



Research Article

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

Omid Mohammaddoost^{1*} , Fateme Shabkhiz² , Ali Akbarnejad Ghrhlo²

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

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

* **Corresponding author:** Omid Mohammaddoost, 05431136726 E-mail: Mo.omid@ped.usb.ac.ir
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.14.3.1](https://doi.org/10.22034/cmja.14.3.1)

How to Cite this Article:

Mohammaddoost O, Shabkhiz F, Akbarnejad Ghrhlo 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. *Complement MedJ*. 2024;14(3): 1-12. DOI: [10.32592/cmja.14.3.1](https://doi.org/10.32592/cmja.14.3.1)

Received: 20/05/2024

Accepted: 30/11/2024

Keywords:

TRX training
Interleukin-1b
Mango leaf extract
Overweight and obesity

© 2024 Arak University of Medical Sciences

Abstract

Introduction: Physical inactivity is related to systemic inflammation and increased risk of chronic diseases. In this regard, the aim of this research was to investigate the interactive effect of six weeks of Total Body Resistance Exercise (TRX) training and oral consumption of aqueous mango tree leaf extract on interleukin-1 β and anthropometric indices of overweight male students with weight and obesity who were inactive.

Materials and Methods: In this semi-experimental research, 48 overweight and inactive obese male students within an age range of 20-25 years were purposefully selected and randomly divided into four groups of 12, namely control, extract, exercise, and exercise + extract. For six weeks (three sessions per week), they performed TRX exercises and took 500 mg capsules containing mango leaf extract twice a day before lunch and dinner. Blood samples were taken 24 h before and 48 h after the last training session. Interleukin-1 beta serum level was measured by ELISA method using the human kit. Data were analyzed using the dependent t-test and one-way analysis of variance in SPSS software (version 25). A significance level of less than 0.05 was considered statistically significant.

Results: A significant difference was observed in the levels of interleukin-1b in the exercise, exercise + extract, and extract groups, compared to the pre-test stage ($P=0.001$). The pre- and post-test differences between the groups using one-way analysis of variance on weight, fat percentage, body mass index, and interleukin-1b levels showed a significant difference among the research groups ($P<0.05$ between groups).

Conclusion: Six weeks of TRX training and consumption of mango leaf extract may have a positive effect on weight loss, fat percentage, body mass index, and interleukin-1 beta serum levels. Moreover, one of the ways to control inflammation is to do TRX exercises accompanied by the consumption of mango leaf extract.

INTRODUCTION

Obesity causes inflammation and imbalance in the secretion of adipokines. The immune system increases the proper areas of the health of the body. Several factors work to strengthen this device. In this regard, the effect of physical activity and herbal supplements is discussed (Delavar, 2002). Total Body Resistance Exercise (TRX) training was designed with the aim of improving endurance and strength and focusing on trunk strength and human body weight. TRX has significant effects on physiological indicators, strengthens muscles, increases joint stability, and improves lung capacity (Dolati and Ghazalia, 2017). Mango is a source of ascorbic acid, carotenoids, and phenolic compounds. Mango extract has anti-inflammatory activity in many pathological disorders associated with inflammatory response (Sferrazzo and Palmeri, 2022). Mangiferin has been widely investigated for its biological and therapeutic potentials. Mango is the primary and main source of mangiferin (Lum and Sekar, 2022). Interleukin-1 beta (IL-1 β) is an inflammatory cytokine that increases in obesity and causes destruction of beta cells and changes in insulin sensitivity. According to a study performed by Zhao and Dharmadhikari in 2014, IL-1 β has a positive relationship with body mass index (TRX). In the present study, an attempt was made to investigate the effect of TRX training along with the consumption of aqueous mango leaf extract on IL-1 β of obese and inactive overweight male students.

METHODS

This semi-experimental study aimed to investigate the effect of six weeks of TRX training and oral intake of aqueous extract of mango tree on serum levels of IL-1 β and anthropometric indices of overweight and inactive obese male students. The statistical population consisted of 20-25-year-old overweight and passively obese male university students with a high BMI of 25 kg/m². In total, 48 people were purposefully selected as the research sample and randomly divided into four groups of 12 people, namely control, extract consumption, exercise + placebo, and exercise + extract consumption. Body fat percentage was determined using the Body Composition Analyzer. The exercise program started 24 h after the initial blood draw in the pre-test phase. The training program was implemented for 6 weeks. The control group was prohibited from doing any physical activity and consuming any herbal supplements during the research period. A Human IL-1 β ELISA kit (Carmania Parsgene Company, Iran) with a sensitivity of 2 pg/ml was used. The Shapiro-Wilk test was used to determine the normality of the data, and the correlated t-test was used for intra-group comparison. Moreover, the one-way analysis of variance was used for inter-group comparison. Tukey's post hoc test was also used to determine the differences between groups at a significance level of $P < 0.05$.

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 completion of the three movements, they rested for 3 min and then performed the next 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 to rest between rounds. In the fourth week, eight consecutive movements were performed, and the 3-min break between them was removed, and the repetitions were the same as 12 for each movement. In the fifth and sixth weeks, the repetitions and rounds were constant, but the training pressure was increased by increasing the angle of the body and increasing the distance from the ligament graft site. Furthermore, TRX increased by one leg (Vahidian and Ghaed, 2020).

Supplement intake protocol

The subjects of the exercise+extract group and the extract group were asked to consume 1,000 mg (two 500 mg capsules) of mango leaf extract twice a day for 6 weeks along with lunch and dinner with a glass of water (Riche and Riche, 2017).

RESULTS

Average weight, fat percentage, BMI, and IL-1 β decreased in the three intervention groups and increased in the control group. There was a significant difference between the exercise + placebo and exercise + observation extract groups in terms of weight, fat percentage, and BMI (0.001). However, there was no significant decrease in the mango leaf extract and control groups (0.10). The TRX training, TRX training along with extract consumption, and extract consumption alone led to a significant decrease in IL-1 β (0.001), but no significant difference was observed in the control group (0.11). The response of weight, fat percentage, BMI, and IL-1 β was significantly different between the research groups (0.001). This means that the changes in the exercise + placebo and exercise + extract groups had a significant effect on weight loss, fat percentage, and BMI, compared to the extract and control groups (0.001). In addition, the changes in the exercise + placebo, the exercise + mango leaf extract, and the mango leaf extract groups had a significant effect on reducing serum IL-1 β levels, compared to the control group (0.01).

CONCLUSION

The results showed that six weeks of TRX training, TRX training with mango leaf extract, and mango leaf extract consumption without training led to a significant decrease in IL-1 β in overweight and obese male students. One of the important ways to reduce IL-1 β is to do regular physical activity and reduce body fat mass. Regular exercise plays a role in modulating inflammation by reducing visceral fat, increasing the production of anti-inflammatory cytokines, and reducing inflammatory cytokines. Through reduction of weight and modulation of adipose tissue, regular exercise reserves as a source of cytokine synthesis that regulates TNF- α levels. Moreover, by reducing sympathetic stimulation and increasing anti-inflammatory cytokines, it inhibits the release of inflammatory mediators, including IL-1 β (Petersen, 2005). It

seems that TRX training along with the consumption of mango tree leaf extract may be effective in reducing the inflammatory condition and body composition of overweight and inactive male students with obesity. Therefore, sports activities can be used to improve the inflammatory condition and body composition of overweight and inactive obese young males.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

Code of Ethics of No. IR.SSRI.REC.1401.1867 was obtained for this study. It should also be announced 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, Zahedan, Iran.

Authors' Contributions

Authors have played an equal role in writing this study.

Conflict of Interest

There is no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors would like to thank the research deputy of the university, sports science professors, and students who cooperated wholeheartedly.



اثر تعاملی تمرین TRX و مصرف خوراکی عصاره برگ درخت انبه بر سطوح سرمی اینترلوکین-۱ بتا و شاخص‌های آنتروپومتریکی دانشجویان پسر غیر فعال

امید محمد دوست^{۱*}، فاطمه شب خیز^۲، علی اکبر نژاد قره لو^۲

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

^۲ دانشیار گروه فیزیولوژی فعالیت ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

* نویسنده مسئول: امید محمد دوست، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان. ایمیل: Mo.omid@ped.usb.ac.ir

چکیده

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۳۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۱۰

واژگان کلیدی:

تمرین TRX

عصاره برگ انبه

اینترلوکین-۱

اضافه وزن

چاقی

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی اراک محفوظ است.

مقدمه: نداشتن تحرک بدنی با التهاب سیستمیک و افزایش خطر ابتلا به بیماری‌های مزمن مرتبط است؛ بنابراین، هدف پژوهش پیش رو، بررسی تاثیر تعاملی شش هفته تمرین TRX و مصرف خوراکی عصاره آبی برگ درخت انبه بر اینترلوکین-۱ بتا و شاخص‌های آنتروپومتریکی دانشجویان پسر چاق و غیر فعال که اضافه وزن داشته‌اند، بوده است.

روش کار: در این پژوهش نیمه تجربی، ۴۸ دانشجوی پسر چاق غیر فعال و دارای اضافه وزن با دامنه سنی ۲۵-۲۰ سال به صورت هدفمند انتخاب و در چهار گروه ۱۲ نفره شامل گروه‌های کنترل، عصاره، تمرین و تمرین به همراه عصاره به روش تصادفی تقسیم‌بندی شدند. گروه‌ها با توجه به نوع گروه در شش هفته (سه جلسه در هفته) به انجام تمرین TRX و مصرف روزانه ۲ بار کپسول ۵۰۰ میلی گرمی حاوی عصاره برگ انبه قبل از صرف ناهار و شام پرداختند. نمونه‌گیری خونی، ۲۴ ساعت قبل و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین دریافت شد. سطح سرمی اینترلوکین-۱ بتا به روش الیزا با استفاده از کیت انسانی اندازه‌گیری شد. داده‌ها با آزمون تی وابسته و تحلیل واریانس یک‌راهه و سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ در نرم‌افزار SPSS-25 تحلیل شدند.

یافته‌ها: تفاوت معناداری در سطوح اینترلوکین-۱ بتا، گروه‌های تمرین، تمرین همراه با عصاره و عصاره نسبت به پیش‌آزمون مشاهده شد (۰/۰۰۱). $P =$ اختلاف پیش و پس‌آزمون گروه‌ها با استفاده از تحلیل واریانس یک‌راهه بر روی وزن، درصد چربی، شاخص توده بدنی و سطوح اینترلوکین-۱ بتا بین گروه‌های پژوهش تفاوت معناداری نشان داد ($p < 0/05$ بین گروهی).

نتیجه‌گیری: شش هفته تمرین TRX و مصرف عصاره برگ انبه، ممکن است در کاهش وزن، درصد چربی، شاخص توده بدنی و سطوح سرمی اینترلوکین-۱ بتا تاثیر مثبت داشته باشد. از طرفی احتمالاً یکی از راه‌های کنترل التهاب، انجام تمرین TRX به همراه عصاره برگ انبه است.

که متعلق به خانواده Anacardiaceae است، منبع اولیه و اصلی مانگی فرین است (۱۴).

در جهت حفظ هموستاز، همه دستگاه‌های بدن به یکدیگر کمک می‌کنند. بخش مهمی از این فعالیت‌ها مربوط به دستگاه ایمنی و حفظ محیط داخلی در برابر تغییراتی است که احتمالاً در اثر عوامل خارجی و یا فعل و انفعال‌های درونی بدن رخ می‌دهد. 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. افزون بر آن، حجم قابل ملاحظه ای از پژوهش‌ها به بررسی آثار فعالیت ورزشی بر سیستم ایمنی اختصاص یافته است. در این تحقیق‌ها اثرهای انواع تمرین‌های ورزشی، شدت و مدت آن‌ها بر پارامترهای مختلف سیستم ایمنی بررسی شده است. از جمله پیک و همکارانش، مورن و همکارانش، کندال و همکارانش به بررسی اثر شدت تمرین بر سیستم ایمنی پرداخته‌اند (۱۵، ۱۶). از طرف دیگر، ارتباط مثبت بین شاخص‌های التهابی، پیش‌التهابی و فعالیت بدنی ضرورتاً رابطه‌ای علت و معلولی 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 برنامه های ورزشی، التهاب سیستمی را در بیماران قلبی و افراد سالم کاهش می‌دهند (۱۷). در چند مطالعه نیز این تأثیر مثبت مشاهده نشد (۱۸).

اینترلوکین‌ها، سایتوکاین‌های ساخته‌شده با گویچه‌های سفید هستند که اغلب بر لوکوسیت‌ها موثرند. این سایتوکاین با مونوسیت‌ها، ماکروفاژها، سلول‌های اندوتلیال و سایر سلول‌ها در پاسخ به تحریک‌های التهابی ترشح می‌شوند (۱۹). سایتوکاین‌ها به دو دسته پیش‌التهابی و ضد التهابی تقسیم می‌شوند. سایتوکاین‌های پیش‌التهابی از جمله $IL-1\beta$ ، $TNF-\alpha$ و ایچاد و پیشرفت التهاب دخیل هستند (۲۰). در واقع $IL-1\beta$ از مهم‌ترین سایتوکین های التهابی است که می‌تواند سنتز مولکول اتصال اندوتلیوم سلول‌های التهابی را افزایش داده و باعث وازودیلاسیون، شیموتاکسی و تشدید التهاب در محل آسیب دیده شود (۲۱). $IL-1\beta$ در افزایش التهاب تأثیر بسزایی دارد و این کار را با افزایش نفوذپذیری و مهاجرت لکوسیت‌های خون به محل بروز عفونت و التهاب انجام می‌دهد (۲۲). $IL-1\beta$ سایتوکاین التهابی است که به صورت مزمن در چاقی بالا می‌رود و می‌تواند باعث تخریب سلول های بتا و تغییر حساسیت به انسولین شود. $IL-1\beta$ با شاخص توده بدنی ارتباط مثبت دارد (۲۳). توافق کلی درباره اثرهای فعالیت‌های ورزشی بر سیستم ایمنی وجود ندارد و برخی تحقیق‌ها بر این نکته تأکید دارند که فعالیت‌های ورزشی شدید و طولانی‌مدت سبب تضعیف سیستم ایمنی می‌شوند؛ بنابراین، در پژوهش حاضر کوشش شد تا تأثیر تمرین TRX به همراه مصرف عصاره آبی برگ درخت انبه بر اینترلوکین-۱بتا ($IL-1\beta$) در دانشجویان پسر غیر فعال چاق و دارای اضافه‌وزن بررسی شود.

روش کار

این پژوهش نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون و با هدف بررسی اثر شش هفته تمرین TRX و مصرف خوراکی عصاره آبی برگ درخت انبه بر سطوح سرمی اینترلوکین-۱بتا و شاخص‌های آنترپرومتریکی دانشجویان پسر چاق غیر فعال و دارای اضافه‌وزن انجام شد. جامعه آماری پژوهش، ۱۵۰ نفر دانشجوی پسر غیر فعال چاق و دارای اضافه وزن در بازه سنی ۲۰ تا ۲۵ سال در دانشگاه سیستان و بلوچستان با شاخص توده بدنی بالا و یا مساوی ۲۵ کیلوگرم بر مترمربع بوده است که در مهرماه سال ۱۴۰۲ درس تربیت بدنی ۱ را انتخاب واحد 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

پیامد صنعتی شدن جوامع امروزی و جایگزینی ماشین به جای کار عضلانی، کم‌ترکی و در نتیجه چاقی است. چاقی، معضل سلامتی است و در همه گروه‌های سنی رو به افزایش است. چاقی به عنوان شرایطی از افزایش وزن، به ویژه در میزان بافت چربی تعریف می‌شود، به طوری که موجب پیامدهای نامطلوب سلامتی شود. بر طبق تعریف سازمان جهانی بهداشت شاخص توده بدنی BMI معیاری برای اندازه‌گیری و طبقه‌بندی چاقی تأیید شده است (۱). زمینه ژنتیکی، استعمال برخی داروها و هورمون‌ها به همراه نداشتن تحرک کافی، می‌توانند منجر به بروز چاقی شوند (۲). چاقی سبب التهاب سطح پایین شده و به تعادل نداشتن در ترشح آدیپوکین‌ها منجر می‌شود. التهاب، یک شبکه از سیگنال‌های شیمیایی و فعل و انفعال‌ها در سلول‌های مختلف در پاسخ به آسیب بافتی علیه عوامل پاتوژنیک سمی و یک پاسخ فیزیولوژیک به محرک‌های گوناگون است (۳). سیستم ایمنی، زمینه‌های مناسب رشد، سلامت و پایداری بدن را در مقابل بسیاری از اختلال‌ها افزایش داده و از بروز بیماری‌ها جلوگیری می‌کند. عوامل متعددی در جهت تقویت یا تضعیف این دستگاه عمل می‌کنند. در این میان تغذیه و ورزش اهمیت خاصی دارد؛ چرا که رفاه حاصل از زندگی ماشینی و افزایش عوامل استرس‌زای ناشی از این نوع زندگی با بروز بیماری‌های گوناگون همراه بوده و در این باره محققان تأثیر فعالیت بدنی و مکمل‌های غذایی و گیاهی را بر تقویت سیستم ایمنی مطرح کرده‌اند (۴).

تمرین مقاومتی کل بدن (TRX- Total Resistance Exercises) با هدف تقویت استقامت، قدرت، انعطاف‌پذیری، سرعت و با تمرکز بر قدرت تنه با وزن بدن انسان طراحی شده است (۱). در تمرین TRX با تغییر وضعیت بدن می‌توان عضلات تنه را فعال و با استفاده از تمرین‌های جامع در مدت زمان کمتری، بیشترین سود را از تمرین برد. ورزشکاران می‌توانند با این وسیله تمرینی با اطمینان خاطر بیشتری، شدت تمرین را بدون افزایش مقاومتی خارجی، بیشتر کرده که همین عامل می‌تواند باعث کاهش خطر آسیب شود. همچنین تمرین‌های TRX این قابلیت را دارند تا حرکت‌پذیری، قدرت و ثبات مفصلی را افزایش دهند (۲). مطالعات مختلف نشان داده‌اند که TRX اثرهای قابل توجهی بر شاخص‌های فیزیولوژیک، عملکرد بدن، تقویت عضلات بدن، افزایش ثبات مفاصل و رباط‌ها و بهبود ظرفیت ریه‌ها دارد (۵).

ترکیبات موجود در رژیم غذایی، برای مثال، آنتی‌اکسیدان‌ها، در جهت حفظ سلامت و قدرت عمل می‌کنند (۶) و از طریق مصرف چای، سبزیجات و میوه به دست می‌آیند. به طور خاص، ترکیبات فنولیک و کاروتنوئید موجود در سبزیجات یا میوه‌های برگ‌دار، دارای خواص آنتی‌اکسیدانی عالی در از بین بردن رادیکال‌های آزاد هستند (۸، ۷). در این باره، انبه *Mangifera indica*، مثال خوبی است. انبه، منبعی از اسید اسکوربیک، کربوهیدرات‌ها، فیبر غذایی، کاروتنوئیدها، اسیدهای آلی و ترکیبات فنلی است (۹). پژوهش‌های علمی (۱۰) نشان داده‌اند که عصاره انبه دارای عملکرد ضد التهابی در بسیاری از اختلال‌های پاتولوژیک مزمن مرتبط با پاسخ التهابی دارد (۱۱). از برگ گیاه انبه در طب سنتی برای درمان بیماری‌ها به ویژه برای درمان دیابت استفاده می‌شود. برگ انبه ترکیبات گیاهی بسیار مفیدی در خود گنجانده است که از جمله آن‌ها می‌توان به پلی‌فنل‌ها و ترپنوئیدها اشاره کرد (۱۲). مانگی فرین *mangiferin*، یک مولکول با اهمیت است که به طور گسترده برای پتانسیل‌های بیولوژیکی و درمانی آن بررسی شده است (۱۳). انبه

از درختان موجود در شهرستان سرباز، استان سیستان و بلوچستان جمع‌آوری شد. برای تهیه عصاره، ابتدا برگ‌ها را محقق با آب مقطر شسته و سپس در فضای سرپوشیده بر روی پارچه‌های سفیدرنگ تمیز دور از نور مستقیم خورشید خشک کرد و در نهایت به کمک آسیاب پودر شدند. مقدار ۵۰۰ گرم از پودر در آب مقطر به مدت ۲۴ ساعت در بشرهایی با ظرفیت ۱۰۰ گرم خیسانده شد و پس از گذراندن از صافی برای جداسازی ذرات معلق در آن، سانتریفیوژ شد. سپس محلول به‌دست‌آمده در فر با دمای ۷۰ درجه سلسیوس قرار داده شد تا آب آن تبخیر و کاملاً خشک شود؛ عصاره برگ انبه استخراج شده به میزان ۵۰۰ میلی‌گرم، درون هر کپسول قرار داده شد. عصاره‌گیری در آزمایشگاه مرکزی دانشگاه سیستان و بلوچستان انجام شد و کارشناس گیاه شناسی آن را تایید کرد. از آزمودنی‌های گروه تمرین همراه با عصاره و گروه عصاره خواسته شد روزانه ۱۰۰۰ میلی‌گرم (دو عدد کپسول ۵۰۰ میلی‌گرمی) عصاره برگ انبه در دو نوبت در روز به مدت شش هفته همراه با وعده غذایی ناهار و شام با یک لیوان آب مصرف کنند (۲۶). گروه دارونما نیز روزانه دو کپسول (دارونما) حاوی پودر نشاسته دریافت کردند (۲۷). در طول دوره تحقیق، گروه کنترل و مصرف عصاره هیچ فعالیت منظم ورزشی نداشتند و شیوه زندگی غیر فعال داشتند و خواسته شد به روال عادی زندگی ادامه دهند.

اندازه‌گیری متغیرهای بیوشیمیایی

در وضعیت نشسته روی صندلی از ورید بازویی دست راست آزمودنی‌ها، مقدار ۵ میلی‌لیتر خون، در مرحله پیش‌آزمون و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین در مرحله پس‌آزمون، پس از ۱۲-۱۰ ساعت ناشتایی شبانه، در دو مرحله خون‌گیری انجام شد. نمونه‌های خونی در لوله‌های ویژه جمع‌آوری و برای هر آزمودنی و گروه بر روی نمونه‌ها برچسبی به اسم افراد داده شد. بعد از استراحت یک ساعته، خون در اتاق با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سرم به طریق سانتریفیوژ با سرعت چرخش ۳۵۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه جدا شد. سرم به‌دست‌آمده در دمای ۷۰ - درجه سانتی‌گراد فریز شد و سپس اینترلوکین ۱، بتا، با کیت الایزا اینترلوکین ۱ بتا انسانی، شرکت کارمانیا پارس ژن، ساخت ایران با حساسیت ۲ پیکوگرم بر میلی‌لیتر، ضریب تغییرات درون آزمونی ۷/۱ درصد و ضریب تغییرات برون آزمونی ۶/۸ درصد؛ بر اساس دستورالعمل کیت به روش الایزا اندازه‌گیری شد.

محاسبات آماری

برای محاسبه میانگین و انحراف معیار از آمار توصیفی و از آزمون شاپیرو - ویلک برای تعیین نرمال بودن داده‌ها و آزمون تی همبسته برای مقایسه پیش و پس‌آزمون درون‌گروهی و برای مقایسه بین گروهی از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه استفاده شد. آزمون تعقیبی توکی نیز به منظور تعیین تفاوت‌های بین گروهی در سطح معناداری $p < 0.05$ استفاده شد. اطلاعات به‌دست‌آمده در محیط نرم‌افزار SPSS-25 تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها

ویژگی‌های آزمودنی‌ها در چهار گروه پژوهش، پیش و پس از مداخله تمرین و مصرف عصاره، در جدول (۱) نشان داده شده است. با توجه جدول (۱) ملاحظه می‌شود که میانگین وزن، درصد چربی، BMI و $IL-1\beta$ در گروه تمرین همراه با دارونما، گروه تمرین همراه با عصاره و گروه عصاره از مرحله پیش تا پس‌آزمون کاهش یافته است؛ در حالی که در گروه کنترل این مقادیر افزایش داشته است. جهت بررسی درون‌گروهی اثر تمرین TRX و مصرف خوراکی عصاره بر مقادیر وزن، درصد چربی، BMI و $IL-1\beta$ ، میانگین پیش و پس‌آزمون متغیر با استفاده از آزمون تی وابسته مقایسه و برای بررسی تغییرهای بین

توضیح‌های کامل درباره روند اجرای پژوهش، رضایت‌نامه کتبی از داوطلبان گرفته شد و به طور هدفمند برای نمونه پژوهش انتخاب و به صورت تصادفی ساده (قرعه‌کشی)، در چهار گروه ۱۲ نفری شامل کنترل، مصرف عصاره، تمرین همراه با دارونما، تمرین همراه با مصرف عصاره تقسیم‌بندی شدند. شاخص‌های ورود به پژوهش عبارت بودند از: داشتن سلامت عمومی و نداشتن فعالیت جسمانی طی ۶ ماه گذشته و ملاک‌های خروج از پژوهش شامل داشتن بیماری قلبی - عروقی، دیابت، بیماری‌های کلیوی و کبدی، مصرف دخانیات و هرگونه مداخله درمانی بوده است که این موارد بر اساس گزارش آزمودنی‌ها جمع‌آوری و ثبت شد. همه آزمودنی‌ها پرسش‌نامه حاوی اطلاعات فردی، سوابق پزشکی - ورزشی، نداشتن سابقه بیماری و مصرف نکردن دارو را تکمیل کردند و با پزشک معاینه شدند.

اندازه‌گیری‌های ترکیب بدنی به عمل آمد و ثبت شد، قد آزمودنی‌ها با قدسنج دیواری (Seca 206، دقت ۰/۵ سانتی‌متر) و وزن آزمودنی‌ها در ابتدا و انتهای دوره تمرین، با استفاده از ترازوی دیجیتالی (مدل HN-286، دقت ۱۰۰ گرم) اندازه‌گیری شد. شاخص توده بدنی ($Body Mass Index$) (BMI) از تقسیم وزن بدن (کیلوگرم) بر مجذور قد (مترمربع) محاسبه شد (۲۴). درصد چربی بدن نیز پس از رعایت کردن پیش‌شرط‌ها با استفاده از دستگاه تحلیل ترکیب بدنی ($Body Composition Analyser$ مدل InBody 720 ساخت کشور کره تعیین شد. برنامه تمرینی ۲۴ ساعت پس از خون‌گیری اولیه در مرحله پیش‌آزمون آغاز شد. برنامه تمرینی به مدت ۶ هفته (۳ جلسه در هفته، روزهای زوج ساعت ۱۸ تا ۲۰) در سالن سرپوشیده اجرا شد. گروه کنترل از انجام هرگونه فعالیت بدنی و همچنین مصرف هرگونه مکمل گیاهی طی دوره پژوهش منع شدند. به آزمودنی‌ها توصیه شد در طول اجرای پژوهش، فقط از رژیم و برنامه غذایی ارائه‌شده از طرف معاونت دانشجویی استفاده کنند و از تغییر رژیم غذایی و مصرف هرگونه دارو و مکمل خودداری کنند.

شیوه‌نامه تمرین TRX

شش هفته تمرین TRX با تواتر سه جلسه در هفته (روزهای زوج هفته) اجرا شد. بین حرکات یک دقیقه و بین هر دور از تمرین سه دقیقه، استراحت بود. در هفته اول، شش حرکت انتخاب و به دو دسته سه حرکتی تقسیم شدند؛ به این ترتیب آزمودنی‌ها سه حرکت ده تکراری را انجام داده و بین هر حرکت یک دقیقه استراحت می‌کردند. پس از پایان سه حرکت، سه دقیقه استراحت کرده و سپس به سه حرکت بعدی می‌پرداختند که یک دور از تمرین تکمیل می‌شد. بعد از سه دقیقه استراحت، مراحل بالا تکرار شده و جلسه تمرین به پایان می‌رسید. در هفته دوم، شش حرکت پشت سر هم انجام شد و وقفه سه دقیقه‌ای بین هر سه حرکت حذف شد و تکرارها ده عدد برای هر حرکت بود. در هفته‌های سوم یک دور و دو حرکت به تمرین افزوده‌شده و تکرارها از ده به دوازده افزایش یافت، و با استراحت سه دقیقه بین دورها انجام شد. در هفته چهارم، هشت حرکت پشت سر هم انجام شد و وقفه سه دقیقه‌ای بین هر چهار حرکت حذف شد و تکرارها همان دوازده برای هر حرکت بود، در هفته‌های پنجم و ششم تکرارها و دورها ثابت، ولی فشار تمرین از طریق افزایش زاویه بدن و افزایش فاصله از محل پیوند بند TRX به اندازه یک پا افزایش پیدا کرد. هر دور از تمرین‌ها شامل حرکات برای عضلات سینه‌ای، پشت، پا، سرشانه، بازو و عضلات مرکزی بود (۲۵).

شیوه‌نامه مصرف مکمل عصاره برگ درخت انبه

برگ‌های تازه درخت انبه (*Mangifera indica*) در آذرماه ۱۴۰۱

برای متغیر IL-1 β در گروه تمرین همراه با دارونما، تمرین همراه با عصاره و عصاره کمتر از ۰/۰۵ است؛ بنابراین، اثر تمرین TRX، تمرین TRX به همراه مصرف عصاره و مصرف عصاره بر مقدار IL-1 β پس از انجام و مصرف شش هفته، کاهش معناداری داشته است؛ اما برای مقادیر IL-1 β در گروه کنترل از لحاظ آماری تفاوت معناداری مشاهده نشد.

نتایج آزمون تحلیل واریانس یکراهه در جدول (۲) برای متغیرهای وزن، درصد چربی، BMI و IL-1 β معنادار است؛ بنابراین، پاسخ مقادیر وزن، درصد چربی، BMI و IL-1 β بین گروه‌های پژوهش تفاوت معناداری دارد. برای مقایسه زوجی گروه‌ها از آزمون تعقیبی LSD استفاده شد که نتایج در جدول (۳) ارائه شده است.

گروهی وزن، درصد چربی، BMI، IL-1 β در گروه‌های تمرین همراه با دارونما، تمرین همراه با عصاره، عصاره و کنترل، اختلاف پیش آزمون و پس‌آزمون در هر چهار گروه محاسبه و با استفاده از تحلیل واریانس یکراهه آزمون شدند، نتایج در جدول (۲) ارائه شده است. مطابق با جدول (۲)، نتایج آزمون تی وابسته، برای متغیرهای وزن، درصد چربی، BMI، در گروه‌های تمرین همراه با دارونما و تمرین همراه با عصاره کمتر از ۰/۰۵ است؛ بنابراین، تفاوت معناداری در گروه‌های تمرین همراه با دارونما و تمرین همراه با عصاره در این متغیرها مشاهده می‌شود، اما این مقادیر در گروه عصاره برگ انبه و کنترل از لحاظ آماری کاهش معناداری نشان نداده است؛ همچنین مقدار آزمون تی وابسته

جدول ۱: شاخص‌های توصیفی متغیرهای وزن، درصد چربی، BMI و IL-1 β در گروه‌ها

متغیر	گروه‌های پژوهش	پیش‌آزمون میانگین $\pm$ انحراف استاندارد	پس‌آزمون میانگین $\pm$ انحراف استاندارد
وزن (کیلوگرم)	تمرین + دارونما	۹۱/۰۸ $\pm$ ۵/۷۵	۸۹/۰۷ $\pm$ ۵/۲۵
	تمرین + عصاره برگ انبه	۹۰/۵۸ $\pm$ ۵/۱۷	۸۹/۰۰ $\pm$ 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	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	۲۹/۲۷ $\pm$ ۰/۷۸
درصدچربی بدن (درصد)	تمرین + دارونما	۱۹/۷۴ $\pm$ ۰/۲۴	۱۷/۷۴ $\pm$ ۰/۳۲
	تمرین + عصاره	۱۹/۶۲ $\pm$ ۰/۳۶	۱۷/۸۲ $\pm$ ۰/۴۱
	عصاره برگ انبه	۲۰/۰۱ $\pm$ ۰/۵۲	۱۹/۲۱ $\pm$ ۰/۶۴
	کنترل	۱۹/۸۷ $\pm$ ۰/۴۷	۲۰/۰۹ $\pm$ ۰/۵۲
IL-1 β (پیکوگرم بر میلی لیتر)	تمرین + دارونما	۶/۵۴ $\pm$ ۰/۱۶	۵/۱۴ $\pm$ ۰/۱۱
	تمرین + عصاره	۶/۵۹ $\pm$ ۰/۱۷	۵/۱۷ $\pm$ ۰/۰۸
	عصاره برگ انبه	۶/۶۰ $\pm$ ۰/۱۶	۵/۵۵ $\pm$ ۰/۰۹
	کنترل	۶/۴۹ $\pm$ ۰/۱۷	۶/۷۰ $\pm$ ۰/۱۷

میانگین $\pm$ انحراف استاندارد

جدول ۲: یافته‌های آزمون آماری تی وابسته و تحلیل واریانس یکراهه

متغیر	گروه	میانگین	انحراف استاندارد	اختلاف‌های جفت نمونه				مقدار p	مقدار F	مقدار p
				میانگین خطای استاندارد	بازه اطمینان ۹۵٪ برای اختلاف		t آماره			
					بازه پایین	بازه بالا				
وزن (کیلوگرم)	تمرین + دارونما	۵/۷۳	۱/۳۰	۰/۲۹	۶/۱۳	۹/۳۳	۷/۸۴	*۰/۰۰۱	۴۹/۸۴۹	*۰/۰۰۱
	تمرین + عصاره	۷/۵۰	۱/۰۶	۰/۶۸	۷/۱۹	۱۱/۰۰	۱۱/۶۹	*۰/۰۰۱		
	عصاره برگ انبه	۱/۰۸	۰/۱۸	۰/۵۱	-۰/۲۲	۱/۷۴	۱/۳۷	۰/۱۲۰		
	کنترل	-۰/۳۷	۰/۲۶	۰/۲۸	-۱/۱۰	۰/۱۲	-۱/۷۵	۰/۱۳۸		
BMI (کیلوگرم بر مترمربع)	تمرین + دارونما	۱/۹۹	۰/۳۴	۰/۲۱	۱/۸۹	۳/۲۸	۷/۴۵	*۰/۰۰۱	۵۲/۷۴۸	*۰/۰۰۱
	تمرین + عصاره	۲/۳۹	۰/۱۷	۰/۳۲	۲/۵۴	۳/۶۵	۱۱/۵۲	*۰/۰۰۱		
	عصاره برگ انبه	۰/۳۴	۰/۰۶	۰/۰۸	-۰/۱۰	۰/۵۲	۱/۵۵	۰/۱۲۷		
	کنترل	-۰/۱۲	-۰/۵۱	۰/۱۴	-۰/۳۰	۰/۰۳	-۱/۵۳	۰/۱۱۰		
درصدچربی بدن (درصد)	تمرین + دارونما	۳/۳۶	۰/۱۱	۰/۲۴	۱/۰۹	۴/۱۴	۳/۲۲	*۰/۰۱۰	۱۹/۵۷۸	*۰/۰۰۱
	تمرین + عصاره برگ	۳/۳۵	۰/۰۶	۰/۱۱	۱/۱۲	۴/۲۶	۹/۳۴	*۰/۰۰۱		
	عصاره برگ انبه	۰/۸۲	۰/۰۴	۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۹۷	۲/۲۷	۰/۰۹۹		
	کنترل	-۰/۲۲	۰/۰۹	۰/۱۰	-۰/۱۲	۰/۵۴	۲/۰۶	۰/۱۱۴		
IL-1β (پیکوگرم در میلی لیتر)	تمرین + دارونما	۱/۴۸	۰/۰۷	۰/۱۲	۱/۱۳	۳/۲۱	۳/۲۲	*۰/۰۰۱	۲۱/۷۴۸	*۰/۰۰۱
	تمرین + عصاره برگ	۱/۵۳	۰/۰۳	۰/۱۰	۱/۰۸	۳/۲۴	۷/۳۴	*۰/۰۰۱		
	عصاره برگ انبه	۱/۴۲	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۵۸	۱/۴۸	۲/۱۴	*۰/۰۰۱		
	کنترل	-۰/۰۱	-۰/۰۵	۰/۰۹	-۰/۴۷	۰/۲۹	۲/۰۷	۰/۱۰۴		

* اختلاف در سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ است (P<0/05).

جدول ۳: آزمون LSD متغیرهای وزن، درصد چربی، BMI و IL-1 β 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
	تمرین + عصاره	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
	تمرین	۱/۳۴	۰/۳۱	*۰/۰۰۱
	تمرین	۳/۰۷	۰/۳۱	*۰/۰۰۱
	تمرین + عصاره برگ انبه	۲/۰۹	۰/۲۱	*۰/۰۰۱
درصد چربی بدن (درصد)	تمرین + عصاره برگ انبه	۲/۴۷	۰/۲۱	*۰/۰۰۱
	تمرین + عصاره برگ انبه	۰/۵۲	۰/۲۱	۰/۱۰۲
	تمرین + دارونما	۱/۰۷	۰/۱۸	۰/۱۱۴
	تمرین + دارونما	۱/۳۴	۰/۱۸	*۰/۰۰۱
	تمرین + عصاره برگ انبه	۱/۵۷	۰/۱۸	*۰/۰۰۱
IL-1 β (پیکوگرم در میلی لیتر)	تمرین + عصاره برگ انبه	۱/۴۸	۰/۱۸	*۰/۰۱۰
	تمرین + عصاره برگ انبه	۰/۴۸	۰/۱۸	۰/۱۴۵
	تمرین + دارونما	-۰/۵۱	۰/۲۵	*۰/۰۰۱
	تمرین + دارونما	۱/۰۹	۰/۲۵	*۰/۰۰۱
	تمرین + عصاره برگ انبه	۱/۶۸	۰/۲۵	*۰/۰۰۱
	تمرین + عصاره برگ انبه	۱/۳۴	۰/۲۵	*۰/۰۰۱
	تمرین + عصاره برگ انبه	۲/۲۷	۰/۲۵	*۰/۰۰۲
	تمرین + عصاره برگ انبه	۰/۴۹	۰/۲۵	*۰/۲۱۴
	تمرین + عصاره برگ انبه			
	تمرین + عصاره برگ انبه			

* اختلاف در سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ است ($p < 0/05$).

شدت متوسط، تاثیر مطلوب و تعدیل کننده‌ای بر سایتوکاین‌های پیش التهابی IL-1 β در مردان تمرین کرده دارد (۲۸). همچنین مطالعه لويس (Louis) و همکاران درباره ورزشکاران نشان از کاهش معناداری در بیان ژن IL-1 β متعاقب تمرین منظم هوازی دارد (۲۹). نتایج بوتنر (Büttner) و همکاران نشان داد که پس از دو ساعت فعالیت حاد میزان بیان ژن IL-1 β کاهش یافته است (۳۰). در مطالعه ونگ و همکاران مشخص شد که دودیدن روی تردمیل سطح IL-1 β را در موش‌های آلزایمری سرکوب می‌کند (۳۱). چنگ و همکاران پیشنهاد کردند که سطوح سرمی IL-1 β بر خلاف بیماری‌های التهابی، بعد از ورزش کاهش می‌یابد (۳۲). مادسن (Madsen) و همکاران نشان دادند که فقط تمرین‌های با شدت متوسط می‌تواند اثرهای مثبتی بر سایتوکاین‌های مرتبط با مقاومت به انسولین داشته باشد (۳۳). بیژه و همکاران نشان دادند که تمرین هوازی با کاهش در سطوح IL-1 β می‌تواند عاملی در کاهش حالت التهابی باشد (۳۴). نتایج کلیشادی و همکاران که تاثیر مصرف مکمل بر مقاومت انسولین، استرس اکسیداتیو و التهاب را بررسی کردند، با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد (۳۵). نتایج مطالعه بنی طالبی و همکاران که به بررسی تاثیر توأمان تمرین هوازی با مکمل چای سبز بر سطح سرمی IL-1 β زنان چاق مبتلا به دیابت نوع دو پرداخته‌اند، با نتایج پژوهش پیش رو همخوانی دارد (۳۶). نتایج پژوهش بالدوچی و همکاران نشان داد سطوح IL-1 β وقتی که افراد به مدت دوازده ماه تمرین هوازی و مقاومتی با شدت بالا را انجام می‌دهند، کاهش پیدا می‌کند (۳۷). فرجی و همکاران (۱۴۰۱) به بررسی تاثیر مکمل عصاره توت فرنگی بر برخی شاخص‌های التهابی متعاقب یک جلسه فعالیت ورزشی مقاومتی و امانده‌ساز پرداختند. آن‌ها بیان کرده‌اند که مکمل عصاره توت فرنگی ممکن است در کاهش استرس اکسایشی سلولی و آسیب سلولی ناشی از فعالیت ورزشی شدید نقش داشته باشد (۳۸). علی‌مرادی و همکاران (۲۰۲۲) به بررسی تاثیر هشت هفته تمرین TRX و CRX بر ترکیب بدن و شاخص‌های نیمرخ لیپیدی پرداختند؛ نتایج این مطالعه نشان‌دهنده آن است که هشت هفته تمرین‌های TRX و CRX در بهبود شاخص‌های ترکیب

نتایج جدول (۳) نشان می‌دهد مقادیر وزن، درصد چربی، BMI، در گروه تمرین همراه با دارونما نسبت به گروه عصاره برگ انبه و کنترل، کاهش معناداری داشته است؛ اما این مقادیر با گروه تمرین همراه با عصاره تفاوت معناداری نشان نداد. همچنین بین گروه تمرین همراه با عصاره در مقایسه با گروه عصاره و گروه کنترل، کاهش معناداری داشته است؛ اما در مقایسه با گروه تمرین همراه با دارونما تغییرات معناداری نداشت و این به این معناست که تغییرات در گروه‌های تمرین همراه با دارونما و تمرین همراه با عصاره تاثیر بسزایی در کاهش وزن، درصد چربی، BMI، نسبت به گروه عصاره و کنترل دارد. همچنین مطابق با نتایج بیان شده، مقادیر IL-1 β در گروه تمرین همراه با دارونما نسبت به گروه‌های تمرین همراه با عصاره برگ انبه، عصاره برگ انبه و کنترل تفاوت معناداری مشاهده شد و گروه تمرین همراه با عصاره برگ انبه در مقایسه با گروه عصاره برگ انبه و کنترل کاهش معناداری داشت و همچنین بین گروه عصاره برگ انبه و گروه کنترل نیز کاهش معنادار بوده است؛ این به این معناست که تغییرها در گروه تمرین همراه با دارونما، گروه تمرین همراه با عصاره برگ انبه و گروه عصاره برگ انبه تاثیر بسزایی در کاهش مقادیر سرمی IL-1 β در مقایسه با گروه کنترل دارد.

بحث

هدف از پژوهش، بررسی اثر تعاملی شش هفته تمرین TRX و مصرف خوراکی عصاره برگ درخت انبه بر اینترلوکین-۱ β و شاخص‌های آنتروپومتریکی دانشجویان پسر چاق غیر فعال و دارای اضافه‌وزن بود. نتایج، 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 غیر فعال و دارای اضافه وزن کاهش معنادار اینترلوکین-۱ β را نشان داد. نتایج حاضر همسو با تحقیق طلوعی و همکاران است که اعلام کرده‌اند که اجرای ده هفته تمرین تداومی با

بهبود تعادل انرژی و تأثیرات احتمالی آن بر آشبارهای سیگنالینگ التهابی، توصیه می‌شوند. ورزش منظم با وضعیت ضد التهابی همراه است که با سطح بالاتری از نشانگرهای ضد التهابی مانند IL-10 و سطح پایین‌تر سایتوکاین‌های التهابی از جمله IL-1 β مشخص می‌شود (۵۱). یکی از راهکارهای مهم برای کاهش IL-1 β و پیامدهای احتمالی آن انجام فعالیت بدنی منظم و کاستن از اضافه‌وزن به ویژه توده چربی بدن است. تمرین منظم بدنی از طریق سه سازوکار عمده یعنی کاهش چربی‌های احشایی، افزایش تولید سایتوکاین‌های ضد التهابی و کاهش سایتوکاین‌های التهابی در کنترل و تعدیل التهاب نقش دارد، تمرین‌های منظم بدنی به دلیل کاهش وزن و تعدیل ذخایر بافت چربی منبع سنتز و ترشح سایتوکاین‌های تنظیم‌کننده مقادیر TNF- α بوده و از سوی دیگر با کاهش تحریک سمپاتیکی و افزایش سایتوکاین‌های ضد التهابی همچون IL-13 میزان آزادسازی میانجی‌های التهابی از جمله IL-1 β را از بافت چربی مهار می‌کند (۵۲). ممکن است تمرین مقاومتی اثر غیرمستقیمی بر کاهش التهاب داشته باشد و ورزش منظم با محافظت در برابر تجمع چربی تأثیرهای ضد التهابی را ایجاد کند. پژوهش‌های قبلی نشان می‌دهد که کاهش حداقل ۱۰ درصدی وزن بدن لازم است تا به تغییرات چشمگیر سایتوکاین‌های التهابی منجر شود، افزون بر این با کاهش بیشتر چربی به ویژه چربی شکمی، می‌توان تأثیرهای ضد التهابی بیشتری را نیز ایجاد کرد (۵۳). تمرین مقاومتی می‌تواند تولید سایتوکاین‌های التهابی را با سلول‌های T، سازوکارهایی مانند تغییر عوامل در گردش خون و تحریک گره‌های لنفاوی و به حرکت درآوردن بیشتر سلول‌های NK در گردش خون نسبت به سلول‌های T تحت تأثیر قرار دهد (۵۴). تمرین منظم اثرهای ضد التهابی دارد و موجب سرکوب التهاب سیستمی با درجه پایین می‌شود. تحقیقات نشان داده‌اند که مارک‌های التهابی با تغییرات سبک زندگی همچون کاهش دریافت انرژی و افزایش فعالیت جسمانی، کاهش می‌یابند (۵۵). بر این اساس به نظر می‌رسد کاهش سطوح خونی این شاخص احتمالاً ناشی از اثر ضد التهابی تمرین بوده است و با افزایش شدت تمرین به تدریج این سازگاری افزایش می‌یابد؛ به بیان دیگر، در اثر تمرین ورزشی طولانی‌مدت و منظم بیان گیرنده‌های TLR1 که منجر به رونویسی از سایتوکاین‌ها و کالموکین‌ها می‌شوند، کاهش می‌یابد و وضعیت التهابی تا حدی بهبود می‌یابد (۵۶). اما با توجه به نتایج تحقیق حاضر بهتر است تأثیر دوره‌های متفاوت زمانی و شدت‌های مختلف تمرینی بر این سایتوکاین پیش التهابی نیز بررسی شود.

نتایج این پژوهش مغایر با یافته‌های چوی و همکاران که بیان کرده‌اند IL-1 β التهابی به تمرین شنا با شدت بالا افزایش می‌یابد (۵۷) و فتولاحیان و همکاران که بعد از یک وهله تمرین مقاومتی همراه با تمرین استقامتی تغییر معناداری در میزان IL-1 β در زنان دیابتی مشاهده نکرده‌اند (۵۸)، است. همچنین در یک مطالعه نتایج نشان‌دهنده تغییر نکردن معنادار IL-1 β بعد از هشت هفته تمرین مقاومتی در مردان چاق بوده است (۵۹). تغییر نکردن معنادار IL-1 β بعد از ده هفته تمرین مقاومتی و هوازی در مردان جوان غیر فعال و دارای اضافه‌وزن گزارش شده است (۶۰). در مطالعه دیگری گزارش شد که پس از دوازده هفته تمرین هوازی، مقادیر IL-1 β ، مهم به طور معناداری افزایش یافته است (۶۱). تحقیقات آزمایشگاهی تولید IL-1 β ، از سلول‌های تک‌هسته‌ای محیطی تحریک‌شده، هیچ تحولی را در افراد جوان متعاقب هشت هفته تمرین مقاومتی نشان نداد (۶۲). این مغایرت ممکن است به دلیل تفاوت در آزمودنی‌ها، شیوه‌نامه‌های تمرین، ناکافی بودن شدت و مدت زمان فعالیت ورزشی، استفاده از آزمودنی‌های بیمار و تفاوت جنسی که به علت تعدیل پاسخ ایمنی ذاتی با هورمون‌های جنسی باشد، است. این احتمال وجود دارد که در واقع با مطالعات نیز نشان داده شده است که هورمون‌های جنسی از جمله استروژن می‌تواند بر فعالیت سلول‌های NK و ماکروفاژها تأثیر بگذارد. همان طور که پیشتر بیان شد، ترکیبات ضد اکسایشی طی فعالیت و یا بروز

بدن و پروفایل لیپیدی جوانان دارای اضافه وزن موثر است (۳۹). جلالی و همکاران (۲۰۲۱) تأثیر استفاده از عصاره چای سبز را در کاهش مارک‌های التهابی ناشی از تمرین‌های مقاومتی بررسی کرده‌اند؛ نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که استفاده از عصاره چای سبز همراه با تمرین‌های مقاومتی شدید در ورزشکاران می‌تواند باعث کاهش تولید برخی سایتوکاین‌ها و در نتیجه کاهش آسیب‌های التهابی بین آن‌ها شود (۴۰). جباری و کارگرفرد (۱۴۰۰) به بررسی اثر کوتاه‌مدت مکمل کوثرسین بر شاخص‌های التهابی افراد فعال پس از فعالیت ورزشی شدید پرداختند؛ آن‌ها بیان کردند که مکمل کوثرسین در کاهش التهاب پس از فعالیت ورزشی شدید موثر است (۴۱). واله و همکاران (۲۰۲۰) به بررسی تأثیر هشت هفته تمرین TRX کم، متوسط و شدید بر درصد چربی و استقامت عضلانی پرداختند. کاهش معنادار درصد چربی در گروه TRX با شدت متوسط نسبت به سایر گروه‌های تمرینی مشاهده شد (۴۲). اوچیو (Uchio) و همکاران (۲۰۲۴) تأثیر عصاره گیاه زردچوبه را بر کاهش نشانگرهای التهابی سرم و هیپرگلیسمی پس از غذا در شرکت کنندگان سالم اما دارای اضافه‌وزن و قند خون در محدوده پیش دیابت بررسی کردند؛ یافته‌های این مطالعه نشان داد که CLE ممکن است التهاب با درجه پایین را کاهش دهد (۴۳). تان (Tan) و همکاران (۲۰۲۳) به بررسی تأثیر ورزش بر فاکتورهای التهابی پرداخته‌اند؛ نتایج نشان داده است که ورزش ممکن است یک مداخله موثر برای کاهش نشانگرهای پیش‌التهابی در افراد تحت تأثیر اضافه‌وزن و چاقی باشد (۴۴). اوه و لی (Oh and Lee) (۲۰۲۳) به بررسی تأثیر شدت‌های مختلف ورزش هوازی همراه با ورزش مقاومتی بر چربی بدن، نیمرخ لیپیدی و آدیپوکین‌ها در میانسالان چاق پرداخته‌اند؛ بیان کرده‌اند که برای پیشگیری و درمان چاقی در میانسالان، ورزش ترکیبی (هوازی و مقاومتی) موثر تلقی می‌شود. علاوه بر این، ورزش هوازی با شدت متوسط در طول تمرین ترکیبی می‌تواند موثرتر از تمرین‌های شدید باشد (۴۵). رجکی (Rejeki) و همکاران (۲۰۲۳) تأثیر چهار هفته تمرین ترکیبی هوازی مقاومتی را بر ترکیب بدن و سطوح آدیپوکین بررسی کرده و نتیجه گرفته‌اند که سطح آدیپونکتین پس از مداخله تمرین‌های هوازی، مقاومتی و ترکیبی هوازی مقاومتی افزایش و سطوح لپتین کاهش یافته است (۴۶). لویز (Lopez) و همکاران (۲۰۲۲) به بررسی تعدیل‌کنندگان تأثیرهای تمرین مقاومتی در بزرگسالان چاق و دارای اضافه‌وزن پرداخته‌اند؛ بیان کرده‌اند که برنامه‌های مبتنی بر مقاومت ترکیب بدن را بدون توجه به دوز ورزش مقاومتی یا جزء هوازی تجویز شده در بزرگسالان چاق یا دارای اضافه‌وزن بهبود می‌دهد. علاوه بر این، زیرگروه‌ها بر اساس ویژگی‌های دموگرافیک، سطوح پایه و وجود محدودیت کالری ممکن است پاسخ‌های مطلوب‌تری در ترکیب بدن نشان دهند (۴۷). وانگ و همکاران (۲۰۲۲) به بررسی آثار ورزش هوازی بر عوامل التهابی در بزرگسالان سالم پرداخته‌اند؛ برآوردهای تلفیقی نشان داد که ورزش هوازی با پیشگیری از بیماری‌های مرتبط با التهاب، تأثیر مثبتی دارد (۴۸). ریبرو (Ribeiro) و همکاران (۲۰۲۱) در یک مقاله مروری به بررسی فواید تمرین مقاومتی در نوجوانان چاق پرداخته‌اند. بررسی مقالات مختلف نشان داد که پس از برنامه، نوجوانان قدرت عضلانی، آمادگی قلبی تنفسی، BMI، دور کمر و چربی بدن خود را بهبود بخشیده‌اند (۴۹). مکانیسم دقیق اثرهای تمرین در کاهش التهاب هنوز به طور کامل مشخص نشده است؛ با وجود این مشخص شده است شیوه‌نامه‌های تمرینی که موجب کاهش چربی بدن و بهبود معنادار شاخص توده بدن شده‌اند، بر کاهش عوامل التهابی و افزایش عوامل ضد التهابی تأثیرگذار هستند (۵۰). تمرین‌های ورزشی به دلیل

می‌توان به اندازه‌گیری نکردن دیگر عوامل التهابی و ضد التهابی در آزمودنی های چاق دارای اضافه‌وزن اشاره کرد، به هر حال پژوهش‌های بیشتری در این باره مورد نیاز است.

تشکر و قدردانی

این مطالعه با حمایت اجرایی دانشگاه سیستان و بلوچستان انجام شد، از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه، استادان محترم گروه علوم ورزشی و تمامی دانشجویان عزیزی که با رضایت و داوطلبانه در اجرای این پژوهش همکاری صمیمانه داشتند، تشکر و قدردانی می‌شود.

حامی مالی

این مطالعه با همکاری مالی و پشتیبانی اجرایی دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران انجام شده است.

سهم نویسندگان

نویسندگان نقشی برابر در نگارش این پژوهش داشته اند.

تضاد منافع

هیچ‌گونه تضاد منافع و منابعی در این پژوهش وجود ندارد.

References

- World health organization. Obesity and overweight. What are overweight and obesity? Retrieved 12 September, 2010 from. 2008a. [Link](#)
- Bhatt DL, Steg PG, Ohman EM, Hirsch AT, Ikeda Y, Mas J-L, et al. International prevalence, recognition, and treatment of cardiovascular risk factors in outpatients with atherothrombosis. *Jama*. 2006;295(2):180-9. Doi: [10.1001/jama.295.2.180](#) pmid:16403930
- Patel A. The role of inflammation in depression. *Psychiatr Danub*. 2013;25(2):216-23. pmid: 23995180
- Delavar A. Statistical methods in psychology and educational sciences. *Tehran, Payam Noor University Publications* 1377:126-18. [Link](#)
- 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(2):151-8. doi:10.5923/j.sports.20170703.09
- Aversa R, Petrescu RV, Apicella A, Petrescu FI. One can slow down the aging through antioxidants. *American Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2016;9(4):12-19. doi: [10.3844/ajeassp.2016.1112.1126](#)
- 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. doi: [10.3390/antiox10020299](#) pmid: 33669341
- 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;14:100-307. doi: [10.1016/j.fochx.2022.100307](#) pmid: 35492256
- Noratto GD, Bertoldi MC, Krenke K, Talcott ST, Stringheta PC, Mertens-Talcott SU. Anticarcinogenic effects of polyphenolics from mango (*Mangifera indica*) varieties. *J Agric Food Chem*. 2010;58(7):4104-12. doi: [10.1021/jf903161g](#) pmid: 20205391
- Mwaurah PW, Kumar S, Kumar N, Panghal A, Attkan 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):2421-46. doi: [10.1111/1541-4337.12598](#) pmid: 33336987
- 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):131-3. doi: [10.3390/antiox11071313](#)

بیماری، می‌تواند از بروز صدمات و آسیب‌های ناشی از افزایش اکسایشی، التهاب و ... جلوگیری کنند و سبب بهبود فعالیت بیولوژیکی بدن در طول فعالیت ورزشی و بیماری شوند. همچنین پاسخ سایتوکاین‌های التهابی وابسته به سن، سطح آمادگی افراد و میزان سایتوکاین‌های پایه افراد است، که سبب می‌شود سطوح سایتوکاین‌ها پس از تمرین مقاومتی خیلی تغییر نکند (۶۳).

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این مطالعه، تمرین TRX، مصرف عصاره برگ انبه و همچنین تمرین به همراه مصرف عصاره برگ انبه، سبب کاهش معنادار سطوح سرمی اینترلوکین-۱بتا شد؛ به نظر می‌رسد تمرین TRX به همراه مصرف عصاره برگ درخت انبه ممکن است در کاهش وضعیت التهابی و ترکیب بدنی دانشجویان پسر چاق غیر فعال و دارای اضافه‌وزن موثر باشد؛ بنابراین، برای بهبود وضعیت التهابی و ترکیب بدنی پسران جوان چاق غیر فعال و دارای اضافه وزن می‌توان از فعالیت ورزشی استفاده کرد. با توجه به اینکه مصرف عصاره برگ انبه نسبت به مصرف داروهای غیر استروئیدی از عوارض بسیار کمتری برخوردار است، متخصصان تغذیه این قبیل از داروهای گیاهی را به عنوان داروی ضد اکسایشی و کاهنده شاخص‌های التهابی به مراجعان خود معرفی کنند. محدودیت‌هایی نیز در این پژوهش پیش رو بوده است که از جمله

pmid: 35883804

- Haqiqi A, Ravasi A, Gaini A, Aminian Razavi T, Hamed N. The effect of resistance training on cytokines associated with inflammation and insulin resistance in obese men. *Olympic magazine*. 1385;14(2):19-29. [Link](#)
- 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):156-8. doi: [10.3390/pharmaceutics15061568](#) pmid: 37376018
- Lum PT, Sekar M, Gan SH, Jayabalan 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):1530-42. doi: [10.1016/j.sjbs.2021.11.016](#) pmid: 35280538
- 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 (1985)*. 2004;97(2):612-8. doi: [10.1152/japplphysiol.01331.2003](#) pmid: 15075305
- Mooren FC, Blomling D, Lechtenmann A, Lerch MM, Volker K. Lymphocyte apoptosis after exhaustive and moderate exercise. *J Appl Physiol (1985)*. 2002;93(1):147-53. doi: [10.1152/japplphysiol.01262.2001](#) pmid:12070198
- 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):861-8. doi: [10.1016/s0735-1097\(03\)00848-9](#) pmid: 12957433
- 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):544-51. doi: [10.1093/ajcn/79.4.544](#) pmid: 15051595
- Shariatzadeh Junidi M, Moghadam Z, Maleki L, Keshavarz A, Hedayati M. Short-term effect of two types of high-intensity interval training on plasma levels of TNF- α , IL-6, CRP and lipid profile in overweight women. *Sports Biology Journal*. 2017;9(2):195-207. doi: [10.22059/jsb.2017.128575.963](#)
- Larsen CM, Faulenbach M, Vaag A, Ehlers JA, Donath MY, Mandrup-Poulsen T. Sustained effects of interleukin-1 receptor antagonist treatment in type 2 diabetes. *Diabetes care*. 2009;32(9):1663-8. doi: [10.2337/dc09-0533](#) pmid: 19542207
- Takahashi K, Takigawa M, Takashiba S, Nagai A, Miyamoto M, Kurihara H, et al. Role of cytokine in the induction of adhesion molecules on cultured human gingival fibroblasts. *J periodontol*. 1994;65(3):230-5. doi: [10.1902/jop.1994.65.3.230](#) pmid: 7513022
- Goldhammer E, Tanchilevitch A, Maor I, Beniamini Y, Rosenschein

- U, Sagiv M. Exercise training modulates cytokines activity in coronary heart disease patients. *Int J Cardiol.* 2005; **100**(1):93-9. doi: [10.1016/j.ijcard.2004.08.073](https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2004.08.073) pmid:15820291
23. Zhao G, Dharmadhikari G, Maedler K, Meyer-Hermann M. Possible role of Interleukin-1 β in type 2 diabetes onset and implications for anti-inflammatory therapy strategies. *PLoS Comput Biol.* 2014; **10**(8): e1003798. doi: [10.1371/journal.pcbi.1003798](https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1003798) pmid: 25167060
24. 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. *IJOAB J.* 2016; **7**(8):74-81. [Link](#)
25. 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 Sistan and Baluchestan Province, South-West of Iran. *J Mil Med.* 2020; **22**(4):183-92. [Link](#)
26. Riche DM, Riche KD, East HE, Barrett EK, May WL. Impact of mulberry leaf extract on type2diabetes (Mul-DM): a randomized, placebo-controlled pilot study. *Complement Ther Med.* 2017; **32**:105-8. doi: [10.1016/j.ctim.2017.04.006](https://doi.org/10.1016/j.ctim.2017.04.006) pmid: 28619294 pmid: 28619294
27. Aliniya N, Elmieh A, Fadaei Chafy MR. Interaction effect of combined exercise and supplementation with portulaca oleracea on liver enzymes in obese postmenopausal women withnon-alcoholic fatty liver disease. *Complement Med J* 2020; **10**(1):68-79. doi:[10.32598/cmja.10.1.960.1](https://doi.org/10.32598/cmja.10.1.960.1)
28. Tolouei Azar J, Saberi Y, Tofigi A, Ghorbanian B. Effects of 10 weeks of continuous aerobic training and Sesamin supplementation on serum levels of Interleukin-6 and Interleukin-1 Beta in trained men. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport.* 2020;**8**(16):8-19. doi:[10.22077/jpsbs.2019.1199.1355](https://doi.org/10.22077/jpsbs.2019.1199.1355)
29. Louis E, Raue U, Yang Y, Jemiolo B, Trappe S. Time course of proteolytic, cytokine, and myostatin gene expression after acute exercise in human skeletal muscle. *J Appl Physiol (1985).* 2007;**103**(5):1744-51. doi: [10.1152/jappphysiol.00679.2007](https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00679.2007) pmid: 17823296
30. Büttner P, Mosig S, Lechtermann A, Funke H, Mooren FC. Exercise affects the gene expression profiles of human white blood cells. *J Appl Physiol (1985).* 2007;**102**(1):26-36. doi: [10.1152/jappphysiol.00066.2006](https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00066.2006) pmid: 16990507
31. Wang DM, Li SQ, Wu WL, Zhu XY, Wang Y. Effects of long-term treatment with quercetin on cognition and mitochondrial function in a mouse model of Alzheimer's disease. *Neurochem Res.* 2014; **39**(8):1533-43. doi: [10.1007/s11064-014-1343-x](https://doi.org/10.1007/s11064-014-1343-x) pmid: 24893798
32. Chen WW, Zhang X, Huang WJ. Role of physical exercise in Alzheimer's disease. *Biomed Rep.* 2016; **4**(4):403-7. doi: [10.3892/br.2016.607](https://doi.org/10.3892/br.2016.607) pmid: 27073621
33. Madsen SM, Thorup AC, Bjerre M, Jeppesen PB. Does 8 weeks of strenuous bicycle exercise improve diabetes-related inflammatory cytokines and free fatty acids in type 2 diabetes patients and individuals at high-risk of metabolic syndrome? *Arch Physiol Biochem.* 2015; **121**(4):129-38. doi: [10.3109/13813455.2015.1082600](https://doi.org/10.3109/13813455.2015.1082600) pmid: 26469542
34. Bijeh N, Abbasian S. The Effect of aerobic training and change in dietary pattern on IL-1 β and insulin resistance in dexes in inactive obese subjects. *Journal of Arak Medical Sciences University.* 2013;**16**(76):1-10. [Link](#)
35. Kelishadi R, Adeli Kh, Movahedian A, Poursaf P. The effect of zinc supplementation on insulin resistance index, oxidative stress and inflammation among premature children with metabolic syndrome. *Metab Syndr Relat Disord.* 2010;**19**(16):2924-39. doi: [10.1089/met.2010.0020](https://doi.org/10.1089/met.2010.0020) pmid: 21028969
36. Bani Talibi A, Razavi T, Nourian M, Bagheri L. The effect of aerobic exercise combined with green tea supplement on serum levels of TNF- α and IL-6 in obese women with type 2 diabetes. *Daneshvar Medicine.* 2016;**23**(123):11-20. [Link](#)
37. Balducci S, Zanuso S, Nicolucci A, Fernando F, Cavallo S, Cardelli P, et al. Anti-inflammatory effect of exercise training in subjects with type 2 diabetes and the metabolic syndrome is dependent on exercise modalities and independent of weight loss *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2010; **20**(8):608-17. doi: [10.1016/j.numecd.2009.04.015](https://doi.org/10.1016/j.numecd.2009.04.015) pmid: 19695853
38. 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. *Research in Exercise Nutrition.* 2022;**1**(2):1-10. doi: [10.34785/JO19.2023.001](https://doi.org/10.34785/JO19.2023.001)
39. 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. *Journal of Physiology of Movement & Health.* 2022;**2**(1):29-40. [Link](#)
40. Kondori BJ, Ghaleh HEG, Hosseini SM. Effect of green tea extract on exercise-induced inflammatory markers. *J Militar Med.* 2021;**23**(2):102-09. doi: [10.30491/JMM.23.1.69](https://doi.org/10.30491/JMM.23.1.69)
41. Jabbari S, Kargarfard M. Short-term effect of Quercetin supplementation on inflammatory and oxidative stress indices of active individuals after intense exercise. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology.* 2021;**8**(1):36-43. doi: [10.22049/jahssp.2021.27237.1351](https://doi.org/10.22049/jahssp.2021.27237.1351)
42. Valeh S, Fatolahi H, Azarbayjani MA. Effect of eight weeks of low, moderate, and high-intensity TRX training on hot flashes, mood, fat percentage, and muscular endurance in postmenopausal women. *Apunts Sports Medicine.* 2020;**55**(207):97-103. doi: [10.1016/j.apunsm.2020.05.004](https://doi.org/10.1016/j.apunsm.2020.05.004)
43. Uchio R, Okuda-Hanafusa C, Sakaguchi H, Saji R, Muroyama K, Murosaki S, et al. Curcuma longa extract reduces serum inflammatory markers and postprandial hyperglycemia in healthy but borderline participants with overweight and glycemia in the normal/prediabetes range: a randomized, double-blind, and placebo-controlled trial. *Frontiers in Nutrition.* 2024;**11**:1324196. doi: [10.3389/fnut.2024.1324196](https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1324196) pmid: 38347961
44. 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. *The Open Sports Sciences Journal.* 2020;**13**(1):9-14. doi: [10.2174/1875399X02013010034](https://doi.org/10.2174/1875399X02013010034)
45. Oh D-H, Lee J-K. 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):39-91. doi: [10.3390/ijerph20053991](https://doi.org/10.3390/ijerph20053991) pmid: 36901009
46. Rejeki PS, Pranoto A, Rahmanto I, Izzatunnisa N, Yosika GF, Hernaningsih Y, et al. The Positive Effect of Four-Week Combined Aerobic-Resistance Training on Body Composition and Adipokine Levels in Obese Females. *Sports.* 2023;**11**(4):90. doi: [10.3390/sports11040090](https://doi.org/10.3390/sports11040090) pmid: 37104164
47. 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. doi: [10.1249/MSS.0000000000002984](https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002984) pmid: 35977113
48. 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):24-35. doi: [10.26355/eurrev.202206.29053](https://doi.org/10.26355/eurrev.202206.29053) pmid: 35776016
49. 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](https://doi.org/10.1186/s40798-022-00501-3) pmid: 36057914
50. Selvin E, Paynter NP, Erlinger TP. The effect of weight loss on C reactive protein: A systematic review. *Arch Intern Med.* 2007; **167**(1):31-9. doi: [10.1001/archinte.167.1.31](https://doi.org/10.1001/archinte.167.1.31) pmid: 17210875
51. Kalhor F, Arshadi S, Zafari A. The effect of the period of a resistance training on Atrogin, Eotaxin and IL-10 indices in obese women. *Razi Journal of Medical Sciences.* 2020; **27**(3):130-7. [Link](#)
52. Petersen AMW, Pedersen BK. The anti-inflammatory effect of exercise. *J appl physiol.* 2005; **98**(4):1154-62. doi: [10.1152/jappphysiol.00164.2004](https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00164.2004) pmid:15772055
53. Yudkin J. Inflammation, obesity, and the metabolic syndrome. *Horm Metab Res.* 2007; **39**:707-9. doi: [10.1055/s-2007-985898](https://doi.org/10.1055/s-2007-985898) pmid: 17952830
54. Ogawa K SK, Machida S, Okutsu M, Suzuki K. Resistance Exercise Training-Induced Muscle Hypertrophy Was Associated with Reduction of Inflammatory Markers in Elderly Women. *Mediators Inflamm.* 2010;171023. doi: [10.1155/2010/171023](https://doi.org/10.1155/2010/171023) pmid: 21253481
55. Mann S, Beedie C, Jimenez A. Differential effects of aerobic exercise, resistance training and combined exercise modalities on cholesterol and the lipid profile: review, synthesis and recommendations. *Sports Medicine.* 2014; **44**(2):211-21. doi: [10.1007/s40279-013-0110-5](https://doi.org/10.1007/s40279-013-0110-5) pmid: 24174305
56. Sallam N, Laher I. Exercise modulates oxidative stress and inflammation in aging and cardiovascular diseases. *Oxid Med Cell Longev.* 2016;**2016**:7239639. doi: [10.1155/2016/7239639](https://doi.org/10.1155/2016/7239639) pmid: 26823952
57. Choi E-J, So W-Y. The differential impact of highintensity swimming exercise and inflammatory bowel disease on IL-1 β , TNF- α , and COX-2 gene expression in the small intestine and colon in mice. *Journal of Men's Health.* 2018; **14**(2): e22-e9. doi: [10.22374/1875-6859.14.2.4](https://doi.org/10.22374/1875-6859.14.2.4)

58. Fatollahian Z, Monazzami A, Tadibi V, Mostafaei A. Modulation of interleukin-1B (IL-1B), Tumor Necrosis Factor- α (TNF- α) and interleukin- 10 (IL-10) genes expression following concurrent training in women with type2 diabetes *Iranian Journal of Diabetes and Metabolism*. 2020; **19**(3):160-9. [Link](#)
59. Mohamadzadeh Salamat K, Bakhtiari N. The effects of endurance and resistance training on systemic inflammatory markers and metabolic syndrome parameters in overweight and obese men. *Report of Health Care Journal*. 2017; **3**(3):15-26. [Link](#)
60. Taheri Kalani A, Nikseresht M. The effect of 10 weeks resistance and aerobic training on inflammatory cytokines in sedentary overweight men. *Journal of Ilam University of Medical Science*. 2015; **23**(5):17-26. [Link](#)
61. Baum M, Klöpping-Menke K, Müller-Steinhardt M, Liesen H, Kirchner H. Increased concentrations of interleukin 1- β in whole blood cultures supernatants after 12 weeks of moderate endurance exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1999; **79**(6):500-3. [doi: 10.1007/s004210050544](#) [pmid: 10344459](#)
62. Ulrik Dalgas ES, Thor Petersen,T. Kjolhede A. Gade M. Bjerre. Acute and chronic cytokine responses to resistance exercise and training in people with multiple sclerosis. *Scand J Med Sci Sports*. 2015; **26**(7):824-34. [doi: 10.1111/sms.12504](#) [pmid: 26105554](#)
63. Tolouei Azar J SF, Khalafi M. The effects of eight weeks of resistance training on serum levels IL-15, IL-6, TNF- α and insulin resistance in older type 2 diabetic men. *Journal of sport biosciences*. 2018; **12**(4):391-406. [doi:10.22059/jsb.2018.251040.1241](#)