



Research Article

Effect of Simultaneous Supplementation of Aqueous Extract of Mango Tree Along with Total Body Resistance Exercise (TRX) on the Serum Levels of Interleukin-6 and C-reactive Protein of Inactive Male Students

Omid Mohammaddoost^{1*}, Fateme Shabkhiz², Ali Akbar Nejad Gharehlo²,
Mohsen Pormenati³

1.Assistant Professor, Exercise Physiology Department, Faculty of Education and Psychology, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran.

2.Associate Professor, Exercise Physiology Department, Faculty of Sports Sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran.

3.Department of Physical Education and Sport Sciences, National University of Skills, Tehran, Iran.

* **Corresponding author:** Omid Mohammaddoost, Exercise Physiology Department, Faculty of Education and Psychology, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran. Email: Mo.omid@ped.usb.ac.ir

DOI: [10.22034/cmja.14.4.21](https://doi.org/10.22034/cmja.14.4.21)

How to Cite this Article:

Mohammaddoost O, Shabkhiz F, Nejad Gharehlo AA, Pormenati M. Effect of Simultaneous Supplementation of Aqueous Extract of Mango Tree Along with Total Body Resistance Exercise (TRX) on the Serum Levels of Interleukin-6 and C-reactive Protein of Inactive Male Students. *Complement MedJ*. 2025;14(4): 21-33. DOI: 10.32592/cmja.14.4.21

Received: 22 June 2024

Accepted: 02 November 2024

Keywords:

C-reactive protein (CRP)
Interleukin-6
Mango leaf extract
Overweight and obesity
Total body resistance exercise (TRX) training

© 2025 Arak University of Medical Sciences

Abstract

Introduction: Some inflammatory factors predict cardiovascular diseases. Therefore, the present study aimed to investigate the effect of six weeks of oral intake of aqueous extract of mango tree along with total body resistance exercise (TRX) training on the serum levels of interleukin-6 and C-reactive protein (CRP) in inactive overweight and obese male students.

Methods: In this semi-experimental study, 48 overweight and obese inactive students aged 20-25 were purposefully selected, and after obtaining written consent from them, they were randomly divided into four groups of 12 individuals. These groups were called control, extract, exercise + placebo, and exercise + extract. The subjects performed TRX training for six weeks (three sessions per week) and consumed 500 mg capsules containing mango leaf extract and placebo twice daily before lunch and dinner. Serum levels of interleukin-6 and CRP were measured 24 h before and 48 h after the last training session. Data were analyzed with a dependent t-test and one-way analysis of variance (ANOVA) and significance level lower than 0.05 using the SPSS (version 25) software ($P < 0.05$).

Results: A significant difference was observed in the levels of interleukin-6 and CRP in the exercise, extract, and exercise + extract groups compared to the pre-test ($P = 0.001$). The pre- and post-test differences of the groups using one-way ANOVA on weight, body mass index (BMI), levels of interleukin-6, and CRP showed significant differences among groups ($P < 0.05$).

Conclusion: Six weeks of mango leaf extract and TRX training may effectively reduce weight, BMI, as well as serum levels of interleukin-6 and CRP. On the other hand, one of the ways to control inflammation may be doing TRX exercises along with taking mango leaf extract.

INTRODUCTION

Obesity results from individual factors and unhealthy eating habits (Safaei, 2021). Obesity is caused by increased adipose tissue, and adipose tissue plays a role in the production of adipokines. There are specific inflammatory cytokines among adipokines, including interleukin-6. Increased cytokine concentrations may be responsible for increased oxidative stress (Langeveld, 2023). C-reactive protein (CRP) is a measure of inflammation. CRP is used as an immunochemical marker for several diseases (Mouliou, 2023). Total body resistance exercise (TRX) is designed to improve endurance and strength, focusing on body weight (Nammi, 2004); TRX training has significant effects on physiological indicators and body performance (Pastucha, 2012). Antioxidants act to maintain health (Aversa & Petrescu, 2016) and can be obtained through the consumption of fruits. In this context, mango (*Mangifera indica*) is an appropriate example. Mango is a source of ascorbic acid and carotenoids (Noratto, 2010). Mango extract has anti-inflammatory activity in many chronic pathological disorders associated with inflammatory response (Sferrazzo, 2022) and is the primary source of Mangiferin, which has been extensively studied for its biological and therapeutic potential (Chen, 2023). All systems in the body help each other to maintain homeostasis. An important aspect of these activities is related to the immune system, specifically in strengthening it to ensure health and safety. Many factors affect the immune system, one of which is exercise. Some studies have examined the effect of exercise on immune system parameters. For instance, Pedersen indicated that intense exercise increases the inflammatory cytokine response and interleukin-6 release (Pedersen, 2001). Makiel et al. (2023) stated that aerobic resistance training resulted in a more significant reduction in IL-6 concentrations than aerobic training alone in individuals (Makiel, 2023). A review of the literature demonstrated that limited research has been conducted on cytokines with contradictory results. Given the importance of the immune system in the body and its role in exercise, further research in inactive men seems necessary to obtain significant results in the field of improving immune system function and individual health with this study.

METHODS

In semi-experimental research, the statistical population was 150 overweight and obese inactive male students aged 20 to 25 years; 48 people were purposefully selected as a sample and randomly divided into the following groups: control, extract, exercise + placebo, and exercise + extract. Body

composition measurements were taken and recorded. The exercise program was implemented in the GYM for six weeks (three sessions per week, even-numbered days from 6:00 PM to 8:00 PM). The control group was prohibited from doing any physical activity and taking herbal supplements, and the extract consumption group did not have any regular exercise.

TRX Training Protocol

Six weeks of TRX training were performed with a frequency of three sessions per week. In the first week, six movements were selected and divided into two groups of three movements. In this order, the subjects performed three movements of 10 repetitions and rested for 1 min between each movement. After completing the three movements, they rested for 3 min and then did the following three movements. In the second week, six movements were performed in a row, and the 3-min break between all three movements was removed, and the repetitions were 10 for each movement. In the third week, the repetitions were increased from 10 to 12, with 3-min rests between rounds. In the fourth week, eight consecutive movements were performed, and the 3-min break between them was removed. The repetitions were the same as 12 for each movement. In the fifth and sixth weeks, the repetitions and rounds remained constant; however, the training intensity was increased by adjusting the angle of the body and increasing the distance from the ligament graft site. The TRX exercises were performed using one leg (Vahidian & Ghaed, 2020).

Supplement Intake Protocol

The subjects of the exercise + extract group and the extract group were asked to consume 1000 mg (two 500 mg capsules) of mango leaf extract twice a day for six weeks, along with lunch and dinner with a glass of water (Riche & Riche, 2017).

Measurement of Biochemical Variables

An amount of 5 ml of blood was collected in two stages, pre- and post-test, after 10-12 h of fasting. The serum of the blood samples was separated by centrifugation, and the sera prepared were measured with human IL-6 kits from BOSTER Company, made in China, using the ELISA method and the CRP assay kit made by Pars Azmoun Company.

Statistical Calculations

Shapiro-Wilk test was used to determine normality, paired t-test was used for intra-group comparison, and one-way ANOVA was employed for inter-group comparison. Tukey's post hoc test was employed to determine differences between groups at a significance level of $P < 0.05$.

RESULTS

The mean weight, BMI, CRP, and IL-6 in the exercise + placebo, exercise + extract, and extract groups decreased from pre- to post-test and increased in the control group. A significant

difference was observed in the exercise + placebo and exercise + extract groups in weight and BMI variables; however, the weight and BMI values in the mango leaf extract and control groups did not show a statistically significant decrease. The effect of TRX training, TRX training with extract consumption, and extract consumption on IL-6 and CRP levels after six weeks of training and consumption showed a significant reduction, but no significant difference was observed in the control group.

CONCLUSION

The results of this study demonstrated that six weeks of TRX training, TRX training with mango leaf extract consumption, and mango leaf extract consumption without training significantly reduced interleukin-6 and CRP in obese and overweight male students compared to previous values. The results of the present work were consistent with the studies of Tan et al. (2023), Sherizadeh et al. (2024), Sahebi et al. (2022), Alimoradi et al. (2022), Jalali et al. (2021) and contrary to the findings of the studies of Sedrianian (2015), Martinez (2010), Faraji et al. (2022) (56). According to the results of this study, TRX training, consumption of mango leaf extract, and also training with consumption of mango leaf extract demonstrated a significant decrease in serum levels of interleukin-6 and CRP. In other words, it can be mentioned that consuming two capsules of mango leaf extract daily for six weeks may reduce serum levels of interleukin-6 and CRP, and it seems that TRX training along with consuming mango leaf extract can be effective in reducing the inflammatory status of overweight and obese inactive male students, as well as body composition, by reducing inflammatory factors.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

Code of Ethics No. IR.SSRI.REC.1401.1867 was obtained. It should also be noted that the principles of the Declaration of Helsinki, including obtaining informed consent from the participants and the confidentiality of their information, have been observed.

Funding

This study was carried out with the financial and executive support of the University of Sistan and Baluchistan, Iran.

Authors' Contributions

The authors have contributed equally to this work.

Conflict of Interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

Acknowledgments

We would like to thank the university research vice-chancellor, sports science professors, and students who cooperated wholeheartedly.



مطالعه اثر هم زمان مکمل دهی عصاره آبی برگ درخت انبه به همراه تمرین مقاومتی کل بدن (TRX) بر سطوح سرمی اینترلوکین-۶ و پروتئین واکنشی C دانشجویان پسر غیر فعال

امید محمد دوست^{۱*}، فاطمه شب خیز^۲، علی اکبر نژاد قره‌لو^۳، محسن پورمنتی^۳

^۱ استادیار گروه علوم ورزشی، دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.

^۲ دانشیار گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

^۳ عضو هیئت علمی گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه مهارت، تهران، ایران.

* نویسنده مسئول: امید محمد دوست، گروه علوم ورزشی، دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران. ایمیل:

Mo.omid@ped.usb.ac.ir

چکیده

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۰۲

واژگان کلیدی:

عصاره برگ انبه

تمرین TRX

اینترلوکین-۶

پروتئین واکنشی C

اضافه وزن و چاقی

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی اراک محفوظ است.

مقدمه: برخی از عوامل التهابی، پیشگوکننده بیماری‌های قلبی عروقی هستند. بنابراین هدف پژوهش حاضر، بررسی اثر شش هفته مصرف خوراکی عصاره آبی برگ درخت انبه به همراه تمرین TRX بر سطوح سرمی اینترلوکین-۶ و پروتئین واکنشی C دانشجویان پسر غیر فعال دارای اضافه وزن و چاق بود.

روش کار: در این پژوهش نیمه تجربی، ۴۸ دانشجوی دارای اضافه وزن و چاق غیر فعال با دامنه سنی ۲۵-۲۰ سال به صورت هدفمند انتخاب و پس از اخذ رضایت نامه کتبی از آن‌ها، در چهار گروه ۱۲ نفره کنترل، عصاره، تمرین + دارونما و تمرین + عصاره به روش تصادفی تقسیم بندی شدند. آزمودنی‌ها شش هفته (سه جلسه در هفته) به انجام تمرین TRX و مصرف روزانه ۲ بار کپسول ۵۰۰ میلی گرمی حاوی عصاره برگ انبه و دارونما، قبل از صرف نهار و شام پرداختند. سطح سرمی اینترلوکین-۶ و پروتئین واکنشی C، ۲۴ ساعت قبل و ۴۸ ساعت متعاقب آخرین جلسه تمرین اندازه گیری شد. داده‌ها با آزمون تی وابسته و تحلیل واریانس یک راهه و سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ در نرم افزار SPSS-۲۵ تحلیل شدند ($P < ۰/۰۵$).

یافته‌ها: تفاوت معناداری در سطوح اینترلوکین-۶ و پروتئین واکنشی C، گروه‌های تمرین، تمرین + عصاره و عصاره نسبت به پیش آزمون مشاهده شد ($P = ۰/۰۰۱$). اختلاف پیش و پس آزمون گروه‌ها با استفاده از تحلیل واریانس یک راهه بر روی وزن، شاخص توده بدنی، سطوح اینترلوکین-۶ و پروتئین واکنشی C، در بین گروه‌های پژوهش تفاوت معناداری نشان داد ($P < ۰/۰۵$ بین گروهی).

نتیجه گیری: شش هفته مصرف عصاره برگ انبه و تمرین TRX ممکن است در کاهش وزن، شاخص توده بدنی، سطوح سرمی اینترلوکین-۶ و پروتئین واکنشی C مؤثر باشد. از طرفی، یکی از راه‌های کنترل التهاب ممکن است انجام تمرین TRX به همراه مصرف عصاره برگ انبه باشد.

چاقی به مشکل سلامتی و پنجمین علت شایع مرگ و میر در جهان رتبه‌بندی می‌شود (۱). چاقی یک مسئله بهداشتی پیچیده است که از ترکیبی از عوامل فردی و عادات غذایی ناسالم اجتماعی یا فرهنگی ناشی می‌شود (۲) و به‌شدت به عوامل سبک زندگی مانند میزان پایین فعالیت بدنی، پُرخوری مزمن، استعمال برخی داروها و هورمون‌ها بستگی دارد. آشکال مختلف چاقی با افزایش خطر ابتلا به چندین بیماری مزمن مرتبط است (۳). چاقی دلیل افزایش بافت چربی است و بافت چربی در تولید برخی از مواد فعال زیستی به نام آدیپوکین‌ها (Adipokines) نقش دارد. سیتوکین‌های التهابی خاصی در بین آدیپوکین‌ها وجود دارد که شامل اینترلوکین-۶ (Interleukin ۶) می‌شود. این سیتوکین‌ها محرک‌های قوی برای تولید اکسیژن فعال هستند. بنابراین، افزایش غلظت سیتوکین ممکن است مسئول افزایش استرس اکسیداتیو باشد (۴). پروتئین واکنشی C یک معیار معتبر برای پزشکان است که التهاب را آشکار یا رد کنند. استفاده از CRP به‌عنوان مهم‌ترین و حیاتی‌ترین نشانگر ایمونوشیمیایی چندین بیماری، از جمله عفونت‌هایی مانند بیماری‌های فیزیولوژیکی اعضای بدن، اختلالات خودایمنی مختلف، بدخیمی‌ها و سایر شرایط سلامتی به کار می‌رود (۵).

تمرین مقاومتی کل بدن (TRX) با هدف تقویت استقامت، قدرت، انعطاف‌پذیری، سرعت و با تمرکز بر قدرت تنه و با وزن بدن انسان طراحی شده است (۶) و پتانسیل تمرین تمام اجزای آمادگی جسمانی را دارد (۷). تمرین TRX با تغییر وضعیت بدن می‌تواند به‌شدت عضلات تنه را فعال کند و قدرت، تعادل و ثبات مفصل را هم‌زمان به چالش بکشد (۸). ورزشکاران می‌توانند با این وسیله تمرینی با اطمینان خاطر بالاتری، شدت تمرین را بدون افزایش مقاومتی خارجی، بیشتر کنند که همین عامل می‌تواند باعث کاهش ریسک آسیب شود. همچنین سبب توسعه حرکت‌پذیری، قدرت و ثبات مفصلی در تمامی صفحات حرکتی به‌طور هم‌زمان می‌شود (۹). تمرین TRX اثرات قابل توجهی بر شاخص‌های فیزیولوژیک (۱۰)، عملکرد بر کلیه فاکتورهای آمادگی جسمانی و بدن‌سازی، تقویت عضلات بدن، افزایش ثبات مفاصل و رباط‌ها و بهبود ظرفیت ریه‌ها دارد (۱۱). ترکیبات بیوشیمیایی از جمله آنتی‌اکسیدان‌ها، در جهت حفظ سلامت و قدرت عمل می‌کنند (۱۲) و می‌توانند از طریق مصرف سبزیجات و میوه به دست آیند. به‌طور خاص، ترکیبات فنولیک و کاروتنوئید موجود در سبزیجات یا میوه‌های برگ‌دار دارای خواص آنتی‌اکسیدانی در از بین بردن رادیکال‌های آزاد هستند (۱۳، ۱۴). در این زمینه، انبه (*Mangifera indica*) مثال خوبی است. انبه منبع خوبی از اسیداسکوربیک، کربوهیدرات‌ها، فیبر غذایی، کاروتنوئیدها، اسیدهای آلی و ترکیبات فنلی است (۱۵، ۱۶). تحقیقات علمی درمورد خواص عملکردی و کاربردهای درمانی محصولات جانبی انبه گزارش

کرده‌اند (۱۷) عصاره انبه دارای عملکرد ضدالتهابی در بسیاری از اختلالات پاتولوژیک مزمن مرتبط با پاسخ التهابی است (۱۸). از برگ درخت انبه در طب سنتی برای درمان بیماری‌ها استفاده می‌شود. اگرچه ساقه، پوست درخت، برگ، ریشه و میوه انبه همگی در طب شناخته شده‌اند، اما بر مصرف برگ‌ها، به‌خصوص برای درمان دیابت و بسیاری بیماری‌های دیگر، تأکید شده است. برگ انبه ترکیبات گیاهی بسیار مفیدی در خود گنجانده است که از جمله آن‌ها می‌توان به پلی‌فنل‌ها و ترپنوئیدها اشاره کرد (۱۹). انبه که متعلق به خانواده Anacardiaceae است، منبع اولیه و اصلی مانگی‌فرین (Mangiferin) است. تقریباً هر قسمت از انبه، از جمله مغز، پوست، شاخه، برگ و پوست ساقه، سرشار از مانگی‌فرین است (۲۰). مانگی‌فرین به طور گسترده برای پتانسیل‌های بیولوژیکی و درمانی آن بررسی شده (۲۱). همه دستگاه‌های بدن در جهت حفظ هموستاز به یکدیگر کمک می‌کنند. بخش مهمی از این فعالیت‌ها مربوط به دستگاه ایمنی و حفظ محیط داخلی در برابر تغییراتی‌اند که احتمالاً بر اثر عوامل خارجی و یا فعل‌وانفعالات درونی بدن رخ می‌دهند. تقویت این سیستم و بالا بردن عملکرد اجزای آن سلامتی را تضمین می‌کند. عوامل بسیاری بر سیستم ایمنی اثر می‌گذارند که یکی از آن‌ها فعالیت ورزشی است. علاوه‌براین، حجم قابل‌ملاحظه‌ای از تحقیقات به بررسی اثرات فعالیت ورزشی بر سیستم ایمنی اختصاص یافته است. در این تحقیقات، اثرات انواع تمرینات ورزشی، شدت و مدت آن‌ها بر پارامترهای مختلف سیستم ایمنی بررسی شده است. از جمله پیک (Peake) و همکارانش، مورن (Mooren) و همکارانش، به بررسی اثر شدت تمرین بر سیستم ایمنی پرداخته‌اند (۲۲، ۲۳). از طرف دیگر، ارتباط مثبت بین شاخص‌های التهابی، پیش‌التهابی و فعالیت بدنی ضرورتاً رابطه‌ای علت‌ومعلولی را نشان نمی‌دهند. برای مثال، میانجی‌های التهابی صرفاً شاخص‌های وضعیت سلامتی یا بیماری نیستند. همچنین، در مطالعاتی که تأثیر فعالیت بدنی را بر شاخص‌های التهابی بررسی کرده‌اند، مشخص شده است که برنامه‌های ورزشی، التهاب سیستمی را در بیماران قلبی و افراد سالم کاهش می‌دهند (۲۴، ۲۵). در چند مطالعه نیز این تأثیر مثبت مشاهده نشد (۲۶، ۲۷). در مطالعه پدرسن (Pedersen) نشان داده شد که تمرینات شدید باعث افزایش پاسخ سایتوکاین‌های التهابی و پیش‌التهابی و رها سازی اینترلوکین-۶ در خون شده است (۲۸). ماکیل (Makiel) و همکاران ۲۰۲۳ به مطالعه تأثیر مداخلات ورزشی بر غلظت اینترلوکین-۶ در مبتلایان به سندرم متابولیک پرداختند و مشاهده کردند تمرین مقاومتی هوازی به کاهش بیشتر غلظت IL-۶ و تغییرات مطلوب‌تری در ترکیب بدن نسبت به استفاده از تمرین هوازی به‌تنهایی در مبتلایان به سندرم متابولیک منجر شده است (۲۹).

CRP عمدتاً در لوب راست کبد عمدتاً در پاسخ به IL-۶ و همچنین سیگنال‌های استرس به‌موازات تحریک عروقی مربوط به آسیب بافتی سنتز می‌شود (۵). IL-۶ در کنار اثرات موضعی خود، بر روی کبد و بافت چربی به‌صورت غدد درون‌ریز عمل می‌کند. پیشنهاد شده است که IL-۶ باعث افزایش تولید گلوکز کبدی در حین ورزش

تربیت بدنی را انتخاب کرده- بودند. از این تعداد، ۴۸ نفر فاکتورهای ورود به پژوهش را داشتند و آمادگی و رضایت خود را برای شرکت اعلام کردند. پس از ارائه توضیحات کامل درباره روند اجرای پژوهش، رضایت نامه کتبی از داوطلبان اخذ و به طور هدفمند به عنوان نمونه پژوهش، انتخاب و به صورت تصادفی ساده (قرعه کشی)، در چهار گروه کنترل، مصرف عصاره، تمرین+ دارونما، تمرین+ مصرف عصاره تقسیم بندی شدند. شاخص های ورود به پژوهش، داشتن سلامت عمومی و عدم فعالیت جسمانی طی ۶ ماه گذشته بود و ملاک های خروج از پژوهش داشتن بیماری قلبی عروقی، دیابت، بیماری های کلیوی و کبدی، مصرف دخانیات و هرگونه مداخله درمانی بود که این موارد براساس گزارش آزمودنی ها جمع آوری و ثبت شدند. همه آزمودنی ها پرسش نامه حاوی اطلاعات فردی، سوابق پزشکی ورزشی، عدم سابقه بیماری و عدم مصرف دارو را تکمیل کردند.

اندازه گیری های ترکیب بدنی آزمودنی ها به عمل آمد و ثبت شد. قد آزمودنی ها با قدسنج دیواری (Seca ۲۰۶، دقت ۰/۵ سانتی متر) ساخت کشور آلمان و وزن آزمودنی ها در ابتدا و انتهای دوره تمرین با استفاده از ترازوی دیجیتالی (مدل HN-۲۸۶، دقت ۱۰۰ گرم) اندازه گیری گردید؛ در هر دو مرحله اندازه گیری، زمان و مکان سنجش یکسان بود. شاخص توده بدنی (*Body Mass Index* (BMI از تقسیم وزن بدن (کیلوگرم) بر مجذور قد (مترمربع) محاسبه شد (۳۷). آزمودنی ها براساس سن و شاخص توده بدنی در ۴ گروه همگن شدند و برای اطمینان، آزمون تحلیل واریانس یک سویه برای مقادیر پیش آزمون: سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی بررسی شد که به لحاظ آماری تفاوت معناداری بین آن ها وجود نداشت. برنامه تمرینی ۲۴ ساعت پس از خون گیری اولیه در مرحله پیش آزمون آغاز شد. برنامه تمرینی به مدت ۶ هفته (۳ جلسه در هفته، روزهای زوج ساعت ۱۸ تا ۲۰) در سالن ورزشی سرپوشیده اجرا گردید. گروه کنترل از انجام هرگونه فعالیت بدنی و مصرف مکمل گیاهی در طی دوره پژوهش منع شدند و گروه مصرف عصاره هیچ فعالیت منظم ورزشی نداشتند و شیوه زندگی غیرفعال داشتند. به آزمودنی ها توصیه شد در طول اجرای پژوهش، فقط از رژیم و برنامه غذایی ارائه شده توسط امور دانشجویی (سلف سرویس) دانشگاه استفاده کنند و از تغییر رژیم غذایی خود بپرهیزند.

پروتکل مصرف مکمل عصاره برگ درخت انبه

عصاره برگ درخت انبه (*Mangifera indica*) در آزمایشگاه مرکزی دانشگاه از پودر آسیاب شده برگ های چیده شده در دی ماه ۱۴۰۲ از درختان موجود در شهرستان سرباز استان سیستان و بلوچستان، پس از تأیید کارشناس گیاه شناسی به روش آبی استخراج و به میزان ۵۰۰ میلی گرم درون کپسول قرار داده شد. از آزمودنی های گروه تمرین+ عصاره و گروه عصاره خواسته شد روزانه ۱۰۰۰ میلی گرم (دو عدد کپسول ۵۰۰ میلی گرمی) عصاره برگ انبه در ۲ نوبت در روز به مدت ۶ هفته همراه با وعده غذایی نهار و شام با یک لیوان آب مصرف کنند (۳۸). گروه دارونما نیز روزانه ۲ کپسول (دارونما) حاوی پودر نشاسته دریافت کردند. به منظور تهیه دارونما، از

و افزایش لیپولیز در بافت های چربی می شود (۳۰). این اینترلوکین در سیستم ایمنی بدن و روند متابولیسم در طول تمرینات بدنی شرکت و به فرایند لیپولیز کمک می کند (۳۱). اینترلوکین ۶ برای افزایش فعالیت پروتئین کیناز فعال شده با AMP (AMPK) در عضله اسکلتی عمل می کند. مسیر AMPK اکسیداسیون اسیدهای چرب را تحریک می کند و جذب گلوکز را توسط سلول های ماهیچه ای اسکلتی افزایش می دهد (۳۲). IL-۶ همچنین در افزایش بیان ناقل گلوکز نوع ۴ (GLUT4) نقش دارد (۳۳). CRP یک پروتئین فاز حاد کبدی، نشانگر التهاب سیستمیک است و با خطر قلبی عروقی مرتبط است. علاوه بر این، سطوح آن با ضعف، عوارض و مرگ و میر هم بستگی دارد (۳۴). پروتئین واکنشی C در افرادی که ورزش متوسط انجام می دهند در مقایسه با افراد غیرفعال، سطوح پایین تری دارد (۳۵). مطالعات مقطعی بزرگ نشان داده اند که افزایش سطح سرمی CRP با افزایش وزن بدن مرتبط است (۳۶). با مرور ادبیات تحقیق، ملاحظه شد که در مورد سایتوکاین ها در بخش مردان غیرفعال، تحقیقات محدودی انجام شده است که با توجه به اهمیت سیستم ایمنی در بدن و نقش آن در ورزش، تحقیقات بیشتری در مردان غیرفعال، ضروری به نظر می رسد. فعالیت ورزشی باعث تحریک و تولید بیشتر اجزای دستگاه ایمنی می شود. اجزای دستگاه ایمنی را لکوسیت ها، سایتوکاین ها و پروتئین ها و پروتئین های مرحله حاد تشکیل می دهند. تولید و ترشح این اجزا هنگام فعالیت ورزشی و پس از آن ها با هم ارتباط دارد. اما علاوه بر تمرین ورزشی، بعضی از مطالعات به اثرات ضد التهابی و ضد اکسایشی برخی از مکمل های غذایی اشاره داشته و اعلام کرده اند که مصرف آن ها ممکن است باعث کاهش دادن شاخص های التهابی و فشار اکسایشی شود. با توجه به تناقضات موجود در پیشینه مطالعات و نبود مطالعه ای که در داخل و خارج از کشور بر پاسخ سطح سرمی اینترلوکین ۶ و پروتئین واکنشی C به دنبال یک دوره تمرین مقاومتی کل بدن با مکمل یاری عصاره برگ درخت انبه بر مردان دارای اضافه وزن و چاق غیرفعال انجام شده باشد، ضرورت انجام پژوهش حاضر حائز اهمیت است تا به توان نتایج قابل توجهی را در زمینه ارتقای عملکرد سیستم ایمنی و سلامت افراد با این مطالعه به دست آورد.

روش کار

پژوهش حاضر به روش نیمه تجربی و از نوع کاربردی است که با طرح پیش آزمون و پس آزمون با هدف بررسی اثر شش هفته تمرین TRX و مصرف خوراکی عصاره برگ درخت انبه بر سطوح سرمی اینترلوکین-۶ و پروتئین واکنشی C دانشجویان پسر دارای اضافه وزن و چاق غیرفعال انجام شد. جامعه آماری پژوهش، ۱۵۰ نفر دانشجوی پسر دارای اضافه وزن و چاق غیرفعال ۲۰ تا ۲۵ ساله دانشگاه سیستان و بلوچستان با شاخص توده بدنی بالا و یا مساوی ۲۵ کیلوگرم بر مترمربع- که در مهرماه سال ۱۴۰۲ درس

استراحت یک‌ساعته در اتاق با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، سرم به طریق سانتریفوژ با سرعت چرخش ۳۵۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه جدا شد و سپس سرم‌های تهیه‌شده با کیت‌های IL-۶ از نوع انسانی از شرکت BOSTER ساخت کشور چین به روش الایزا (دستگاه الیازی DRG) و کیت سنجش پروتئین واکنشی C ساخت شرکت پارس آزمون ایران اندازه‌گیری شدند.

روش‌های آماری

از آمار توصیفی برای به محاسبه میانگین و انحراف‌معیار و از آزمون شاپیرو-ویلک برای بررسی نرمال بودن داده‌ها و از آمار استنباطی تی هم‌بسته برای مقایسه پیش و پس‌آزمون درون‌گروهی و برای مقایسه بین‌گروهی از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه استفاده شد. به‌منظور جلوگیری از اثر احتمالی مقادیر پیش‌آزمون بر پس‌آزمون، ابتدا تفاضل این دو محاسبه و درنهایت آزمون آنوا به کار گرفته شد. آزمون تعقیبی توکی نیز به‌منظور تعیین تفاوت‌های بین‌گروهی در سطح معنی‌داری $P < 0.05$ استفاده شد ($P < 0.05$). اطلاعات به‌دست‌آمده در محیط نرم‌افزار SPSS-۲۵ تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها

در جدول ۱ شاخص‌های توصیفی متغیرهای سن و قد و در جدول ۲ وزن، BMI، CRP و IL-۶ آزمودنی‌ها در چهار گروه پژوهش آمده است.

با توجه جدول ۲، ملاحظه می‌شود میانگین وزن، BMI، CRP و IL-۶ در گروه تمرین + دارونما، گروه تمرین + عصاره و گروه عصاره از مرحله پیش تا پس‌آزمون کاهش یافته، درحالی‌که در گروه کنترل این مقادیر افزایش داشته است. بررسی تفاوت اولیه میانگین متغیرهای وزن، BMI، CRP و IL-۶ در چهار گروه با آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه (آنوا) انجام و نتایج در جدول ۳ ارائه شد.

مطابق جدول ۳، تفاوت میانگین مقادیر اولیه متغیرها در چهار گروه پژوهش در سطح $P \leq 0.05$ معنادار نیست. بنابراین تفاوت اولیه متغیرها در گروه‌ها وجود ندارد. درنتیجه اگر پس از انجام تمرین، تمرین + مصرف عصاره و مصرف عصاره، تفاوتی در مقادیر متغیرها مشاهده شود، ناشی از تأثیر تمرین و یا مصرف عصاره است.

بررسی اثر تمرین TRX و مصرف خوراکی عصاره بر مقادیر وزن، BMI، CRP و IL-۶، میانگین پیش و پس‌آزمون متغیر در ۴ گروه با استفاده از آزمون تی وابسته مقایسه و نتایج در جدول ۴ ارائه شد.

پودر نشاسته که از نظر ظاهر و رنگ شبیه به عصاره برگ انبه بود، به میزان ۵۰۰ میلی‌گرم در کپسول‌های هم‌رنگ و هم‌شکل کپسول‌های حاوی عصاره استفاده شد (۳۹).

پروتکل تمرین TRX

تمرین TRX به مدت شش هفته و با تواتر سه جلسه در هفته و هر جلسه از تمرین، شامل چندین حرکت اجرا شد. بین حرکات یک دقیقه و بین هر دور از تمرین سه دقیقه، استراحت قرار داشت. در هفته اول، شش حرکت انتخاب و به دو دسته سه‌حرکتی تقسیم شدند؛ به‌این‌ترتیب آزمودنی‌ها سه حرکت ۱۰ تکراری را انجام می‌دادند و بین هر حرکت یک دقیقه استراحت می‌کردند. پس از اتمام سه حرکت، سه دقیقه استراحت می‌کردند و سپس به سه حرکت بعدی می‌پرداختند که یک دور از تمرین تکمیل می‌شد. بعد از سه دقیقه استراحت، مراحل بالا تکرار می‌شد و جلسه تمرین به اتمام می‌رسید. در هفته دوم، شش حرکت پشت‌سرهم انجام شد و وقفه سه‌دقیقه‌ای بین هر چهار حرکت حذف گردید و تکرارها همان ۱۰ برای هر حرکت بود. در هفته‌های سوم، یک دور و دو حرکت به تمرین افزوده شد و تکرارها از ۱۰ به ۱۲ افزایش یافتند و با استراحت سه دقیقه بین دورها انجام شد. در هفته چهارم، هشت حرکت پشت‌سرهم انجام شد و وقفه سه‌دقیقه‌ای بین هر چهار حرکت حذف شد و تکرارها همان ۱۲ برای هر حرکت بود. در هفته‌های پنجم و ششم تکرارها و دورها ثابت بود، ولی فشار تمرین از طریق افزایش زاویه بدن و افزایش فاصله از محل پیوند بند TRX به‌اندازه یک‌پا افزایش پیدا کرد. هر دور از تمرینات شامل حرکات برای عضلات سینه‌ای، پشت، پا، سرشانه، بازو و عضلات مرکزی بود (۴۰). ضمناً قبل از اجرای پروتکل، تمامی آزمودنی‌ها از چگونگی انجام پروتکل آگاه بودند و سه جلسه قبل از شروع، جهت یادگیری و آشنایی با انجام حرکات TRX آموزش دیدند.

اندازه‌گیری متغیرهای بیوشیمیایی

از ورید بازویی دست راست آزمودنی‌ها، مقدار ۵ میلی‌لیتر خون در دو مرحله پیش و پس‌آزمون، پس از ۱۰-۱۲ ساعت ناشتایی، خون‌گیری انجام شد. نمونه‌های خونی مستقیماً در لوله‌های ویژه جمع‌آوری شدند و برای جداسازی سرم بعد از

جدول ۱: شاخص‌های توصیفی (سن و قد) آزمودنی‌ها

شاخص‌های توصیفی	گروه‌های پژوهش	میانگین $\pm$ انحراف استاندارد
سن (سال)	تمرین + دارونما	$21/66 \pm 1/43$
	تمرین + عصاره	$21/75 \pm 1/35$
	عصاره برگ انبه	$22/08 \pm 1/24$
	کنترل	$22/00 \pm 1/27$
قد (سانتی‌متر)	تمرین + دارونما	$176/08 \pm 5/40$
	تمرین + عصاره	$175/58 \pm 5/22$
	عصاره برگ انبه	$176/75 \pm 4/95$
	کنترل	$176/08 \pm 5/08$

میانگین $\pm$ انحراف استاندارد

جدول ۲: متغیرهای وزن، BMI، IL-6 و CRP

متغیر	گروه‌های پژوهش	پیش‌آزمون میانگین $\pm$ انحراف استاندارد	پس‌آزمون میانگین $\pm$ انحراف استاندارد
وزن (کیلوگرم)	تمرین + دارونما	۹۱/۰۸ $\pm$ ۵/۷۵	۸۸/۵۰ $\pm$ ۵/۲۵
	تمرین + عصاره برگ انبه	۹۰/۰۸ $\pm$ ۵/۱۷	۸۸/۷۹ $\pm$ ۵/۵۵
	عصاره برگ انبه	۹۱/۹۱ $\pm$ ۵/۵۶	۹۰/۸۳ $\pm$ ۵/۶۰
	کنترل	۹۰/۳۳ $\pm$ ۵/۴۳	۹۰/۷۰ $\pm$ ۵/۵۶
BMI (کیلوگرم بر مترمربع)	تمرین + دارونما	۲۹/۴۲ $\pm$ ۰/۸۷	۲۸/۴۳ $\pm$ ۰/۷۴
	تمرین + عصاره برگ انبه	۲۹/۱۹ $\pm$ ۰/۸۲	۲۸/۸۰ $\pm$ ۰/۷۵
	عصاره برگ انبه	۲۹/۴۴ $\pm$ ۰/۸۷	۲۹/۱۰ $\pm$ ۰/۸۱
	کنترل	۲۹/۱۵ $\pm$ ۰/۷۸	۲۹/۳۷ $\pm$ ۰/۷۸
IL-6 (پیکوگرم در میلی‌لیتر)	تمرین + دارونما	۶/۹۷ $\pm$ ۰/۰۶	۴/۵۲ $\pm$ ۰/۱۵
	تمرین + عصاره برگ انبه	۶/۸۵ $\pm$ ۰/۱۴	۴/۳۲ $\pm$ ۰/۲۱
	عصاره برگ انبه	۶/۸۵ $\pm$ ۰/۱۶	۵/۳۲ $\pm$ ۰/۳۴
	کنترل	۶/۹۵ $\pm$ ۰/۱۰	۶/۹۹ $\pm$ ۰/۰۹
CRP (میلی گرم در لیتر)	تمرین + دارونما	۱/۵۱ $\pm$ ۰/۰۷	۰/۶۴ $\pm$ ۰/۰۴
	تمرین + عصاره برگ انبه	۱/۵۶ $\pm$ ۰/۰۵	۰/۶۴ $\pm$ ۰/۰۴
	عصاره برگ انبه	۱/۵۳ $\pm$ ۰/۰۶	۰/۷۹ $\pm$ ۰/۰۳
	کنترل	۱/۵۴ $\pm$ ۰/۰۵	۱/۵۵ $\pm$ ۰/۰۵

میانگین $\pm$ انحراف استاندارد

جدول ۳: بررسی تفاوت اولیه (پیش‌آزمون) آزمودنی‌ها در چهار گروه با آزمون آنوا

متغیر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F آمار	مقدار p
وزن (کیلوگرم)	۱۵/۷۰۳	۳	۵/۴۵۳	۰/۳۲۴	۰/۷۲۴
	۷۵۲/۰۶۱	۴۳	۱۶/۴۲۰		
	۷۶۹/۰۶۹	۴۵			
BMI (کیلوگرم بر مترمربع)	۱۳/۳۲۲	۳	۴/۴۴۱	۰/۲۱۵	۰/۱۳۵
	۸۷/۵۹۱	۴۴	۲/۲۱۸		
	۱۱۴/۶۵۱	۴۶			
IL-6 (پیکوگرم در میلی‌لیتر)	۰/۱۵۲	۴	۰/۱۱۲	۰/۱۱۰	۰/۳۵۴
	۲۲/۵۲۴	۲۸	۱/۰۱۲		
	۲۱/۱۴۷	۳۷			
CRP (میلی گرم در لیتر)	۰/۶۵۲	۳	۰/۱۲۴	۰/۱۲۵	۰/۴۳۵
	۲۷/۲۱۴	۳۷	۱/۱۳۲		
	۳۱/۴۷۸	۴۲			

* اختلاف در سطح معناداری بیشتر از ۰/۰۵ است ($P > ۰/۰۵$).

جدول ۴: بررسی تفاوت وزن، BMI، IL-6 و CRP پیش و پس‌آزمون در چهار گروه با آزمون تی وابسته

اختلافات جفت نمونه									
متغیر	گروه	میانگین	انحراف استاندارد	میانگین خطای استاندارد	بازه اطمینان ۹۵٪ برای اختلاف		آماره t	درجه آزادی	مقدار P
					بازه بالا	بازه پایین			
وزن (کیلوگرم)	تمرین + دارونما	۵/۷۳	۱/۲۰	۰/۲۹	۶/۱۳	۹/۳۳	۷/۸۴	۱۲	۰/۰۰۱
	تمرین + عصاره	۷/۵۰	۱/۰۶	۰/۶۸	۷/۱۹	۱۱/۰۰	۱۱/۶۹	۱۲	۰/۰۰۱
	عصاره برگ انبه	۱/۰۸	۰/۱۸	۰/۵۱	-۰/۲۲	۱/۷۴	۱/۳۷	۱۲	۰/۱۲۰
	کنترل	-۰/۳۷	۰/۲۶	۰/۲۸	-۱/۱۰	-۰/۱۲	-۱/۷۵	۱۲	۰/۱۳۸
BMI (کیلوگرم بر مترمربع)	تمرین + دارونما	۱/۹۹	۰/۳۴	۰/۲۱	۱/۸۹	۳/۲۸	۷/۴۵	۱۲	۰/۰۰۱
	تمرین + عصاره	۲/۳۹	۰/۱۷	۰/۳۲	۲/۵۴	۳/۶۵	۱۱/۵۲	۱۲	۰/۰۰۱
	عصاره برگ انبه	۰/۳۴	۰/۰۶	۰/۰۸	-۰/۱۰	-۰/۵۲	۱/۵۵	۱۲	۰/۱۲۷
	کنترل	-۰/۱۲	-۰/۵۱	۰/۱۴	-۰/۳۰	-۰/۰۳	-۱/۵۳	۱۲	۰/۱۱۰
IL-6 (پیکوگرم در میلی لیتر)	تمرین + دارونما	۲/۴۵	-۰/۰۹	۰/۰۹	۱/۰۳	۲/۰۴	۱/۴۱	۱۲	۰/۰۰۱
	تمرین + عصاره برگ	۲/۵۳	-۰/۰۷	۰/۰۸	۱/۰۴	۲/۱۰	۴/۳۲	۱۲	۰/۰۰۱
	عصاره برگ انبه	۱/۵۳	-۰/۱۸	۰/۰۷	۰/۰۷	۱/۰۱	۱/۲۴	۱۲	۰/۰۰۱
	کنترل	-۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۸	-۰/۰۴	-۰/۱۰	۱/۰۳	۱۲	۰/۱۴۲
CRP (میلی گرم در لیتر)	تمرین + دارونما	۰/۸۷	۰/۰۳	۰/۱۴	۰/۰۹	۱/۱۴	۱/۱۲	۱۲	۰/۰۰۱
	تمرین + عصاره برگ	۰/۹۲	۰/۰۱	۰/۱۰	۰/۲۷	۱/۲۶	۴/۱۴	۱۲	۰/۰۰۱
	عصاره برگ انبه	۰/۷۴	۰/۰۳	۰/۰۹	۰/۱۵	۰/۹۷	۱/۱۷	۱۲	۰/۰۰۱
	کنترل	-۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۱۱	-۰/۱۲	-۰/۵۴	۱/۰۶	۱۲	۰/۱۳۵

* اختلاف در سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ است ($P < ۰/۰۵$).

یک‌راهه برای متغیرهای وزن، BMI، IL-۱۲ و CRP کمتر از ۰/۰۵ بوده است. بنابراین پاسخ مقادیر وزن، BMI، IL-۱۲ و CRP در بین گروه‌های پژوهش تفاوت معناداری دارد. برای مقایسه زوجی گروه‌ها از آزمون تعقیبی LSD استفاده شد که نتایج در جدول ۶ آمده است.

نتایج جدول ۶ نشان می‌دهد مقادیر وزن و BMI در گروه تمرین+ دارونما نسبت به گروه عصاره برگ انبه و کنترل کاهش معناداری داشت، اما این مقادیر با گروه تمرین+ عصاره تفاوت معناداری نشان نداد. همچنین، بین گروه تمرین+ عصاره در مقایسه با گروه عصاره و گروه کنترل کاهش معناداری وجود داشت، اما در مقایسه با گروه تمرین+ دارونما تغییرات معناداری نداشت و این بدین معناست که تغییرات در گروه‌های تمرین+ دارونما و تمرین+ عصاره تأثیر بسزایی در کاهش وزن و BMI نسبت به گروه عصاره و کنترل دارد. همچنین مطابق نتایج بالا، در مقادیر IL-۶ و CRP در گروه تمرین+ دارونما نسبت به گروه‌های تمرین+ عصاره برگ انبه، عصاره برگ انبه و کنترل تفاوت معناداری مشاهده شد و گروه تمرین+ عصاره برگ انبه در مقایسه با گروه عصاره برگ انبه و کنترل کاهش معناداری داشتند و همچنین بین گروه عصاره برگ انبه و گروه کنترل نیز کاهش معنادار بود؛ این بدین معناست که تغییرات در گروه تمرین+ دارونما، گروه تمرین+ عصاره برگ انبه و گروه عصاره برگ انبه تأثیر بسزایی در کاهش مقادیر سرمی IL-۶ و CRP در مقایسه با گروه کنترل دارد.

مطابق جدول ۴، مقدار P برای متغیرهای وزن و BMI در گروه‌های تمرین+ دارونما و تمرین+ عصاره کمتر از ۰/۰۵ شده است و بنابراین تفاوت معناداری در گروه‌های تمرین+ دارونما و تمرین+ عصاره در این متغیرها مشاهده می‌شود. اما مقادیر وزن و BMI در گروه عصاره برگ انبه و کنترل از لحاظ آماری کاهش معناداری نشان نداد. مقدار آزمون تی وابسته برای متغیر IL-۶ و CRP در گروه تمرین+ دارونما، تمرین+ عصاره و عصاره کمتر از ۰/۰۵ شده است. بنابراین اثر تمرین TRX، تمرین TRX به همراه مصرف عصاره و مصرف عصاره بر مقدار IL-۶ و CRP پس از انجام تمرین و مصرف شش هفته، کاهش معناداری داشته است. مقدار p برای IL-۶ و CRP در گروه کنترل بیشتر از ۰/۰۵ شده است. بنابراین تفاوت معناداری در گروه کنترل مشاهده نشد.

برای بررسی تغییرات وزن، BMI، CRP، IL-۶ در چهار گروه تمرین+ دارونما، تمرین+ عصاره، عصاره و کنترل مقادیر متغیر با روش Gain Scoer، اختلاف پیش و پس‌آزمون در هر چهار گروه محاسبه و با استفاده از تحلیل واریانس یک‌راهه آزمون شدند. همچنین، آزمون لون برای همگنی واریانس‌ها به کار رفت و نتایج نشان داد فرض برابری واریانس رعایت شده است. نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه در جدول ۵ ارائه شد.

مطابق نتایج جدول ۵، مقدار P نتایج آزمون تحلیل واریانس

جدول ۵. بررسی تفاوت تغییرات وزن، BMI، IL-6 و CRP در چهار گروه با آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه

متغیر	تفاوت	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F آمار	مقدار P
وزن (کیلوگرم)	بین گروهی	۷۷۷/۶۴۹	۳	۲۵۹/۲۱۶	۴۹/۸۴۹	*۰/۰۰۱
	درون گروهی	۲۲۸/۸۰۱	۴۴	۵/۲۰۰		
	کل	۱۰۰۶/۴۵۰	۴۷			
BMI (کیلوگرم بر مترمربع)	بین گروهی	۱۰۷/۶۳۳	۳	۳۵/۸۷۸	۵۲/۷۴۸	*۰/۰۰۱
	درون گروهی	۲۹/۹۲۷	۴۴	۰/۶۸۰		
	کل	۱۳۷/۵۶۰	۴۷			
IL-6 (پیکوگرم در میلی لیتر)	بین گروهی	۱۲/۱۴۷	۳	۱۰/۱۴۵	۱۰/۷۸۹	*۰/۰۰۱
	درون گروهی	۱۱/۱۲۴	۱۴	۰/۱۶۸		
	کل	۲۴/۱۴۵	۲۴			
CRP (میلی گرم در لیتر)	بین گروهی	۲۲/۱۵۷	۳	۱۱/۲۵۴	۱۴/۷۵۸۷	*۰/۰۰۱
	درون گروهی	۱۴/۲۱۴	۳۵	۰/۱۹۷		
	کل	۲۶/۱۸۷	۳۷			

* اختلاف در سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ است ($P < 0.05$).

جدول ۶. آزمون LSD متغیرهای وزن، BMI، IL-6 و CRP برای مقایسه زوجی گروه‌ها

متغیر	گروه	اختلاف میانگین	خطای استاندارد	P
وزن (کیلوگرم)	تمرین+عصاره	-۱/۰۴	۰/۸۱	۰/۱۱۲
	تمرین	۳/۷۱	۰/۸۱	*۰/۰۱۱
	کنترل	۷/۱۱	۰/۸۱	*۰/۰۰۱
	تمرین+عصاره	۵/۵۹	۰/۸۱	*۰/۰۰۱
	عصاره برگ انبه	۷/۱۶	۰/۸۱	*۰/۰۰۱
BMI (کیلوگرم بر مترمربع)	تمرین+عصاره	۱/۱۷	۰/۸۱	۰/۱۴۸
	تمرین	-۰/۳۳	۰/۲۱	۰/۰۸۷
	عصاره برگ انبه	۱/۳۴	۰/۳۱	*۰/۰۰۱
	کنترل	۳/۰۷	۰/۳۱	*۰/۰۰۱
	تمرین+عصاره برگ انبه	۲/۰۹	۰/۲۱	*۰/۰۰۱

۰/۰۰۱*	۰/۲۱	۲/۴۷	کنترل	عصاره برگ انبه	IL-6 (پیکوگرم در میلی لیتر)
۰/۱۰۲	۰/۲۱	۰/۵۲	کنترل		
۰/۰۰۱*	۰/۱۱	-۰/۱۲	تمرین + عصاره برگ انبه	تمرین + دارونما	
۰/۰۱۰*	۰/۱۱	۱/۰۲	عصاره برگ انبه		
۰/۰۰۱*	۰/۱۱	۱/۰۹	کنترل	تمرین + عصاره برگ انبه	
۰/۰۰۱*	۰/۱۱	۱/۰۴	عصاره برگ انبه		
۰/۰۰۲*	۰/۱۱	۱/۰۸	کنترل	عصاره برگ انبه	
۰/۰۰۱*	۰/۱۱	۰/۳۷	کنترل		
۰/۰۰۱*	۰/۲۲	-۰/۲۷	تمرین + عصاره برگ انبه	تمرین + دارونما	CRP (میلی گرم در لیتر)
۰/۰۰۱*	۰/۲۳	۱/۰۳	عصاره برگ انبه		
۰/۰۰۱*	۰/۲۵	۱/۰۷	کنترل	تمرین + عصاره برگ انبه	
۰/۰۰۱*	۰/۲۲	۱/۱۳	عصاره برگ انبه		
۰/۰۰۱*	۰/۲۴	۱/۲۱	کنترل	عصاره برگ انبه	
۰/۰۰۳*	۰/۲۴	۰/۲۵	کنترل		

* اختلاف در سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ است ($P < 0.05$).

بحث

هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر تعاملی شش هفته مصرف خوراکی عصاره برگ درخت انبه و تمرین TRX بر سطوح سرمی اینترلوکین ۶- و پروتئین واکنشی C دانشجویان پسر دارای اضافه وزن و چاق غیرفعال بود. نتایج این پژوهش، شش هفته تمرین TRX، تمرین TRX با مصرف عصاره برگ انبه و مصرف عصاره برگ انبه بدون تمرین در مقایسه با مقادیر قبل در دانشجویان پسر چاق و دارای اضافه وزن غیرفعال کاهش معنادار اینترلوکین-۶ و پروتئین واکنشی C را نشان داد. نتایج پژوهش حاضر همسو با مطالعه‌ی شری زاده و همکاران ۲۰۲۴ در بررسی تأثیر تمرین مقاومتی کل بدن بر شاخص‌های متابولیک جدید مرتبط با چاقی بود که گزارش دادند تمرین TRX یک پروتکل تمرینی مؤثر برای کنترل ترکیب بدن و پروفایل لیپیدی در افراد دارای اضافه وزن و چاق است (۴۱). صاحبی و همکاران ۱۴۰۱ به بررسی اثر ترکیبات فیتوشیمیایی بر شاخص‌های التهاب ناشی از فعالیت بدنی پرداختند. نتایج مطالعه اثرگذاری مواد فیتوشیمیایی بر کاهش التهاب را تأیید می‌کنند و براین اساس توصیه می‌شود افرادی که به انجام تمرینات جسمانی شدید و طولانی مبادرت می‌ورزند، جهت حفظ و بهبود عملکرد جسمانی و توسعه سلامتی از مواد فیتوشیمیایی موجود در گیاهان استفاده کنند (۴۲). علی‌مرادی و همکاران ۲۰۲۲ به بررسی تأثیر هشت هفته تمرین TRX بر ترکیب بدن و شاخص‌های نیم‌رخ لیپیدی در جوانان دارای اضافه وزن پرداختند. نتایج این مطالعه حاکی از آن است که هشت هفته تمرینات TRX در بهبود شاخص‌های ترکیب بدن و پروفایل لیپیدی جوانان دارای اضافه وزن مؤثر است (۴۳). جلالی و همکاران ۲۰۲۱ به بررسی تأثیر استفاده از عصاره چای سبز در کاهش مارکرهای التهابی ناشی از تمرینات مقاومتی پرداختند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که استفاده از عصاره چای سبز همراه با تمرینات مقاومتی شدید در ورزشکاران می‌تواند باعث کاهش تولید برخی سایتوکین‌ها و در نتیجه کاهش آسیب‌های التهابی شود (۴۴). صمدپور ماسوله و همکاران ۲۰۲۱ به بررسی اثرات تمرینات TRX همراه با مکمل تائورین بر ترکیب بدن و چربی در افراد با دیابت نوع دو پرداختند و بیان داشتند که تمرین TRX چربی را

بهبود بخشید، درحالی‌که مکمل تائورین به‌تنهایی سبب کاهش چربی خون نشد. تمرین TRX + مکمل تائورین ممکن است یک درمان کمکی مؤثر در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ باشد (۴۵). دولتی و همکاران ۲۰۱۷ به بررسی تأثیر یک دوره تمرین TRX بر نیم‌رخ لیپیدی و ترکیب بدن افراد دارای اضافه وزن پرداختند و بیان داشتند که یک دوره TRX بطور قابل توجهی بر شاخص‌های عملکرد و ترکیب بدن تأثیر می‌گذارد (۴۶). تان (Tan) و همکاران ۲۰۲۳ در یک مطالعه مروری به بررسی تأثیر ورزش بر فاکتورهای التهابی پرداختند. نتایج این بررسی بیان داشت که ورزش می‌تواند به‌طور قابل توجهی سطح پروتئین واکنشی C و اینترلوکین-۶ را کاهش دهد (۴۷). اوه (Oh) و لی (Lee) ۲۰۲۳ به بررسی تأثیر شدت‌های مختلف ورزش هوازی همراه با ورزش مقاومتی بر چربی بدن، نیم‌رخ لیپیدی و آدیپوکین‌ها در افراد میانسال چاق پرداختند و در نهایت بیان داشتند که برای پیشگیری و درمان چاقی در زنان میانسال، ورزش ترکیبی (هوازی و مقاومتی) مؤثر تلقی می‌شود. علاوه بر این، ورزش هوازی با شدت متوسط در طول تمرین ترکیبی می‌تواند مؤثرتر از تمرین شدید باشد (۴۸). ماکیل (Makiel) و همکاران ۲۰۲۳ به مطالعه تأثیر مداخلات ورزشی بر غلظت اینترلوکین-۶ در مبتلایان به سندرم متابولیک پرداختند. تمرین مقاومتی هوازی به کاهش بیشتر غلظت IL-6 و تغییرات مطلوب‌تری در ترکیب بدن نسبت به استفاده از تمرین هوازی به‌تنهایی در مبتلایان به سندرم متابولیک منجر شده است (۲۹). دینگ (Ding) و او (Xu) ۲۰۲۲ به بررسی اثر ضدالتهابی تمرین ورزشی از طریق کاهش سطوح سیتوکین‌های التهابی مرتبط با فعال‌سازی التهاب در جمعیت‌های دارای اضافه وزن و چاق پرداختند و نتایج آن‌ها نشان داد که تمرین ورزشی می‌تواند سطوح سیتوکین‌های التهابی را در جمعیت‌های دارای اضافه وزن و چاق کاهش دهد (۴۹). لوپز (Lopez) و همکاران ۲۰۲۲ به بررسی تعدیل‌کنندگان تأثیرات تمرین مقاومتی در بزرگسالان دارای اضافه وزن و چاق پرداختند و در نهایت بیان داشتند که برنامه‌های مبتنی بر مقاومت، ترکیب بدن را بدون توجه به دُز ورزش مقاومتی یا جزء هوازی تجویز شده، در بزرگسالان دارای اضافه وزن یا چاق بهبود می‌بخشد (۵۰). وانگ (Wang) و همکاران ۲۰۲۲ به بررسی اثرات ورزش هوازی بر عوامل التهابی در بزرگسالان سالم پرداختند. برآوردهای تلفیقی نشان داد که سطوح IL-6 و CRP به‌طور قابل توجهی تحت تأثیر ورزش

دلیلی بر کاهش بیشتر CRP در گروه تمرین همراه مکمل بوده باشد؛ چراکه میزان CRP با شاخص توده بدنی رابطه مستقیم دارد (۵۷).

نتیجه‌گیری

براساس نتایج این مطالعه، تمرین TRX، مصرف عصاره برگ انبه و همچنین تمرین به همراه مصرف عصاره برگ انبه نشان از کاهش معنادار سطوح سرمی اینترلوکین-۶ و پروتئین واکنشی C دارد. به عبارتی، می‌توان گفت مصرف روزانه ۲ عدد کپسول عصاره برگ درخت انبه به مدت شش هفته ممکن است سطوح سرمی اینترلوکین-۶ و پروتئین واکنشی C را کاهش دهد و به نظر می‌رسد تمرین TRX به همراه مصرف عصاره برگ درخت انبه به واسطه کاهش عوامل التهابی می‌تواند در کاهش وضعیت التهابی دانشجویان پسر دارای اضافه‌وزن و چاق غیرفعال و همچنین ترکیب بدنی مؤثر باشد. پیشنهاد می‌شود مداخله تمرین TRX و عصاره برگ انبه به‌عنوان یک روش درمانی جهت کاهش التهاب مزمن در چاقی موردتوجه قرار گیرد. همچنین پیشنهاد می‌شود در مراکز تندرستی و کنترل وزن دانشگاه‌ها، مزیت استفاده از تمرین TRX به همراه مصرف عصاره برگ درخت انبه گزارش داده شود. اگرچه مطالعات بیشتری برای مشخص شدن سازوکارهای فعالیت‌های ورزشی و مصرف مکمل‌های دارویی و گیاهی بر روی سایتوکاین اینترلوکین-۶ و پروتئین واکنشی C لازم است.

تشکر و قدردانی

از تمامی دانشجویان عزیزی که داوطلبانه و با رضایت شخصی در اجرای این تحقیق همکاری صمیمانه داشتند، تشکر و قدردانی می‌شود.

ملاحظات اخلاقی

قبل از انجام پژوهش، کد اخلاق به شماره ۱۴۰۱.۱۸۶۷ IR.SSRI.REG. از کمیته اخلاق پژوهشگاه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی وزارت علوم اخذ شد. پس از آگاهی کامل آزمودنی‌ها از نحوه اجرای پژوهش، آن‌ها رضایت‌نامه کتبی را امضا کردند. نتایج آزمایش‌ها به اطلاع هریک از آزمودنی‌ها رسید و داده‌ها نزد پژوهشگر محفوظ ماند.

تعارض منافع

نویسندگان این مطالعه تصریح می‌کنند که هیچ‌گونه تضاد منافع و منابعی در این مطالعه وجود ندارد.

مشارکت نویسندگان

تمامی نویسندگان در طراحی، اجرا و نگارش همه بخش‌های این تحقیق نقش یکسان داشته‌اند.

هوازی قرار نگرفتند. ورزش هوازی با پیشگیری از بیماری‌های مرتبط با التهاب، تأثیر مثبتی دارد (۵۱). ریبرو (Ribeiro) و همکاران ۲۰۲۱ به بررسی فواید تمرین مقاومتی در نوجوانان چاق پرداختند. بررسی مقالات مختلف نشان داد که پس از برنامه، نوجوانان قدرت عضلانی، آمادگی قلبی تنفسی، BMI، دور کمر و چربی بدن خود را بهبود بخشیدند (۵۲). تانزامی (Thanzami) و همکاران ۲۰۲۰ به بررسی غربالگری فیتوشیمیایی، فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی عصاره اتیل‌استات *Combretum punctatum* پرداختند و نتایج آن‌ها نشان داد که عصاره اتیل‌استات فعالیت‌های ضدالتهابی و آنتی‌اکسیدانی قابل‌توجهی را نشان می‌دهد (۵۳). لسمانا (Lesmana) و همکاران ۲۰۲۰ به بررسی تأثیر تمرینات آبی بر سطح پلازما اینترلوکین ۱۲ (IL-12) و ارتباط آن با چاقی پرداختند و مشاهده کردند که سطح IL-12 - سرم توسط سطوح مختلف BMI تغییر می‌کند و با عوامل دیگری مانند سطح لیپوپروتئین با چگالی کم، سطح کلسترول و نسبت دور کمر ارتباط دارد. جالب‌توجه است که ۱۲ هفته تمرینات آکواروبیک می‌تواند سطح IL-12 را به میزان قابل‌توجهی کاهش دهد (۵۴). اخیراً نشان داده شده است که کاهش چربی احشایی ناشی از ورزش در افراد چاق با مسدود کردن گیرنده ۶ - IL با داروی توسیلیزوماب (Tocilizumab) مهار می‌شود که نشان می‌دهد این فرایند وابسته به سیگنالینگ ۶-IL است. این اثرات ضدالتهابی و متابولیکی ۶-IL ممکن است مکانیسمی را برای کمک به توضیح اثرات مفید ورزش در سلامتی و اینکه چرا ورزش حساسیت به شرایط التهابی را کاهش می‌دهد یا علائم آن را بهبود می‌بخشد، ارائه دهد (۵۵). نتایج این پژوهش مغایر با یافته‌های پژوهش‌های ترتیبی (۱۳۹۴) و فرجی و همکاران ۱۴۰۱ (۵۶) بود. مهم‌ترین دلایل ناهمسو بودن پژوهش حاضر با پژوهش‌های ذکرشده را شاید بتوان ناکافی بودن شدت و مدت‌زمان فعالیت ورزشی، استفاده از آزمودنی‌های بیمار و تفاوت جنسی، سطح آزمودنی‌ها و همچنین تفاوت در نوع مداخله (پاسخ در برابر سازگاری) دانست. به نظر می‌رسد پاسخ التهابی در سلول‌های چربی شروع می‌شود. از سازوکارهای فعال شدن مسیرهای التهابی با افزایش توده چربی، افزایش گیرنده استرس و سازوکار استرس اکسیداتی و در افراد چاق است. از آنجاکه از نظر ترکیب بدن، شرکت‌کنندگان این پژوهش دارای شاخص توده بدنی بالا بودند، شاید بتوان کاهش این متغیر را ناشی از این امر در این شرکت‌کنندگان دانست. در ادامه بررسی نتایج مربوط به عامل CRP در گروه‌ها نشان داد CRP در گروه تمرین همراه مکمل کاهش بیشتری نسبت به گروه تمرین همراه دارونما داشته است که این امر به دلیل اختلاف در BMI آزمودنی‌ها بود؛ میانگین میزان BMI و وزن آزمودنی‌ها در گروه تمرین همراه مکمل بیشتر و قد نیز کمتر از آزمودنی‌های گروه تمرین همراه دارونما بوده است. بنابراین اختلاف در میانگین BMI در دو گروه ممکن است

References

1. Ibrahim S, Akram Z, Noreen A, Baig MT, Sheikh S, Huma A, et al. Overweight and obesity prevalence and predictors in people living in Karachi. *J Pharm Res Int*. 2021;33:194-202. doi:10.9734/ijpri/2021/v33i31B31708
2. Safaei M, Sundararajan EA, Driss M, Boulila W, Shapi'i A. A systematic literature review on obesity: understanding the

- causes & consequences of obesity and reviewing various machine learning approaches used to predict obesity. *Comput Biol Med*. 2021;**136**:104754. doi: 10.1016/j.combiomed.2021.104754 pmid:34426171
3. Young N, Atan IK, Rojas RG, Dietz HP. Obesity: how much does it matter for female pelvic organ prolapse? *Int Urogynecol J*. 2018;**29**(8):1129-34. doi: 10.1007/s00192-017-3455-8 pmid: 28914337
 4. Langeveld M, DeVries JH. The long-term effect of energy restricted diets for treating obesity. *Obesity*. 2015;**23**(8):1529-1538. doi: 10.1002/oby.21146 pmid: 26179364
 5. Mouliou DS. C-reactive protein: pathophysiology, diagnosis, false test results and a novel diagnostic algorithm for clinicians. *Diseases*. 2023;**11**(4):132. doi: 10.3390/diseases11040132 pmid: 37873776
 6. Nammi S, Koka S, Chinnala KM, Boini KM. Obesity: an overview on its current perspectives and treatment options. *Nutr J*. 2004;**3**(1):3-9. doi: 10.1186/1475-2891-3-3 pmid: 15084221
 7. Buchheit M, Laursen PB, Kuhnle J, Ruch D, Renaud C, Ahmaidi S. Game-based training in young elite handball Players. *Int J Sports Med*. 2009;**30**(4):251-258. doi: 10.1055/s-0028-1105943 pmid: 19199207
 8. Behm D, Colado JC. The effectiveness of resistance training using unstable surfaces and devices for rehabilitation. *Int J Sports Phys Ther*. 2012;**7**(2):226-241. pmid: 22530196
 9. Bhatt DL, Steg PG, Ohman EM, Hirsch AT, Ikeda Y, Mas JL, et al. International prevalence, recognition, and treatment of cardiovascular risk factors in outpatients with atherothrombosis. *JAMA*. 2006;**295**(2):180-189. doi: 10.1001/jama.295.2.180 pmid: 16403930
 10. Mohammadoost O, Shabkhiz F, Akbarnejad Ghrho A. Interactive Effect of TRX Training and Oral Consumption of Mango Tree Leaf Extract on Serum Levels of Interleukin-1 Beta and Anterometric Indices of Inactive Male Students. *Complementary Medicine Journal*. 2024;**14**(3):1-12. doi: 10.32592/cmja.14.3.1
 11. Pastucha D, Filipcikova R, Bezdicikova M, Blazkova Z, Oborna I, Brezinova J, et al. Clinical anatomy aspects of functional 3D training-case study. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub*. 2012;**156**(1):63-69. doi:10.5507/bp.2012.016 pmid: 22580863
 12. Aversa R, Petrescu RV, Apicella A, Petrescu FI. One can slow down the aging through antioxidants. *Am J Eng Appl Sci*. 2016;**9**(2):14-28. doi:10.3844/ajeassp.2016.1112.1126
 13. 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*. 2021;**10**(2):299-310. doi: 10.3390/antiox10020299 pmid: 33669341
 14. Zhu L, Hu W, Murtaza A, Iqbal A, Li J, Zhang J, et al. Eugenol treatment delays the flesh browning of fresh-cut water chestnut (*Eleocharis tuberosa*) through regulating the metabolisms of phenolics and reactive oxygen species. *Food Chem X*. 2022;**14**:100307. doi: 10.1016/j.fochx.2022.100307 pmid: 35492256
 15. Noratto GD, Bertoldi MC, Krensek K, Talcott ST, Stringheta PC, Mertens-Talcott SU. Anticarcinogenic effects of polyphenolics from mango (*Mangifera indica*) varieties. *J Agric Food Chem*. 2010;**58**(7):4104-4112. doi:10.1021/jf903161g pmid: 20205391
 16. Pardo-Andreu GL, Paim BA, Castilho RF, Velho JA, Delgado R, Vercesi AE, et al. *Mangifera indica* L. extract (Vimang®) and its main polyphenol mangiferin prevent mitochondrial oxidative stress in atherosclerosis-prone hypercholesterolemic mouse. *Pharmacol Res*. 2008;**57**(5):332-338. doi: 10.1016/j.phrs.2008.03.005 pmid: 18450471
 17. Mwaurah PW, Kumar S, Kumar N, Panghal A, Atkan AK, Singh VK, et al. Physicochemical characteristics, bioactive compounds and industrial applications of mango kernel and its products: a review. *Compr Rev Food Sci Food Saf*. 2020;**19**(5):2421-2446. doi: 10.1111/1541-4337.12598 pmid: 33336987
 18. Sferrazzo G, Palmeri R, Restuccia C, Parafati L, Siracusa L, Spampinato M, et al. *Mangifera indica* L. leaves as a potential food source of phenolic compounds with biological activity. *Antioxidants*. 2022;**11**(7):1313. doi: 10.3390/antiox11071313 pmid: 35883804
 19. Haqiqi A, Ravasi A, Gaini A, Aminian Razavi T, Hamed N, Nia MR. The effect of resistance training on cytokines associated with inflammation and insulin resistance in obese men. *Olympic Magazine*. 2007;**14**(2):19-29. Link
 20. Lum PT, Sekar M, Gan SH, Jeyabalan S, Bonam SR, Rani NNIM, et al. Therapeutic potential of mangiferin against kidney disorders and its mechanism of action: a review. *Saudi J Biol Sci*. 2022;**29**(3):1530-1542. doi: 10.1016/j.sjbs.2021.11.016 pmid: 35280538
 21. Chen F, Wang N, Tian X, Su J, Qin Y, He R, et al. The protective effect of mangiferin on formaldehyde-induced HT22 cell damage and cognitive impairment. *Pharmaceutics*. 2023;**15**(6):1568. doi: 10.3390/pharmaceutics15061568 pmid: 37376018
 22. Peake J, Wilson G, Hordern M, Suzuki K, Yamaya K, Nosaka K, et al. Changes in neutrophil surface receptor expression, degranulation, and respiratory burst activity after moderate- and high-intensity exercise. *J Appl Physiol*. 2004;**97**(2):612-618. doi: 10.1152/japplphysiol.01331.2003 pmid: 15075305
 23. Mooren FC, Blomling D, Lechtermann A, Lerch MM, Volker K. Lymphocyte apoptosis after exhaustive and moderate exercise. *J Appl Physiol*. 2002;**93**(1):147-153. doi: 10.1152/japplphysiol.01262.2001 pmid: 12070198
 24. Gielen S, Adams V, Möbius-Winkler S, Linke A, Erbs S, Yu J, et al. Anti-inflammatory effects of exercise training in the skeletal muscle of patients with chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol*. 2003;**42**(5):861-868. doi: 10.1016/s0735-1097(03)00848-9 pmid: 12957433
 25. Adamopoulos S, Parissis J, Kroupis C, Georgiadis M, Karatzas D, Karavolias G, et al. Physical training reduces peripheral markers of inflammation in patients with chronic heart failure. *Eur Heart J*. 2001;**22**(9):791-797. doi: 10.1053/euhj.2000.2285 pmid: 11350112
 26. Nicklas BJ, Ambrosius W, Messier SP, Miller GD, Penninx BW, Loeser RF, et al. Diet-induced weight loss, exercise, and chronic inflammation in older, obese adults: a randomized controlled clinical trial. *Am J Clin Nutr*. 2004;**79**(4):544-551. doi: 10.1093/ajcn/79.4.544 pmid: 15051595
 27. Bruunsgaard H, Bjerregaard E, Schroll M, Pedersen BK. Muscle strength after resistance training is inversely correlated with baseline levels of soluble tumor necrosis factor receptors in the oldest old. *J Am Geriatr Soc*. 2004;**52**(2):237-241. doi: 10.1111/j.1532-5415.2004.52061.x pmid:14728633
 28. Pedersen BK, Steensberg A, Schjerling P. Muscle-derived interleukin-6: possible biological effects. *J Physiol*. 2001;**536**(2):329-337. doi: 10.1111/j.1469-7793.2001.0329c.xd pmid:11600669
 29. Makiel K, Suder A, Targosz A, Maciejczyk M, Haim A. Effect of exercise interventions on irisin and interleukin-6 concentrations and indicators of carbohydrate metabolism in males with metabolic syndrome. *J Clin Med*. 2023;**12**(1):369. doi: 10.3390/jcm12010369 pmid: 36615169
 30. Pedersen BK, Fischer CP. Physiological roles of muscle-derived interleukin-6 in response to exercise. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2007;**10**(3):265-271. doi: 10.1097/MCO.0b013e3280ebb5b3 pmid: 17414493
 31. Rhibi F, Zouhal H, Lira FS, Ouerghi N, Prioux J, Besbes S, et al. Inflammatory cytokines and metabolic responses to high-intensity intermittent training: effect of the exercise intensity. *Biol Sport*. 2022;**39**(2):263-272. doi: 10.5114/biolsport.2022.104914 pmid: 35309531
 32. Jørgensen SB, Richter EA, Wojtaszewski JF. Role of AMPK in skeletal muscle metabolic regulation and adaptation in relation to exercise. *J Physiol*. 2006;**574**(1):17-31. doi: 10.1113/jphysiol.2006.109942 pmid:16690705
 33. Docherty S, Harley R, McAuley JJ, Crowe LA, Pedret C, Kirwan PD, et al. The effect of exercise on cytokines: implications for musculoskeletal health: a narrative review. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. 2022;**14**:5. doi: 10.1186/s13102-022-00397-2 pmid: 34991697
 34. Allen J, Sun Y, Woods JA. Exercise and the regulation of inflammatory responses. *Prog Mol Biol Transl Sci*. 2015;**135**:337-354. doi: 10.1016/bs.pmbts.2015.07.003 pmid: 26477921
 35. Fedewa MV, Hathaway ED, Ward-Ritacco CL. Effect of exercise training on C reactive protein: a systematic review and meta-analysis of randomised and non-randomised controlled trials. *Br J Sports Med*. 2017;**51**(8):670-676. doi: 10.1136/bjsports-2016-095999 pmid: 27445361
 36. Taube A, Schlich R, Sell H, Eckardt K, Eckel J. Inflammation and metabolic dysfunction: links to cardiovascular diseases. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2012;**302**(11):H2148-H2165. doi: 10.1152/ajpheart.00907.2011 pmid:22447947
 37. Baravati S, Mogharnasi M, Badiakhar H, Rahimi E. Response and compatibility of plasma levels of nesfatin-1, glucose and insulin resistance index to circuit resistance training in obese disabled men. *Institute of Integrative Omics Appl Biotechnol J*. 2016;**7**(8):74-81. Link
 38. Riche DM, Riche KD, East HE, Barrett EK, May WL. Impact of mulberry leaf extract on type2 diabetes (Mul-DM): a randomized, placebo-controlled pilot study. *Complement Theran*

- Med.* 2017;**32**(3):105-108. doi: 10.1016/j.ctim.2017.04.006 pmid: 28619294
39. Aliniya N, Elmieh A, Fadaei Chafy MR. Interaction effect of combined exercise and supplementation with portulaca oleracea on liver enzymes in obese postmenopausal women with non-alcoholic fatty liver disease. *Complement Med J.* 2020;**10**(1):68-79. doi:10.32598/cmja.10.1.960.1
 40. Vahidian-Rezazadeh M, Ghaed Rahmati A, Mazaheri M. Effect of TRX training on serotonin, happiness and army physical fitness test (APFT) scores of border guard's soldiers in sistán and Baluchestan Province, south-west of Iran. *J Military Med.* 2020;**22**(4):183-192. Link
 41. Sheri zadeh H, Rahimi M, Bani talebi E. The effect of suspended resistance training (TRX) on obesity related new metabolic indices in overweight and obese women. *14th Int Congress on Sport Sci.* 2024. doi:10.22089/ssrc.2024.4212
 42. Sahibi M, Azarbayjani MA, Peeri M. The effect of phytochemical compounds on indicators of oxidative stress, inflammation and skeletal muscle damage caused by physical activity. *Med Sci J Islamic Azad Univ/Tehran Med Branch.* 2022;**32**(4):347-355. doi:10.52547/iau.32.4.347
 43. Alimoradi N, Nourollahi H, Hosseini F. The effect of eight weeks of TRX and CRX exercising on body composition and lipid profile indices in overweight young women. *J Physiol Move Health.* 2022;**2**(1):29-40. Link
 44. Kondori BJ, Ghaleh HEG, Hosseini SM. Effect of green tea extract on exercise-induced inflammatory markers. *J Military Med.* 2021;**23**(2). doi:10.30491/JMM.23.1.69
 45. Samadpour Masouleh S, Bagheri R, Ashtary-Larky D, Cheraghloo N, Wong A, Yousefi Bilesvar O, et al. The effects of TRX suspension training combined with taurine supplementation on body composition, glycemic and lipid markers in women with type 2 diabetes. *Nutrients.* 2021;**13**(11):3958. doi: 10.3390/nu13113958 pmid:34836211
 46. Dolati M, Ghazalian F, Abednatanzi H. The effect of a period of TRX training on lipid profile and body composition in overweight women. *Int J Sport Sci.* 2017;**7**(1):151-158. doi:10.5923/j.sports.20170703.09
 47. Tan L, Yan W, Yang W, Kamionka A, Lipowski M, Zhao Z, et al. Effect of exercise on inflammatory markers in postmenopausal women with overweight and obesity: a systematic review and meta-analysis. *Exp Gerontol.* 2023;**183**:112310. doi: 10.1016/j.exger.2023.112310 pmid:37844768
 48. Oh DH, Lee JK. Effect of different intensities of aerobic exercise combined with resistance exercise on body fat, lipid profiles, and adipokines in middle-aged women with obesity. *Int J Environ Res Public Health.* 2023;**20**(5):3991. doi: 10.3390/ijerph20053991 pmid: 36901009
 49. Ding Y, Xu X. Anti-inflammatory effect of exercise training through reducing inflammasome activation-related inflammatory cytokine levels in overweight/obese populations: a systematic review and meta-analysis. *Complement Ther Clin Pract.* 2022;**49**:101656. doi: 10.1016/j.ctcp.2022.101656 pmid: 36055106
 50. Lopez P, Radaelli R, Taaffe DR, Galvão DA, Newton RU, Nonemacher ER, et al. Moderators of resistance training effects in overweight and obese adults: a systematic review and meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc.* 2022;**54**(11):1804-1816. doi: 10.1249/MSS.0000000000002984 pmid: 35977113
 51. Wang Y-H, Luo D-L, Jiang H-C, Nie Z-B, Shao L, Qi H-X. Effects of aerobic exercise on inflammatory factors in healthy adults: a meta-analysis. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2022;**26**(12):4163-4175. doi: 10.26355/eurrev.202206.29053 pmid: 35776016
 52. Ribeiro B, Forte P, Vinhas R, Marinho DA, Faíl LB, Pereira A, et al. The benefits of resistance training in obese adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med Open.* 2022;**8**(1):109. doi: 10.1186/s40798-022-00501-3 pmid: 36057914
 53. Thanzami K, Pachau V, Lalremruati C, Kakoti BB. Phytochemical screening, anti-oxidant and anti-inflammatory activities of ethyl acetate extract of combretum punctatum var. squamosum. *IJNPR.* 2020;**11**(1):38-45. doi: 10.56042/ijnpr.v11i1.24838
 54. Lesmana R, Setiawan FCB, Mukaromah SB, Goenawan H, Tarawan VM, Kusumawati M, et al. The influence of aquarobic training towards interleukin 12 (IL-12) plasma level and its correlation with obesity. *Open Sports Sci J.* 2020;**13**(1). doi: 10.2174/1875399X02013010034
 55. Kramer A. An overview of the beneficial effects of exercise on health and performance. *Adv Exp Med Biol.* 2020;**1228**:3-22. doi: 10.1007/978-981-15-1792-1_1 pmid: 32342447
 56. Faraji H, Mmirahmad F, Mahammadi A. The effect of strawberry extract supplementation on some oxidative, inflammatory and cellular damage indicators after a session of exhausting resistance exercise in non-athlete women. *Res Exer Nutrition.* 2022;**1**(2):1-10. doi:10.34785/J019.2023.001
 57. Isasi CR, Deckelbaum RJ, Tracy RP, Starc TJ, Berglund L, Shea S. Physical fitness and C-reactive protein level in children and young adults: the Columbia university biomarkers study. *Pediatrics.* 2003;**111**(2):332-338. doi: 10.1542/peds.111.2.332 pmid: 12563060