیشنهاد کرد (۱۰). با این حال، علیرغم این واقعیت که انجام فعالیت‌های ورزشی منظم با سازگاری‌های فیزیولوژیکی متعددی همراه بوده، و مزیت های فراوانی برای سلامتی دارند اما بعضی از گزارش‌ها بیانگر این است که فعالیت ورزشی شدید می‌تواند باعث تولید ROS، بروزصدمات سلولی و متعاقب آن آسیب‌های ناشی از استرس اکسایشی شود (۱۱)، به علاوه از آنجایی که یکی از منابع اصلی تولید ROS و شاخص‌های استرس اکسایشی از قبیل MDA، توده چربی بدن است (۱۲). در همین راستا گزارش داده شده است به دنبال فعالیت شدید، استرس اکسیداتیو در مردان و زنان چاق در مقایسه با افراد با وزن طبیعی بیشتر افزایش می‌یابد (۴). از طرفی نتایج برخی از مطالعات نشان می دهند استرس اکسیداتیو حاد می‌تواند سیستم آنتی‌اکسیدانی بدن را تقویت کند (۱۳). در این میان برخی تحقیقات نشان داده‌اند استفاده از ترکیبات گیاهی می‌تواند یک استراتژی مؤثر، برای محافظت در برابر استرس اکسایشی ناشی از فعالیتهای ورزشی شدید در افراد چاق و دارای اضافه‌وزن باشد (۱۴). یکی از ایـن ترکیبات گیاهی برگ انبه است. انبه (Mangifera indica L.)، متعلق به خانواده پسته‌ایان (Anacardiaceae) است، و به طور گسترده در مناطق گرمسیری یا نیمه گرمسیری کشت می شود (۱۵). علیرغم استفاده متداول از میوه انبه به عنوان یک ماده غذایی، قسمت‌های مختلف درخت انبه، از جمله برگ آن در طب سنتی، عمدتاً در کشورهای آسیای جنوب شرقی برای درمان بیماری‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. عصاره برگ‌های انبه دارای فعالیت‌های بیولوژیکی از جمله ضد سرطان، ضد دیابت، آنتی اکسیدان، ضد میکروبی، ضد چاقی، کاهش چربی، محافظت از کبد و ضد اسهال است (۱۶). برگ انبه دارای فعالیت آنتی اکسیدانی قوی است، برای جلوگیری از آسیب بافت اکسیداتیو در داخل بدن مفید و بسیار فعالتر از اسید اسکوربیک، ویتامین E و بتا کاروتن است (۱۷). نتایج تحقیقات نشان می‌دهند برگ انبه، باعث بهبود بیماری‌های مرتبط با سندرم متابولیک شده است (۱۸). مصرف چای برگ انبه منجر به افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی می‌شود (۱۶).

به طور خلاصه، استرس اکسیداتیو در اضافه وزن و چاقی یک مشکل سیستمیک است که باید با بهبود دفاع آنتی‌اکسیدانی از طریق ورزش و رژیم غذایی اصلاح شود، لذا با توجه به اینکه انجام فعالیتهای ورزشی شدید ممکن است باعث ایجاد و تشدید شرایط استرس اکسایشی در افراد دارای اضافه وزن و چاق شود (۱۹) و از طرفی نظر به مطالعات محدود در زمینه مکمل سازی عصاره برگ انبه بر فشار اکسایشی به‌ویژه بعد از انجام فعالیت ورزشی شدید، مطالعه حاضر برای اولین بار تاثیر ۸ هفته تمرینات تناوبی شدید کل بدن و مصرف عصاره برگ انبه بر شاخص هایMDA,TAC مردان تمرین نکرده دارای اضافه وزن و چاق را مورد بررسی قرار داده است.

روش کار

پژوهش حاضر یک بررسی کاربردی از نوع نیمه‌تجربی بود که با انجام پیش‌آزمون و پس‌آزمون و مقایسه با گروه شاهد اجرا شد. جامعه آماری پژوهش حاضر از بین مردان تمرین نکرده دارای اضافه وزن و چاق شهرستان بروجرد ۲۵ تا ۴۰ ساله ی با شاخص توده بدنی بیشتر از ۲۵ کیلوگرم بر متر مربع بودند. شرکت‌کنندگان از طریق پخش اعلامیه در سطح باشگاه‌ها، دانشگاه‌ها، مراکز تندرستی و نیز از طریق آگاهی‌های فضای مجازی به این مطالعه فراخوانده شدند. پس از اخذ شرح حال دقیق از نظر شرایط ورود به طرح پژوهش که اصلی‌ترین معیارهای انتخاب و شرکت آزمودنی‌ها در تحقیق حاضر شاخص‌توده‌بدنی بیشتر از ۲۵کیلوگرم بر مترمربع، عدم ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی، اسکلتی- عضلانی، متابولیکی، نداشتن دیابت، عدم شرکت در فعالیت ورزشی منظم بیش از یک جلسه در هفته درطی شش ماه گذشته، عدم مصرف دخانیات و عدم استفاده حداقل در طول دو ماه گذشته از دارو بود. سپس از بین حدود ۷۲ داوطلب، رضایت نامه کتبی اخذ گردید و از افرادی که دارای شرایط بودند، تعداد ۴۰ نفر به عنوان نمونه‌ی پژوهش انتخاب شدند و به روش ساده با انداختن سکه (شیر و خط) در گروه‌های «تمرین، عصاره آبی برگ انبه، تمرین همراه با عصاره آبی برگ انبه و کنترل» (۱۰ نفر در هر گروه) قرار گرفتند. و تمامی آزمودنی‌ها با رضایت و آگاهی کامل به صورت داوطلبانه در پژوهش شرکت کردند. برای افراد شرکت‌کننده در هر ۳ گروه مطالعه احتمال ایجاد عوارض شرح داده شد و از آنها خواسته شد در صورت بروز هرگونه عارضه‌ای به پزشک، که به‌عنوان مشاور طرح در پژوهش شرکت داشت، مراجعه کنند. گروه کنترل هیچ‌گونه مداخله‌ای دریافت نکردند.لازم به ذکر است که در جریان انجام مطالعه ۲ نفر از آزمودنی‌های گروه تمرین همراه با عصاره آبی برگ

انبه و ۱ نفر از گروه تمرین به همراه دارونما به دلایل شخصی از ادامه کار کناره‌گیری نمودند.

روش عصاره گیری

عصاره گیری در مرکز تحقیقات گیاهان دارویی دانشگاه زاهدان انجام و مورد تایید قرار گرفت. برگ‌های تازه درخت انبه در بهمن ماه از درختان موجود در استان سیستان و بلوچستان جمع آوری شدند. برای تهیه عصاره آبی، ابتدا برگهای انبه توسط آب مقطر شسته، خشک و سپس پودر شدند. مقدار ۱۰۰ گرم از این پودر در آب مقطر به مدت ۲۴ ساعت خیسانده شد و پس از گذراندن از صافی برای جداسازی ذرات معلق در آن، سانتریفیوژ شد. سپس محلول به دست آمده در فر با دمای ۷۰ درجه سلسیوس قرار داده شد تا آب آن تبخیر و کاملاً خشک شود (۲۰، ۲۱). عصاره خشک شده به میزان ۵۰۰ میلی‌گرم (۲۲)، درون هر کپسول قرار داده و از آزمودنی خواسته شد هر کپسول(دارونما یا عصاره) را به صورت روزانه بعد از غذا به مدت ۵۶ روز مصرف کنند. به منظور تهیه دارونما از پودر نشاسته که از نظر ظاهر و رنگ شبیه به عصاره برگ انبه بود به میزان ۵۰۰ میلی گرم در کپسول‌های هم‌رنگ و هم‌شکل کپسول‌های حاوی عصاره برگ انبه استفاده شد. به منظور کنترل عوامل مزاحم و مداخله‌گر از تمامی آزمودنی‌ها خواسته شد تا در طول دوره تحقیق تا حد امکان از هیچ داروئی، استفاده نکنند. برای کنترل مصرف کپسول‌ها و جهت پیشگیری از ریزش آزمودنی، یک بار در هفته از طریق تلفن پیگیری شدند.

تمرینات WB-HIIT به مدت یک دوره ۸ هفته‌ای، ۳ بار در هفته و هر جلسه تمرین بعد از ۵ دقیقه گرم کردن و حرکات کششی، شامل ۴ حرکت (jumping jack, burpee, mountain climb, and squat jump) بود. یک نوبت در این پروتکل شامل چهار حرکت بود. استراحت بین حرکات ۳۰ ثانیه و بین هر دور از تمرین سه دقیقه در نظر گرفته شد. آزمودنی‌ها با شدت همه جانبه و به دنبال آن ۳۰ ثانیه ریکاوری تقریبا غیرفعال (TR) انجام دادند (۲۳) (جدول شماره۱) و در پایان با ۵ دقیقه سرد کردن پایان یافت. برای کنترل شدت برنامه تمرینی از مقیاس اصلاح شده درک فشار بورگRPEاستفاده شد (۲۴). این مقیاس بعد از هریک از ۴ حرکت، طی مرحله تمرین ثبت شد.

نمونه‌های خونی جهت بررسی شاخص‌های مورد تحقیق در دو مرحله، قبل از شروع دوره تمرینی، و ۴۸ ساعت بعد از اتمام دوره تمرینی به میزان ۵ میلی لیتر از ورید بازویی دست راست آزمودنی‌ها در ساعت ۷ صبح و بعد از ۱۲ ساعت ناشتایی گرفته شد. نمونه‌های خونی به منظور جداسازی سرم به ویال‌های معمولی بدون ماده ضد انعقاد ریخته شد و به وسیله دستگاه سانتریفیوژ مدل Mc10 ساخت ایران با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه، سرم تهیه شده و به میکروتیوب انتقال یافتند. همه‌ی نمونه‌ها تا زمان آزمایش در دمای زیر ۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد نگهداری شدند. میزان MDA، به عنوان شاخص اصلی پراکسیداسیون لیپیدی وTAC با استفاده از کیت های شرکت (Zell Bio GmbH) ساخت کشور آلمان به روش الایزا، اندازه‌گیری شدند. اطلاعات حاصله در محیط نرم‌افزار SPSS-26، تجزیه و تحلیل شدند. از آزمون شاپیرو-ویلک (Test Wilk-Shapiro) برای بررسی نرمال بودن داده‌ها و از آزمون لون (test Levene' s) نیز برای تعیین برابر بودن پراکندگی داده‌ها استفاده شد. از آمار استنباطی تی همبسته برای مقایسه پیش و پس‌آزمون درون‌گروهی و برای مقایسه بین‌گروهی از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) استفاده شد. آزمون تعقیبی شفه (Scheffe) نیز به منظور تعیین تفاوت های بین‌گروهی در سطح معنی‌داری($p\leq ۰/۰۵$) استفاده شد.

جدول۱: برنامه تمرین WB-HIIT طی ۸ هفته

جلسات تمرین	زمان اجرای هر حرکت(ثانیه)	زمان استراحت بین هر حرکت(ثانیه)	زمان استراحت بین هر ست(دقیقه)	تعداد ست
هفته اول	۳۰	۳۰	۳	۱
هفته دوم	۳۰	۳۰	۳	۲
هفته سوم و چهارم	۳۰	۳۰	۳	۳
هفته پنجم و ششم	۳۰	۳۰	۳	۴
هفته هفتم و هشتم	۳۰	۳۰	۳	۵

یافته‌ها

میانگین و انحراف معیار مربوط به عوامل جمعیت شناختی سن، وزن و شاخص توده بدن در جدول شماره ۲ ارائه شده است.

طبق تحلیل آماری شاپیروویلک داده‌ها توزیع نرمالی داشتند و بر اساس آزمون لوین گروه‌هایی که در حال مقایسه آنها هستیم، واریانس جامعه همه آنها برابر(همگن) است($p>۰/۰۵$). به منظور مقایسه سطوح سرمی عوامل بیوشیمیایی (مالون‌دی‌آلدهید و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام) در پیش‌آزمون و پس‌آزمون از روش آماری تی همبسته استفاده شد($p\leq ۰/۰۵$). نتایج آمار تی همبسته نشان داد، تمرین WB-HIIT+عصاره آبی برگ انبه($p=۰/۰۰۱$)، تمرین WB-HIIT + دارونما ($p=۰/۰۰۱$) و عصاره آبی برگ انبه($p=۰/۰۰۱$) باعث کاهش معنادار سطوح سرمی MDA در مردان دارای اضافه وزن و چاق در مرحله پس‌آزمون شده است. همچنین، نتایج تحلیل آماری همین آزمون برای سطوح سرمیTAC، افزایش معنادار در هر ۳ گروه آزمایش تمرین WB-HIIT+عصاره آبی برگ انبه($p=۰/۰۰۱$)، تمرین WB-HIIT+دارونما($p=۰/۰۲۱$) و عصاره آبی برگ انبه ($p=۰/۰۰۱$) پس از آزمون را نشان داد. (جدول شماره ۳)

نتایج تحلیل واریانس یک‌طرفهANOVA نشان داد یافته‌های مربوط به متغیر سرمی MDA ($P=۰/۷۴۰$) و سطوح سرمی TAC ($P=۰/۱۵۵$)، در پیش‌آزمون تفاوت معناداری با هم نداشتند، و این بدین معنی است که آزمودنی‌ها دارای شرایط مشابهی بودند($P\leq ۰/۰۵$). بین مقادیر سرمی MDA آزمودنی‌ها در گروه‌های مورد مطالعه پس از ۸ هفته تمرینات WB-HIIT همراه با مصرف عصاره آبی برگ‌انبه علیرغم کاهش میزان سرمی، تفاوت معناداری وجود نداشت($P=۰/۰۵۹$). باوجوداین بین مقادیر TAC آزمودنی‌ها در گروههای مورد مطالعه پس از ۸ هفته تمرینات WB-HIIT همراه با مصرف عصاره آبی برگ انبه تفاوت معناداری وجود دارد($P=۰/۰۰۱$). (جدول شماره۳).

به منظور یافتن جایگاه تفاوتها، از آزمون تعقیبی شفه برای مقایسه دو به دوی گروهها استفاده شد که نتایج آن نشان داد، میزان TACبین گروه تمرین+عصاره برگ انبه و گروه تمرین+دارونما($P=۰/۰۰۱$)، گروه تمرین+عصاره آبی برگ انبه و گروه کنترل($P=۰/۰۰۱$) و گروه تمرین+دارونما و گروه عصاره آبی برگ انبه($P=۰/۰۰۱$)، در مردان دارای اضافه وزن و چاق تفاوت معناداری وجود دارد.(جدول شماره ۴)

جدول۲: مشخصات فردی آزمودنی ها به تفکیک گروهها

شاخص‌ها/گروه‌ها		کنترل(n=۱۰) انحراف معیار ±میانگین	عصاره برگ انبه (n=۱۰) انحراف معیار ±میانگین	تمرین+عصاره(n=۸) انحراف معیار ±میانگین	تمرین+ دارونما (n=۹) انحراف معیار ±میانگین
سن(سال)		۳۲/۸ ± ۴/۲۱	۳۲/۰ ± ۳/۷۷	۳۳/۶۲ ± ۴/۶۲	۳۱/۶۶ ± ۴/۶۰
وزن(kg)	قبل	۹۲/۲ ± ۱۱/۶۴	۹۳/۸۰ ± ۸/۷۰	۹۶/۶۲ ± ۱۳/۱۵	۹۵/۰۰ ± ۷/۲۴
	بعد	۹۲/۶ ± ۱۱/۵۸	۹۲/۷ ± ۸/۳۰	۸۹/۰ ± ۱۲/۳۸	۸۹/۱۱ ± ۶/۳۳
شاخص‌توده‌بدنی (kg/m^2)	قبل	۳۰/۰۲ ± ۳/۲۹	۳۰/۳۷ ± ۲/۰۵	۲۹/۸۲ ± ۳/۵۰	۳۰/۲۷ ± ۱/۷۶
	بعد	۲۹/۹۱ ± ۳/۴۳	۳۰/۰۰ ± ۱/۹۲	۲۷/۲۸ ± ۳/۳۱	۲۸/۴۱ ± ۱/۶۵

جدول۳: نتایج آماری تحلیل واریانس یک‌طرفه و تی همبسته متغیرهای مورد مطالعه ، قبل و بعد از ۸ هفته مداخله

شاخص/ گروه		تمرین+دارونما انحراف معیار ±میانگین	تمرین+عصاره انحراف معیار ±میانگین	عصاره انحراف معیار ±میانگین	کنترل انحراف معیار ±میانگین	ANOVA Mean Square	F	p-value
MDA (µM)	پیش آزمون	۲۴/۰۴ ± ۵/۳۹	۲۱/۱۱ ±۴/۶۷	۲۲/۹۰± ۶/۱۷	۲۲/۹۳ ± ۶/۲۱	۱۳/۴۶۶ ۳۲/۰۴۷	۰/۴۲۰	۰/۷۴۰
	پس آزمون	۱۹/۶۵± ۶/۹۰	۱۴/۶۳ ±۵/۹۱	۲۰/۸۰±۷/۴۱	۲۳/۶۱± ۶/۲۷	۱۲۰/۰۳۸ ۴۳/۷۰۶	۲/۷۴۷	۰/۰۵۹
(تی همبسته)	t	۵/۶۳۶	۸/۶۲۸	۳/۲۵۰	۰/۲۰۹			
	p-value	۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۱۰	۰/۱۳۹			
TAC (mM)	پیش آزمون	۰/۴۳۷±۰/۱۱	۰/۴۱۰ ±۰/۰۶	۰/۳۶۷ ±۰/۱۰	۰/۴۷۰±۰/۰۸	۰/۰۱۸ ۰/۰۱۰	۱/۸۶۳	۰/۱۵۵
	پس آزمون	۰/۶۰۰±۰/۱۷	۱/۳۰۴ ±۰/۱۷	۱/۱۲۶±۰/۲۵	۰/۴۰۵ ±۰/۱۶	۱/۶۴۹ ۰/۰۳۹	۴۲/۰۳۷	*۰/۰۰۱
(تی همبسته)	t	-۲/۸۵۹	-۱۷/۰۹۵	-۱۳/۰۹۴	۱/۳۴۹			
	p-value	۰/۰۲۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	۰/۲۱۰			

* معناداری در سطح (P≤۰/۰۵)

یافته‌های آزمون تعقیبی شفه نشان داد بین گروههای مورد مطالعه در میزان MDA تفاوت معناداری وجود ندارد (P≤۰/۰۵). در مجموع مشاهده شد که ۸هفته تمرین WB-HIIT به تنهایی یا همراه عصاره آبی برگ انبه میزان MDA را بهبود بخشد. به‌علاوه، عصاره آبی برگ انبه به تنهایی یا همراه با تمرین WB-HIIT به مدت ۸ هفته می‌تواند TACرا در مردان دارای اضافه وزن و چاق افزایش دهد.

جدول۴: نتایج تحلیل تعقیبی شفه TACدر گروه‌های دارای تفاوت معنادار دار

گروه	گروه	تفاوت میانگین	P
تمرین+ دارونما	تمرین+عصاره	-۰/۷۲۰۹	۰/۰۰۱
	عصاره	-۰/۵۲۶۰	۰/۰۰۱
تمرین+ عصاره	کنترل	۰/۸۹۸۶	۰/۰۰۱

بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد دوره ۸ هفته‌ای تمرین WB-HIIT همراه با مکمل عصاره آبی برگ انبه، TACمردان چاق و دارای اضافه وزن در گروه‌های مورد مطالعه را به طور معناداری افزایش داده است. و با وجود کاهش سطح MDA سرمی در گروه‌های مورد مطالعه، این کاهش از نظر آماری معنادار نبوده است.

در مورد تاثیر تمرین WB-HIIT بر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، اطلاعات بسیار محدودی در دسترس است. برخی محققان اعتقاد دارند که تمرینات تناوبی شدید با اثرگذاری مثبت بر عوامل پیش اکسیدانی و آنتی‌اکسیدانی موجب کاهش استرس اکسیداتیو می شوند. لو و همکاران اثرات ورزش با شدت بالا بر استرس اکسیداتیو و وضعیت آنتی‌اکسیدانی در افراد تمرین نکرده را در یک مرور سیستماتیک مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان دادند تمرینات تناوبی شدید می‌توانند ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را در افراد تمرین نکرده افزایش دهد (۱۳). فلنستدجنسن و همکاران بیان کردند شش هفته تمرین چرخه ای با شدت بالا باعث کاهش انتشار H_2O_2 و افزایش سطح پروتئین‌های آنتی‌اکسیدانی در بزرگسالان چاق درمعرض دیابت نوع ۲ می‌شود (۲۵). مطالعه گیبالا و همکاران اثر پروتکل های مختلف HIIT برTAC پلاسما مقایسه کردند و نشان دادند که همه پروتکل‌های تمرینی ظرفیت آنتی اکسیدانی را افزایش می‌دهد. تنها یک جلسه حادHIIT هم قادر به افزایش TAC در نمونه های بزاق است (۲۶).

یکی از ابزارهای سودمند برای شناسایی آسیب های به‌وجود آمده از تولید ROSاندازه‌گیری پراکسیداسیون لیپیدی است. بدین منظور می‌توان میزان MDA سرمی را سنجید. در طی فعالیتهای ورزشی شدید به دلیل افزایش مصرف اکسیژن توسط بافتها سطوح ROS میتوکندریایی افزایش می‌یابد که در کنار آن افزایش هورمون هایی مانند کاتکولامین‌ها، متابولیسم پروستانوئیدها، NADPH اکسیداز، اکسیژنازهای وابسته به سیتوکروم P_{450} ،گزانتین اکسیداز و فعالیت ماکروفاژها بر فرآیندهای استرس اکسیداتیو اثر گذار بوده و موجب افزایش استرس اکسیداتیو و پراکسیداسیون لیپید، و افزایش MDA می‌شود (۲۷). زلفی و همکاران تأثیر تمرین تناوبی با شدت بالا بر TAC و MDA سرمی در مردان چاق را بررسی کردند، نتایج نشان داد هشت هفته تمرین HIIT در گروه تمرین، باعث افزایش معنادار مقادیر نیتریک اکساید و TAC و کاهش معنادار MDA سرمی نسبت به مقادیر پیش‌آزمون شد(۲۸). باگدانیس و همکاران در مطالعه خود نشان دادند تمرین تناوبی با

شدت بالا پاسخ های استرس اکسیداتیو را کاهش می‌دهد و شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی از جمله گلوتاتیون پراکسیداز (GPX) و TAC را در مردان افزایش می‌دهد(۲۹). رحمانی و همکاران تأثیر دو نوع تمرین شدید تناوبی و مقاومتی بر فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز هیپوکمپ و سطح سرمی MDA و TAC موش‌های صحرایی را مطالعه کردند. یافته ها نشان دادند TACو MDA سرم گروه‌های تمرین تناوبی و مقاومتی نسبت به گروه کنترل افزایش معناداری داشت (۳۰).

در برخی از مطالعات هم تمرینات تناوبی شدید بی‌تاثیر بوده است. یوسف پور و همکاران تاثیر ۸ هفته تمرین تناوبی شدید بر میزان TAC بافت کبدی موش های صحرایی نر ویستار را بررسی کردند، نتایج این تحقیق نشان داد تمرین تناوبی شدید تاثیری بر میزان فعالیت TACو همچنین غلظت MDA بافتی نداشت(۳۱). عزیز بیگی و همکاران، نشان دادند که ۸ هفته تمرین مقاومتی فزاینده بر فعالیت TAC مردان سالم اثر معناداری ندارد و میزان MDA را کاهش داده است. مشابه آنچه در پلاسما رخ می دهد. یک برنامه ۸ هفته ای تمرین مقاومتی فزاینده سیستم دفاعی گلبول های قرمز را در برابر آسیب رادیکال های آزاد تقویت می‌کند(۳۲). فینکلر و همکاران و کروپفل و همکاران، دریافتند که برخی از آنتی اکسیدان‌های درون زا پس از HIIT تغییر نمی‌کنند(۳۳, ۳۴). و این در حالی است که نتایج پژوهش حاضر تأثیر مطلوب تمرین WB-HIIT بر TAC را تایید می‌کند.

به طور کلی از گزارش‌های موجود چنین استنباط می‌شود که برحسب نوع و شدت فعالیت بدنی، میزان آمادگی افراد و سازگاری آنان به تمرینات، می‌توان افزایش، کاهش یا عدم تغییر MDA را پس از تمرین انتظار داشت. مطالعات مختلف نشان می‌دهند که شدت و مدت فعالیت بدنی و نوع آزمودنی‌ها متغیر مهمی است که می‌تواند در میزان اثرگذاری فعالیت بدنی بر شاخص‌های استرس اکسایشی بدن دخالت نماید(۳۵). حال آنکه در تحقیق حاضر میزان MDA پس از تمرین WB-HIIT در مردان دارای اضافه وزن/چاق و در مقایسه با پیش از تمرین کاهش معنادار و در مقایسه چهار گروه مورد مطالعه کاهش غیر معنادار را نشان داد و این بدین معنی است که اجرای منظم و مستمر تمرینات WB-HIIT می‌تواند از طریق افزایش دفاع آنتی‌اکسیدانی، موجب کاهش پراکسیداسیون لیپیدی شود.

در مورد مکانسیم‌های احتمالی درگیر در ایجاد استرس اکسیداتیو ناشی از تمرینات تناوبی شدید، برخی مطالعات پیشنهاد کرده‌اند که در ابتدای این نوع از تمرینات، به دلیل عدم هماهنگی میان میزان اکسیژن دریافتی و اکسیژن مورد نیاز، به‌خصوص در عضلات فعال و از سوی دیگر کاهش جریان خون موضعی و سپس برقراری مجدد جریان خون بافتی، تولید ROS افزایش می‌یابد. این استرس اکسیداتیو پس از تمرینات شدید به خودی خود یک نتیجه منفی نیست. چنین استرس اکسیداتیو ناشی از ورزش گذرا است و به احتمال زیاد در عرض ۲۴ ساعت یا حتی زودتر بهبود می‌یابد، همانطور که مطالعات متعدد نشان می‌دهند استرس اکسیداتیو حاد هیچ پیامد مضری بر سلامت در طولانی مدت ندارد(۱۳). استرس اکسیداتیو حاد می‌تواند از مسیر تعدیل ردوکس سلولی، افزایش مسیر پروتئین کینازها و افزایش بیان پروتئین‌های رونویسی تنفسی($NRF_{1/2}$)، گیرنده پروکسی‌زوم (PGC-1α)، سیرتونین ۱و۳، تعدیل عامل هسته‌ای رونویسی کاپا B (NF-κB) موجب افزایش مکانسیم دفاعی درون سلولی شود(۱۳). مکانیسم دفاعی آنتی اکسیدانی درون سلولی شامل سطح بالایی از آنتی‌اکسیدان‌ها است. ژن‌هایی که پروتئین‌های آنتی‌اکسیدان و آنزیم‌های سم‌زدایی فاز II را کد می‌کنند، توسط یک فاکتور رونویسی (Nrf_2) کنترل می‌شوند. در پاسخ به استرس اکسیداتیو حاد، Nrf_2 به هسته منتقل می‌شود و به عنصر پاسخ آنتی‌اکسیدان (Antioxidant Response Element(ARE)) متصل می‌شود و توالی را برای آغاز رونویسی از ژن آنزیم آنتی‌اکسیدان را فعال می‌کند(۳۶). ژن‌های کدکننده آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان که هدف‌های پایین دست این مسیر می‌باشند شامل گلوتاتیون (GSH) و خانواده‌ای از آنزیم‌های سم زدایی فاز II، از جمله گلوتاتیون S-ترانسفرازها (GST) و NADPH: کینین اکسیدوردوکتاز (NQO1) و... هستند که در دراز مدت TAC بدن را بهبود می‌بخشند و در نتیجه موجب کاهش پراکسیداسیون لیپیدی و پروتئینی شده که شاخص MDA را کاهش می‌دهند(۱۳).

از دیگر نتایج مهم پژوهش ما، می‌توان به افزایش معنادار TAC در دو گروه عصاره آبی برگ انبه و به ویژه در گروه تمرین + عصاره آبی برگ انبه اشاره کرد. عصاره برگ انبه ((Mango leaves (MLs) غنی از ترکیبات فنولیک/ فلاونوئید است که فعالیت های دارویی متعددی از آنتی‌اکسیدانی دارد(۳۷). نتایج تجزیه و تحلیل عصاره برگ انبه توسط روش‌های (High performance liquid chromatography (HPLC)- Electrospray – Time of Flight Mass Spectrometry(ESI-TOF MS) نشان می‌دهند فعال‌ترین ترکیب بیولوژیکی MLs منگیفرین (۱،۳،۶،۷-تتراهیدروکسی گزانتون-C2-β-D-گلوکوزید) است و به دنبال آن اسیدهای فنولیک، بنزوفنون ها و سایر آنتی‌اکسیدان‌ها مانند فلاونوئیدها، کاروتنوئیدها، کورستین، ایزوکورستین، اسید اسکوربیک و توکوفرول ها قرار دارند(۱۶). مکمل‌های گیاهی آنتی‌اکسیدانی می‌توانند بر فعال‌سازی فاکتورهای رونویسی تأثیر بگذارند. و اثرات نامطلوب رادیکال‌های آزاد تولید شده در چاقی و اضافه وزن را کاهش دهند(۳۸). در تحقیق حاضر مصرف مکمل عصاره برگ انبه به دلیل داشتن ترکیبات آنتی اکسیدانی توانسته است TAC را افزایش دهد و موجب کاهش اندک MDA شود و در کنار آثار تمرین WB-HIIT اثر هم افزایی در بهبود ظرفیت آنتی اکسیدانی داشته باشد. که با محدود مطالعات انجام شده همسو می‌باشد. کومار و همکاران بیان کردند مصرف چای برگ انبه با غلظت ۲۴/۷ میلی‌لیتر در روز منجر به افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی همراه با اثرات ضد التهابی می‌شود(۱۶). مطالعه جویدیپ و همکاران نقش محافظتی منگیفرین موجود در برگ انبه را به دلیل القای دفاع آنتی‌اکسیدانی از طریق مسیر Nrf_2 و کاهش التهاب از طریق مهار NFκB را نشان دادند. آنها گزارش کردند: منگفرین از فعال شدن NFκB و یک سری از سیتوکین های پیش التهابی، جلوگیری می‌کند. علاوه براین، به دلیل خاصیت آنتی‌اکسیدانی ذاتی، GSH سلولی را افزایش داده، پراکسیداسیون لیپیدی را مهار کرده و ROS را خاموش می‌کند(۳۹). تحقیق جانگرا و همکاران نشان داده است که منگیفرین غلظت گلوتاتیون، سوپراکسید دیسموتاز و فعالیت کاتالاز را در موش افزایش می‌دهد. و همچنین موجب کاهش پراکسیداسیون لیپیدی و سطح نیتریت در هیپوکامپ و قشر جلوی مغز می‌شود(۳۶).

نتیجه‌گیری

در این پژوهش تأثیر یک دوره تمرین تناوبی با شدت بالا کل بدن(WB-HIIT) و مصرف عصاره آبی برگ انبه بر TACو MDA مردان دارای اضافه وزن و چاق را بررسی کردیم. یافته‌های این مطالعه اهمیت فعالیت‌های WB-HIIT را در افزایش TACو کاهش هر چند غیرمعنادار MDA مردان دارای اضافه وزن و چاقی که سابقه فعالیت منظم ورزشی نداشتند، را تأیید کرد. و بیانگر آن بود که تمرینات WB-HIIT همراه با استفاده از عصاره آبی برگ انبه در مدت ۸ هفته می‌تواند با افزایش کارایی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و کاهش آسیب استرس اکسیداتیو آثار مطلوبی بر استرس اکسایشی داشته باشد. علاوه بر این تمرینات WB-HIIT به تنهایی و تمرین WB-HIIT همراه با مصرف برگ انبه در مقایسه با عصاره برگ انبه به تنهایی، اثرات مثبت بیشتری در افزایش TAC دارند؛ بنابراین استفاده از تمرینات WB-HIIT به دلیل برخی موارد ازجمله هزینه کم، قابل دسترس و لذتبخش بودن و استفاده از برگ انبه به عنوان دارویی با عوارض جانبی کم می‌توانند همراه با هم شیوه مؤثرتری در بهبود استرس اکسیداتیو در میان افراد دارای اضافه وزن و چاق باشند. با این

حال انجام مطالعات بیشتر در این زمینه ضرروی به نظر می‌رسد. از محدودیتهای پژوهش یکسان نبودن انگیزه، عدم کنترل دقیق رژیم غذایی شرکت کنندگان در طول این تحقیق بود. پیشنهاد می‌شود مصرف عصاره آبی برگ انبه با انواع دیگر ورزشها (مقاومتی، هوازی و ...) مقایسه گردد. انجام تمرین WB-HIIT با مصرف انواع دیگر داروهای گیاهی مؤثر بر استرس اکسیداتیو بررسی شود.

تشکر و قدردانی

از تمامی افرادی که در انجام این پژوهش همکاری داشتند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نماییم.

تضاد منافع

هیچ‌گونه تضاد منافعی بین نویسندگان مقاله وجود ندارد.

ملاحظات اخلاقی

این مطالعه برگرفته از رساله دکتری، گروه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه تهران به شماره ۵۱۱۶۵۷۴۳ و مصوب کمیته اخلاق پژوهشکده تربیت بدنی است.

References

1. Kang D, Shin W-C, Kim T, Kim S, Kim H, Cho J-H, et al. Systematic review and meta-analysis of the anti-obesity effect of cupping therapy. *Medicine (Baltimore)*. 2023;**102**(24): e34039. doi: 10.1097/MD.0000000000034039 pmid: 37327262
2. Čolak E, Pap D. The role of oxidative stress in the development of obesity and obesity-related metabolic disorders. *J Med Biochem*. 2021;**40**(1):1-9.doi: 10.5937/jomb0-24652 pmid: 33584134
3. Forotan K, Mogharnasi M, Afzalpour ME. The effect of Six weeks of High intensity interval training with fenugreek supplementation on plasma levels of malondialdehyde and glutathione peroxidase in overweight and obese women. *JAHSSP*. (Persian). 2022;**9**(2):213-26. doi: 10.22049/jahssp.2022.27673.1444
4. Halalkhor F. Effect of Flaxseed Supplementation and Concurrent Physical Activity on Total Antioxidant Capacity of the Plasma and the Lipid Peroxidation Index of Overweight Women.(Persian). *Journal of Medicinal Plants*. 2019;**18**(70):144-53.
5. Gil-Martínez L, Mut-Salud N, Ruiz-García JA, Falcón-Piñeiro A, Maijó-Ferré M, Baños A, et al. Phytochemicals Determination, and Antioxidant, Antimicrobial, Anti-Inflammatory and Anticancer Activities of Blackberry Fruits. *Foods*. 2023;**12**(7):1505. doi: 10.3390/foods12071505 pmid: 37048326
6. Sari-Sarraf V, Amirsasan R, Zolfi HR. Effects of aerobic and exhaustive exercise on salivary and serum total antioxidant capacity and lipid peroxidation indicators in sedentary men.(Persian).*Feyz Medical Sciences Journal*. 2016;**20**(5):427-34.
7. Teixeira-Lemos E, Nunes S, Teixeira F, Reis F. Regular physical exercise training assists in preventing type 2 diabetes development: focus on its antioxidant and anti-inflammatory properties. *Cardiovasc Diabetol*. 2011;**10**(1):12. doi: 10.1186/1475-2840-10-2
8. 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. doi: 10.1249/FIT.0b013e31828cb1e8
9. Machado A, Baker J, Figueira Junior A, Bocalini D. High-intensity interval training using whole-body exercises: training recommendations and methodological overview Summary Correspondence. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2019;**39**:378-83. doi: 10.1111/cpf.12433 pmid: 28471050
10. Scoubeau C, Bonnechère B, Cnop M, Faoro V, Klass M. Effectiveness of Whole-Body High-Intensity Interval Training on Health-Related Fitness: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ. Res Public Health*. 2022;**19**(15):9559. doi: 10.3390/ijerph19159559
11. Atashak S, Peeri M, Azarbayjani MA, Stannard SR ,Haghighi MM. Obesity-related cardiovascular risk factors after long-term resistance training and ginger supplementation. *J Sports Sci Med*. 2011;**10**(4):685-91. pmid: 24149559
12. Sirvan A, Abdollah N, Kamal A. The Effect of Blackberry Extract on the Total Antioxidant Capacity and Lipid Peroxidation after Acute Resistance Exercise in Obese Men. (Persian). *Journal of Food Technology & Nutrition*. 2014;**11**(2):55-62.
13. Lu Y, Wiltshire HD, Baker JS, Wang Q. Effects of High Intensity Exercise on Oxidative Stress and Antioxidant Status in Untrained Humans: A Systematic Review. *Biology (Basel)*. 2021;**10**(12):1272. doi: 10.3390/biology10121272 pmid: 34943187
14. Tun S, Spainhower CJ, Cottrill CL, Lakhani HV, Pillai SS, Dilip A, et al. Therapeutic Efficacy of Antioxidants in Ameliorating Obesity Phenotype and Associated Comorbidities. *Front Pharmacol*. 2020;**11**:1234. doi: 10.3389/fphar.2020.01234 pmid: 32903449
15. Wu L, Wu W, Cai Y, Li C, Wang L. HPLC fingerprinting-based multivariate analysis of phenolic compounds in mango leaves varieties: Correlation to their antioxidant activity and in silico α-glucoidase inhibitory ability. *J Pharm Biomed Anal* . 2020;**191**:113616. doi: 10.1016/j.jpba.2020.113616
16. Kumar M, Saurabh V, Tomar M, Hasan M, Changan S, Sasi M, et al. Mango (*Mangifera indica L.*) Leaves: Nutritional Composition, Phytochemical Profile, and Health-Promoting Bioactivities. *Antioxidants (Basel)*. 2021;**10**(2):299. doi: 10.3390/antiox10020299 pmid: 33669341
17. Kaurav M, Kanoujia J, Gupta M, Goyal P, Pant S, Rai S, Sahu KK, Bhatt P, Ghai R. In-depth analysis of the chemical composition, pharmacological effects, pharmacokinetics, and patent history of mangiferin. *Phytomedicine Plus*. 2023;**3**(2):100445. doi: 10.1016/j.phyplu.2023.100445
18. Ramírez NM, Toledo RCL, Moreira MEC, Martino HSD, Benjamin LDA, de Queiroz JH, et al. Anti-obesity effects of tea from Mangifera indica L. leaves of the Ubá variety in high-fat diet-induced obese rats. *Biomed Pharmacother*. 2017;**91**:938-45. doi: 10.1016/j.biopha.2017.05.015 pmid: 28514832
19. Farney TM, McCarthy CG, Canale RE, Schilling BK, Whitehead PN, Bloomer RJ. Absence of blood oxidative stress in trained men after strenuous exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2012;**44**(10):1855-63. doi: 10.1249/MSS.0b013e3182592575 pmid: 22525774
20. Saleh Gazwi HS, Mahmoud ME. Restorative activity of aqueous extract Mangifera indica leaves against CCl4 induced hepatic damage in rats. *J Pharm Biomed Anal*. 2019;**164**:112-18. doi: 10.1016/j.jpba.2018.10.027 pmid: 30368116
21. Baghban S, Hemayatkhah Jahromi V. The investigation of the effect of (Mangifera indica) leaf extract on testis tissue and fertility in Wistar rats. *Pars Journal of Medical Sciences*. 2022;**13**(1):27-35. doi: 10.29252/jmj.13.1.27
22. López-Ríos L, Wiebe JC, Vega-Morales T, Gericke N. Central nervous system activities of extract Mangifera indica L. *J Ethnopharmacol*. 2020; **260**: 112996. doi: 10.1016/j.jep.2020.112996 pmid: 32473365
23. Machado AF, Reis VM, Rica RL, Baker JS, Figueira AJ, Bocalini DS. Energy expenditure and intensity of HIIT bodywork® session. *Motriz: rev educ fis*. 2020;**26**(4):e10200083.doi:10.1590/S1980-6574202000040083
24. Machado AF, Baker JS, Figueira Junior AJ, Bocalini DS. High-intensity interval training using whole-body exercises: training recommendations and methodological overview. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2019;**39**(6):378-83. doi: 10.1111/cpf.12433 pmid: 28471050
25. Flensted-Jensen M, Gram M, Dela F, Helge JW, Larsen S. Six weeks of high intensity cycle training reduces H(2)O(2) emission and increases antioxidant protein levels in obese adults with risk factors for type 2 diabetes. *Free Radic Biol Med*.2021;173:1-6.doi:10.1016/j.freeradbiomed.2021.07.020 pmid: 34273538
26. Gibala MJ, Little JP, Macdonald MJ, Hawley JA. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *J Physiol*. 2012;**590**(5):1077-84. doi: 10.1113/jphysiol.2011.224725 pmid: 22289907
27. Cunningham P, Geary M, Harper R, Pendleton A ,Stover S. High intensity sprint training reduces lipid peroxidation in fast-twitch skeletal muscle. *Journal of Exercise Physiology Online*. 2005;**8**:18-25.

28. Zolfi H, Shakib A. The effect of the high intensity interval training on endothelial function concentrating on alterations in miR-16 expression, total antioxidant capacity and serum malondialdehyde in the obese men. (Persian). *Feyz Med Sci J.* 2022;**26**(4):435-45 .
29. Bogdanis GC, Stavrinou P, Fatouros IG, Philippou A, Chatzinikolaou A, Draganidis D ,et al. Short-term high-intensity interval exercise training attenuates oxidative stress responses and improves antioxidant status in healthy humans. *Food Chem Toxicol.* 2013;**61**:171-7. doi: 10.22049/jahssp.2022.27673.1444
30. Rahmani A, Gorzi A, Ghanbari M. The effects of high intensity interval training and strenuous resistance training on hippocampal antioxidant capacity and serum levels of malondialdehyde and total antioxidant capacity in male rats.(Persian)..*SJKU.*2019;**23**(6):47-58.doi: 10.52547/sjku.23.6.47
31. Usefpor M, Ghasemnian AA, Rahmani A. The Effect of a period of high intensive interval training on total antioxidant capacity and level of liver tissue malondialdehyde in male Wistar rats. (Persian)..*SJKU* . 2017;**22**(5):103-10. doi: 10.22102/22.5.103
32. Azizbeigi K, Azarbayjani MA, Peeri M, Agha-alinejad H, Stannard S. The effect of progressive resistance training on oxidative stress and antioxidant enzyme activity in erythrocytes in untrained men. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2013;**23**(3):230-8. doi: 10.1123/ijsnem.23.3.230 pmid: 23239675
33. Finkler M, Hochman A, Pinchuk I, Lichtenberg D. In Healthy Young Men, a Short Exhaustive Exercise Alters the Oxidative Stress Only Slightly, Independent of the Actual Fitness. *Oxid Med Cell Longev.* 2016;**2016**:9107210. doi: 10.1155/2016/9107210 pmid: 26989456
34. Kröpfl JM, Beltrami FG, Rehm M, Gruber HJ, Stelzer I, Spengler CM. Acute exercise-induced glycocalyx shedding does not differ between exercise modalities, but is associated with total antioxidative capacity. *J Sci Med Sport.* 2021;**24**(7):689-95.doi:10.1016/j.jsams.2021.01.010 pmid: 33632661
35. Rai S, Chowdhury A, Reniers R, Wood SJ, Lucas SJE, Aldred S. A pilot study to assess the effect of acute exercise on brain glutathione. *Free Radic Res.* 2018;**52**(1):57-69. doi: 10.1080/10715762.2017.1411594 pmid: 29237310
36. Jangra A ,Lukhi MM, Sulakhiya K, Baruah CC, Lahkar M. Protective effect of mangiferin against lipopolysaccharide-induced depressive and anxiety-like behaviour in mice. *Eur J Pharmacol.* 2014;**740**:337-45. doi: 10.1016/j.ejphar.2014.07.031 pmid: 25064341
37. Zivković J, Kumar KA, Rushendran R, Ilango K, Fahmy NM, El-Nashar HAS, et al. Pharmacological properties of mangiferin: bioavailability, mechanisms of action and clinical perspectives. *Naunyn Schmiedebergs Arch Pharmacol.* 2024; **397**(2):763-81. doi: 10.1007/s00210-023-02682-4 pmid: 37658210
38. Merry TL, Ristow M. Do antioxidant supplements interfere with skeletal muscle adaptation to exercise training? *J Physiol.* 2016;**594**(18):5135-47. doi: 10.1113/JP270654 pmid: 26638792
39. Das J, Ghosh J, Roy A, Sil PC. Mangiferin exerts hepatoprotective activity against D-galactosamine induced acute toxicity and oxidative/nitrosative stress via Nrf2–NFκB pathways. *Toxicol Appl Pharmacol.* 2012;**260**(1):35-47. doi: 10.1016/j.taap.2012.01.015 pmid: 22310181