

The interactive effect of TRX training and oral consumption of mango tree leaf extract on serum levels of interleukin-12 and some anthropometric indices of overweight and obese male students

Omid Mohammaddoost, Fateme Shabkhiz*, Ali Akbarnejad Ghrhlo

Exercise Physiology Department, Faculty of Sports Sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran

Corresponding author e-mail: shabkhiz@ut.ac.ir

Abstract

Background and Objective: Physical activity has a dual effect on inflammation and the results of studies are very contradictory. The aim of this study was the interactive effect of six weeks of TRX training and oral intake of mango tree leaf extract on interleukin-12 and anthropometric indices of overweight and inactive obese male students.

Materials and Methods: In a semi-experimental research, 48 overweight and inactive obese students with an age range of 20-25 years were purposefully selected and divided into 4 groups of 12: control, extract, exercise and exercise+extract. For six weeks (three sessions per week), they did TRX exercises and took 500 mg capsules containing mango leaf extract twice a day lunch and dinner. Blood sampling was done 24 hours before and 48 hours after the last training session. Interleukin-12 serum level was measured by ELISA method using human kit. Data were analyzed with dependent t-test and one-way analysis of variance and significance level less than 0.05 in SPSS-25 software ($P < 0.05$).

Results: A significant difference was observed in the levels of interleukin-12 in the exercise, exercise+extract and extract groups compared to the pre-test ($p = 0.001$). The pre- and post-test differences between the groups using one-way analysis of variance on weight, fat percentage, body mass index and interleukin-12 levels showed a significant difference between the research groups ($p < 0.05$ between groups).

Conclusion: Six weeks of TRX training and consumption of mango leaf extract may be effective in reducing weight, fat percentage, body mass index and interleukin-12 serum levels. On the other hand, one of the ways to control inflammation is to do TRX exercises with mango leaf extract.

Keywords: TRX training, mango leaf extract, interleukin-12, overweight and obesity

Received: May 27, 2024

Revised: Jun 17, 2024

Accepted: Jun 23, 2024

How to cite this article: Mohammaddoost O, Shabkhiz F, Akbarnejad Ghrhlo A. The interactive effect of TRX training and oral consumption of mango tree leaf extract on serum levels of interleukin-12 and some anthropometric indices of overweight and obese male students. *Daneshvar Medicine* 2024; 31(2):21-38. doi: 10.22070/DANESHMED.2024.19194.1502

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non Commercial License 4.0 (CCBYNC), where it is permissible to download, share, remix, transform, and build up the work provided it is properly cited. The work cannot be used commercially without permission from the journal.

اثر تعاملی تمرین مقاومتی کل بدن (TRX) و مصرف خوراکی عصاره برگ درخت انبه بر سطوح سرمی اینترلوکین-۱۲ و برخی شاخص‌های آنترومتریکی دانشجویان پسر دارای اضافه وزن و چاق

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

گروه فیزیولوژی فعالیت ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

Email: shabkhiz@ut.ac.ir

*نویسنده مسئول: فاطمه شب خیز

چکیده

مقدمه و هدف: فعالیت بدنی بر التهاب اثر دوگانه دارد، در همین راستا نتایج مطالعات بسیار متناقض است. لذا هدف پژوهش حاضر، اثر تعاملی شش هفته تمرین مقاومتی کل بدن (TRX) و مصرف خوراکی عصاره برگ درخت انبه بر اینترلوکین-۱۲ و شاخص‌های آنترومتریکی دانشجویان پسر دارای اضافه وزن و چاق غیرفعال بود.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش نیمه تجربی، ۴۸ دانشجوی پسر دارای اضافه وزن و چاق غیرفعال با دامنه سنی ۲۰-۲۵ سال به صورت هدفمند انتخاب و در چهار گروه ۱۲ نفره: کنترل، عصاره، تمرین و تمرین+عصاره تقسیم بندی شدند. شش هفته (سه جلسه در هفته) به انجام تمرین TRX و مصرف روزانه ۲ بار کپسول ۵۰۰ میلی گرمی حاوی عصاره برگ انبه بعد از صرف نهار و شام پرداختند. نمونه گیری خونی، ۲۴ ساعت قبل و ۴۸ ساعت متعاقب آخرین جلسه تمرین انجام گرفت. سطح سرمی اینترلوکین-۱۲ به روش الیزا با استفاده از کیت انسانی اندازه گیری شد. داده ها با آزمون تی وابسته و تحلیل واریانس یکراهه و سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ در نرم افزار SPSS-25 تحلیل شدند ($P<0/05$).

نتایج: تفاوت معناداری در سطوح اینترلوکین-۱۲، گروه‌های تمرین، تمرین+عصاره و عصاره نسبت به پیش آزمون مشاهده شد ($p=0.001$). اختلاف پیش و پس آزمون گروه‌ها با استفاده از تحلیل واریانس یکراهه بر روی وزن، درصد چربی، شاخص توده بدنی و سطوح اینترلوکین-۱۲ در بین گروه‌های پژوهش تفاوت معناداری نشان داد ($p<0/05$ بین گروهی).

نتیجه گیری: شش هفته تمرین مقاومتی کل بدن (TRX) و مصرف عصاره برگ انبه، ممکن است در کاهش وزن، درصد چربی، شاخص توده بدنی و سطوح سرمی اینترلوکین-۱۲ موثر می باشد. از طرفی یکی از راه های کنترل التهاب، انجام تمرین TRX به همراه عصاره برگ انبه است.

واژه های کلیدی: تمرین مقاومتی کل بدن (TRX)، عصاره برگ انبه، اینترلوکین-۱۲، اضافه وزن و چاقی

وصول مقاله: ۱۴۰۳/۰۳/۰۷

اصلاحیه نهایی: ۱۴۰۳/۰۳/۲۸

پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۰۳

مقدمه

امروزه بی‌حرکی از جمله دستاوردهای جوامع صنعتی است که ماشین جایگزین کار عضلانی شده و دستگاه‌های خودکار بخش عمده‌ای از فعالیت‌های بدنی را به خود اختصاص داده‌اند. پیامد این صنعتی شدن، کم‌حرکی و در نتیجه چاقی است. در واقع چاقی، بزرگترین معضل سلامتی و شیوع این عارضه در تمامی گروه‌های سنی رو به افزایش است (۱). بطوری که در سال‌های اخیر از ۱۲ به ۲۰ درصد در مردان و از ۱۶ به ۲۵ درصد در زنان افزایش یافته است (۲). عوامل مختلفی نظیر زمینه‌ی ژنتیکی، استعمال برخی داروها و هورمون‌ها به همراه عدم تحرک کافی، می‌توانند منجر به بروز چاقی شوند (۳). پزشکان بیان کرده‌اند که ورزش عامل خیلی مهم برای پیشگیری از بیماری‌ها و کنترل و شناخت عوامل آنها و بهبودی و درمان است (۴). چاقی از عوامل ایجاد بیماری‌های التهابی است. التهاب، یک شبکه پیچیده از سیگنال‌های شیمیایی و فعل و انفعالات در سلول‌های مختلف در پاسخ به آسیب بافتی علیه عوامل پاتوژنیک سمی و یک پاسخ فیزیولوژیک به محرک‌های گوناگون مانند عفونت است (۵). سیستم ایمنی در میان سیستم‌های عملکردی بدن از جایگاه ویژه‌ای برخوردار و زمینه‌های مناسب رشد، سلامت و پایداری بدن را در مقابل بسیاری از اختلالات و نارسایی‌ها افزایش داده و از بروز بیماری‌های مختلف جلوگیری می‌کند. طبیعتاً عوامل بی‌شماری می‌توانند در جهت تقویت و یا تضعیف این دستگاه عمل کنند. اطلاع از این عوامل و چگونگی تاثیر آن‌ها بر سیستم ایمنی سبب شناخت بیشتر از عملکرد آن و کمک به افزایش سازگاری‌ها در مقابل شرایط مختلف زندگی می‌شود. در میان این عوامل تغذیه و ورزش از اهمیت خاصی برخوردار است 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 رابطه محققین تاثیر فعالیت بدنی و مکمل‌های غذایی و گیاهی را بر تقویت سیستم ایمنی مطرح نموده‌اند (۶، ۷).

تمرین مقاومتی کل بدن (TRX) از روش‌های تمرینی جدید است که سبب علاقه و گرایش افراد جامعه به این روش تمرینی شده است. تمرین TRX با هدف تقویت استقامت، قدرت، انعطاف‌پذیری، سرعت و با تمرکز بر قدرت تنه و با وزن بدن انسان طراحی گردیده است (۱). کمبود وقت، فضا و هزینه‌های زیاد خرید لوازم ورزشی سبب شد، تا وسیله‌ای طراحی شود که بتوان با این وسیله به تقویت استقامت، قدرت بدنی، انعطاف‌پذیری، سرعت پرداخته و از طرفی کم‌حجم و در هر مکانی قابل نصب باشد (۲). ویژگی منحصر به فرد تمرین TRX این است که با تغییر وضعیت بدن می‌توان به شدت عضلات تنه را فعال کرده و با استفاده از یک سری تمرینات جامع در مدت زمان کمتری، بیشترین سود را از تمرین برد. ورزشکاران می‌توانند با این وسیله‌ی تمرینی با اطمینان خاطر بیشتری، شدت تمرین را بدون افزایش مقاومتی خارجی، بیشتر کرده که همین عامل می‌تواند باعث کاهش ریسک آسیب شود. همچنین تمرین TRX این قابلیت را دارند تا حرکت-پذیری، قدرت و ثبات مفصلی را در تمامی صفحات حرکتی به‌طور هم‌زمان توسعه دهند (۳). مطالعات مختلف نشان داده‌اند که TRX اثرات قابل توجهی بر شاخص‌های فیزیولوژیک، عملکرد بدن (۸)، تقویت عضلات بدن، افزایش ثبات مفاصل و رباط‌ها و بهبود ظرفیت ریه‌ها دارد (۹).

ترکیبات بیوشیمیایی موجود در رژیم غذایی، به عنوان مثال، آنتی‌اکسیدان‌ها، در جهت حفظ سلامت و قدرت، به ویژه برای پیری سالم عمل می‌کنند (۱۰) و می‌توان از طریق مصرف چای، سبزیجات و میوه به دست آیند. به طور خاص، ترکیبات فنولیک و کاروتنوئید موجود در سبزیجات یا میوه‌های برگ‌دار دارای خواص آنتی‌اکسیدانی عالی در از بین بردن رادیکال‌های آزاد هستند (۱۱، ۱۲). در این زمینه، انبه (*Mangifera indica*) مثال خوبی است. انبه، منبع خوبی از اسید اسکوربیک، کربوهیدرات‌ها، فیبر

بررسی اثر شدت تمرین بر سیستم ایمنی پرداخته‌اند (۲۲،۲۱). 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 تاثیر فعالیت بدنی را بر شاخص‌های التهابی بررسی کرده‌اند مشخص شده که برنامه‌های ورزشی، التهاب سیستمی را در بیماران قلبی و افراد سالم کاهش می‌دهند (۲۴،۲۳). در چند مطالعه نیز این تاثیر مثبت مشاهده نشد (۲۶،۲۵). اینترلوکین‌ها، سایتوکاین‌های ساخته شده توسط گویچه‌های سفید هستند، که اغلب بر لوکوسیت‌ها مؤثرند. این سایتوکاین توسط مونوسیت‌ها، ماکروفاژها، سلول‌های اندوتلیال و سایر سلول‌ها در پاسخ به تحریکات التهابی ترشح می‌شوند (۲۷) اینترلوکین ۱۲ (IL-12) به صورت هتروداایمری متشکل از زیر واحدهای ۳۵ تا ۴۰ کیلو دالتون است که با پیوند دی‌سولفیدی به همدیگر متصل شده‌اند. منابع اصلی اینترلوکین ۱۲، فاگوسیت‌های تک‌هسته‌ای و سلول‌های دندریتی هستند. اینترلوکین ۱۲ نقش مهمی در مراقبت ایمنی دارد، به طوری که تولید اینترفرون گاما (γ -IFN) از سلول‌های NK و لنفوسیت‌های T را تحریک می‌کند و لنفوسیت‌های T سایتولیتیک $CD8^+$ را افزایش می‌دهد که این اثر IL-12، نقش مهمی در ایمنی تومورها دارد (۲۸). توافق کلی درباره اثرات فعالیت‌های ورزشی بر سیستم ایمنی وجود دارد و تحقیقات زیادی بر این نکته تاکید دارند که فعالیت‌های ورزشی شدید و طولانی مدت سبب تضعیف سیستم ایمنی می‌شود. در پژوهش حاضر تلاش شد تا تاثیر روش تمرینی TRX به همراه مصرف عصاره برگ درخت انبه بر برخی شاخص‌های التهابی (IL-12) دانشجویان پسر چاق و دارای اضافه وزن غیرفعال بررسی شود که بتوان اطلاعات مفیدی در این زمینه فراهم کرده و قدمی در جهت بهبود شرایط جسمی افراد چاق و دارای اضافه وزن برداشته و جامعه را به سمت سلامتی بیشتر سوق داد.

غذایی، کاروتنوئیدها، اسیدهای آلی و ترکیبات فنلی است (۱۴،۱۳). تحقیقات علمی در مورد خواص عملکردی و کاربردهای درمانی محصولات جانبی انبه گزارش کرده‌اند (۱۶،۱۵). به طور خاص، چندین مطالعه نشان داده‌اند که عصاره انبه دارای عملکرد ضد التهابی در بسیاری از اختلالات پاتولوژیک مزمن مرتبط با پاسخ التهابی دارد (۱۷). سال‌ها است که از برگ گیاه انبه در طب سنتی برای درمان بیماری‌های مختلف استفاده می‌شود. اگرچه ساقه، پوست درخت، برگ، ریشه و میوه انبه همگی در طب سنتی شناخته شده‌اند اما مصرف برگ‌ها به خصوص برای درمان دیابت و بسیاری بیماری‌های دیگر تاکید شده است. برگ انبه ترکیبات گیاهی بسیار مفیدی در خود گنجانده که از جمله آن‌ها می‌توان به پلی‌فنل‌ها و ترپنوئیدها اشاره کرد (۱۸). مانگی‌فرین *mangiferin*، یک مولکول مورد علاقه است که به طور گسترده برای پتانسیل‌های بیولوژیکی و درمانی آن مورد بررسی قرار گرفته است (۱۹). انبه که متعلق به خانواده *Anacardiaceae* است، منبع اولیه و اصلی مانگی‌فرین است. تقریباً هر قسمت از انبه، از جمله مغز، پوست، شاخه، برگ و پوست ساقه، سرشار از منگیفرین است (۲۰).

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 تغییراتی است که احتمالاً در اثر عوامل خارجی و یا فعل و انفعالات 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 می‌باشد. علاوه بر این حجم قابل ملاحظه‌ای 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 و همکارانش، مورن و همکارانش، کندال و همکارانش به

مواد و روش‌ها

پژوهش، نیمه تجربی 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 ایتترولوکین-۱۲ و برخی شاخص‌های آنتروپرومتریکی 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 ی دانشگاه سیستان و بلوچستان با شاخص توده بدنی بالا و یا مساوی ۲۵ کیلوگرم بر مترمربع که در مهرماه سال ۱۴۰۲ واحد تربیت بدنی را انتخاب واحد نموده، بودند؛ از این تعداد ۴۸ نفر فاکتورهای ورود به پژوهش را داشته؛ آمادگی و رضایت خود را برای شرکت اعلام کردند. پس از ارائه توضیحات کامل درباره روند اجرای پژوهش، رضایت نامه کتبی از داوطلبین 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 خود گزارش آزمودنی ها جمع آوری و ثبت گردید. همه آزمودنی‌ها پرسشنامه حاوی اطلاعات فردی، سوابق پزشکی-ورزشی، عدم سابقه بیماری و عدم مصرف دارو را تکمیل کردند.

آزمودنی ها براساس سن و شاخص توده بدنی در ۴ گروه همگن شدند و برای اطمینان، آزمون تحلیل واریانس یک سویه را برای مقادیر پیش آزمون: سن، قد، وزن، WHR و شاخص توده بدنی بررسی شد که به لحاظ آماری تفاوت معناداری بین آن ها وجود نداشت. سپس اندازه گیری های ترکیب بدنی به عمل آمد و ثبت گردید، قد آزمودنی ها با قد سنج دیواری (Seca 206، 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-286، دقت ۱۰۰ گرم) اندازه گیری شد؛ در هر دو مرحله اندازه گیری، زمان و مکان سنجش یکسان بود.

شاخص توده بدنی (BMI) Body Mass Index از تقسیم وزن بدن (کیلوگرم) بر مجذور قد (مترمربع) محاسبه شد (۲۹). درصدچربی بدن نیز پس از رعایت کردن پیش شرط ها با استفاده از دستگاه تحلیل ترکیب بدنی Body composition analyser مدل InBody720 ساخت کشور کره تعیین شد. برنامه تمرینی ۲۴ ساعت پس از خونگیری 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 سرپوشیده اجرا شد. گروه کنترل از انجام هرگونه فعالیت بدنی و همچنین مصرف هرگونه مکمل گیاهی در طی دوره پژوهش منع شدند. به آزمودنی ها توصیه شد در طول اجرای پژوهش، فقط از رژیم و برنامه غذایی ارائه شده توسط سلف دانشگاه استفاده کرده و از تغییر رژیم غذایی خود بپرهیزند. همچنین توصیه شد از مصرف هر گونه دارو و مکمل خودداری نمایند.

پروتکل تمرین TRX

شش هفته تمرین TRX با تواتر سه جلسه در هفته و هر جلسه از تمرین، شامل چند حرکت بود. بین حرکات یک دقیقه و بین هر دور از تمرین سه دقیقه، استراحت بود. در هفته اول، شش حرکت انتخاب شده به دو دسته سه حرکتی تقسیم شد؛ به این ترتیب آزمودنی ها سه حرکت ۱۰ تکراری را انجام داده و بین هر حرکت یک دقیقه استراحت می کردند. پس از اتمام سه حرکت، سه دقیقه استراحت کرده و سپس به سه حرکت بعدی می پرداختند که یک دور از تمرین تکمیل می شد. بعد از سه دقیقه استراحت، مراحل بالا تکرار شده و جلسه تمرین به اتمام می رسید. در هفته دوم، شش حرکت پشت سرهم انجام شد و وقفه سه دقیقه ای بین هر چهار حرکت حذف شد و تکرارها همان ۱۰ برای هر حرکت بود. در هفته های سوم یک دور و دو حرکت به تمرین افزوده شده و تکرارها از ۱۰ به ۱۲ افزایش یافت، و با استراحت سه دقیقه بین دورها انجام شد. در هفته چهارم، هشت حرکت پشت سرهم انجام شد و وقفه سه دقیقه ای بین هر چهار حرکت حذف شد و تکرارها همان ۱۲ برای هر حرکت بود، در هفته های پنجم و ششم تکرارها و دورها ثابت ولی فشار تمرین از طریق افزایش زاویه بدن و افزایش فاصله از محل پیوند بند

ساعته خون در اتاق با دمای ۴ درجه سانتی گراد سرم به طریق سانتیفریوز با سرعت چرخش ۳۵۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه جدا گردید. سرم حاصله با سمپلر در لوله های آزمایشگاهی ریخته و در دمای ۷۰- درجه سانتی گراد فریز شد و سپس سرم های تهیه شده با کیت های IL-12 از نوع انسانی از شرکت BOSTER ساخت کشور چین به روش الایزا (دستگاه الیزای DRG) اندازه گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری

از آمار توصیفی برای به محاسبه میانگین و انحراف معیار و از آزمون شاپیرو-ویلک برای بررسی نرمال بودن داده‌ها و از آمار استنباطی تی همبسته برای مقایسه پیش و پس آزمون درون گروهی و برای مقایسه بین گروهی از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه استفاده شد. به منظور جلوگیری از اثر احتمالی مقادیر پیش آزمون بر پس آزمون، ابتدا تفاضل این دو محاسبه و در نهایت آزمون آنوا به کار گرفته شد. آزمون تعقیبی توکی نیز به منظور تعیین تفاوت‌های بین گروهی در سطح معنی‌داری $p < 0/05$ استفاده شد ($p < 0/05$). اطلاعات حاصله در محیط نرم‌افزار SPSS-25 تجزیه و تحلیل شدند.

نتایج

از میانگین و انحراف استاندارد برای ارائه اطلاعات توصیفی استفاده و در جدول ۱ شاخص های توصیفی متغیرهای سن و قد و جدول ۲، وزن، BMI، WHR، درصدچربی و در نمودار ۱، مقادیر IL-12 آزمودنی ها در چهار گروه پژوهش آمده است.

TRX به اندازه یک‌پا افزایش پیدا کرد. هر دور از تمرینات شامل حرکات برای عضلات سینه‌ای، پشت، پا، سرشانه، بازو و عضلات مرکزی بود (۳۰).

پروتکل مصرف مکمل عصاره برگ درخت انبه

عصاره برگ درخت انبه در آزمایشگاه مرکزی دانشگاه از برگ های چیده شده در دی ماه ۱۰۴۲ از درختان شهرستان سرباز، استخراج و به میزان ۵۰۰ میلی گرم، درون کپسول قرار داده و از آزمودنی‌های 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 نمایند (۳۱). گروه دارونما نیز روزانه ۲ کپسول (دارونما) حاوی پودر نشاسته دریافت کردند. به منظور تهیه دارونما از پودر نشاسته که از نظر ظاهر و رنگ شبیه به عصاره برگ انبه بود به میزان ۵۰۰ میلی گرم در کپسول‌های هم‌رنگ و هم‌شکل کپسول‌های حاوی عصاره استفاده شد (۳۲). در طول دوره تحقیق، گروه کنترل و مصرف عصاره هیچ فعالیت منظم ورزشی نداشته و شیوه زندگی غیرفعال داشتند و خواسته شد به روال عادی زندگی ادامه دهند.

اندازه گیری متغیرهای بیوشیمیایی

در وضعیت نشسته روی صندلی از ورید بازویی دست راست مقدار ۵ میلی لیتر خون، در مرحله پیش آزمون و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین در مرحله پس آزمون، پس از ۱۲-۱۰ ساعت ناشتایی شبانه، در دو مرحله خون گیری از آزمودنی ها انجام شد. نمونه های خونی به وسیله سرنگ مستقیماً در لوله های ویژه جمع آوری و برای هر آزمودنی و گروه بر روی نمونه های خونی برچسبی به اسم افراد داده شد. برای جدا سازی سرم بعد از استراحت یک

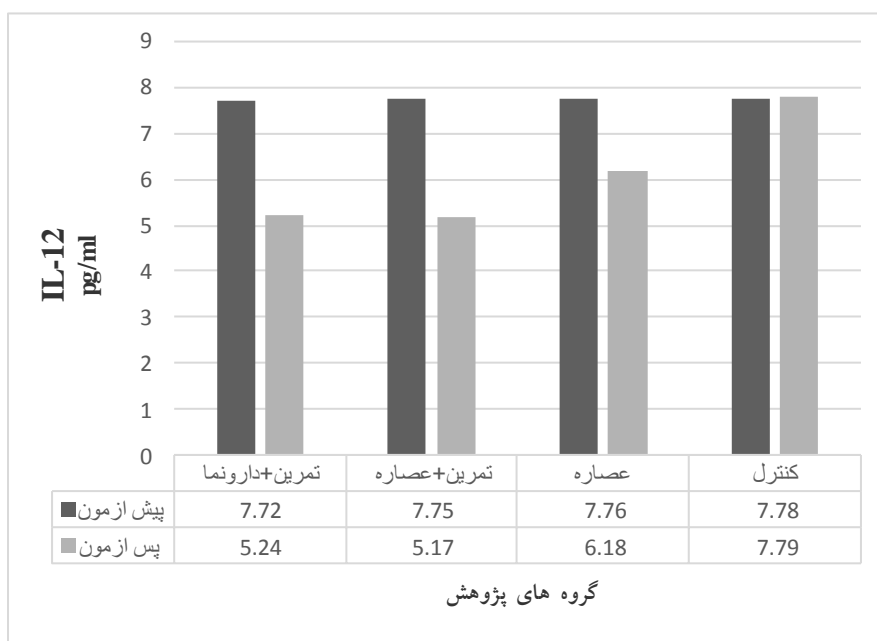
جدول ۱. شاخص های توصیفی (سن و قد) آزمودنی ها

شاخص های توصیفی	گروه های پژوهش	میانگین \pm انحراف استاندارد
سن (سال)	تمرین+دارونما	۲۱/۶۶ \pm ۱/۴۳
	تمرین+عصاره	۲۱/۷۵ \pm ۱/۳۵
	عصاره برگ انبه	۲۲/۰۸ \pm ۱/۲۴
	کنترل	۲۲/۰۰ \pm ۱/۲۷
قد (سانتی متر)	تمرین+دارونما	۱۷۶/۰۸ \pm ۵/۴۰
	تمرین+عصاره	۱۷۵/۵۸ \pm ۵/۲۲
	عصاره برگ انبه	۱۷۶/۷۵ \pm ۴/۹۵
	کنترل	۱۷۶/۰۸ \pm ۵/۰۸

جدول ۲. متغیرهای وزن، درصد چربی، BMI و WHR

متغیر	گروه های پژوهش	پیش آزمون میانگین ± انحراف استاندارد	پس آزمون میانگین ± انحراف استاندارد
وزن (کیلوگرم)	تمرین+دارونما	۹۱/۰۸ ± ۵/۷۵	۸۵/۰۰ ± ۵/۲۵
	تمرین+ عصاره برگ انبه	۹۰/۰۸ ± ۵/۱۷	۸۲/۵۸ ± ۵/۵۵
	عصاره برگ انبه	۹۱/۹۱ ± ۵/۵۶	۹۰/۸۳ ± ۵/۶۰
	کنترل	۹۰/۳۳ ± ۵/۴۳	۹۰/۷۰ ± ۵/۵۶
BMI (کیلوگرم بر مترمربع)	تمرین+دارونما	۲۹/۴۲ ± ۰/۸۷	۲۷/۴۳ ± ۰/۷۴
	تمرین+ عصاره	۲۹/۱۹ ± ۰/۸۲	۲۶/۸۰ ± ۰/۷۵
	عصاره برگ انبه	۲۹/۴۴ ± ۰/۸۷	۲۹/۱۰ ± ۰/۸۱
	کنترل	۲۹/۱۵ ± ۰/۷۸	۲۹/۲۷ ± ۰/۷۸
WHR (سانتی متر)	تمرین+دارونما	۱/۰۶ ± ۰/۰۲	۱/۰۱ ± ۰/۰۱
	تمرین+ عصاره	۱/۰۶ ± ۰/۰۳	۱/۰۱ ± ۰/۰۲
	عصاره برگ انبه	۱/۰۶ ± ۰/۰۳	۱/۰۵ ± ۰/۰۳
	کنترل	۱/۰۴ ± ۰/۰۳	۱/۰۵ ± ۰/۰۳
درصد چربی بدن (درصد)	تمرین+دارونما	۱۹/۷۴ ± ۰/۲۴	۱۶/۳۸ ± ۰/۳۲
	تمرین+ عصاره	۱۹/۶۲ ± ۰/۳۶	۱۶/۲۷ ± ۰/۴۱
	عصاره برگ انبه	۲۰/۰۱ ± ۰/۵۲	۱۹/۲۱ ± ۰/۶۴
	کنترل	۱۹/۸۷ ± ۰/۴۷	۲۰/۰۹ ± ۰/۵۲

میانگین ± انحراف استاندارد



نمودار ۱. متغیر IL-12 در چهار گروه پژوهش

با توجه جدول ۲ و نمودار ۱؛ ملاحظه می گردد میانگین وزن، درصد چربی، BMI، WHR و IL-12 در گروه تمرین+دارونما، گروه تمرین+ عصاره و گروه عصاره از مرحله پیش تا پس آزمون کاهش یافته، در حالی که در گروه کنترل این مقادیر افزایش داشته است.

بررسی تفاوت اولیه میانگین متغیرهای وزن، درصد چربی، واریانس یکراهه (آنوا) انجام و نتایج در جدول ۳ ارائه شد. BMI، WHR و IL-12 در چهار گروه با آزمون تحلیل

جدول ۳. بررسی تفاوت اولیه (پیش آزمون) آزمودنی ها در چهار گروه با آزمون آنوا

متغیر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F آمار	مقدار p
وزن (کیلوگرم)	بین گروهی	۳	۵/۴۵۳	۰/۳۲۴	۰/۷۲۴
	درون گروهی	۴۳	۱۶/۴۲۰		
	مجموع	۴۵			
BMI (کیلوگرم بر مترمربع)	بین گروهی	۳	۴/۴۴۱	۰/۲۱۵	۰/۱۳۵
	درون گروهی	۴۴	۲/۲۱۸		
	مجموع	۴۶			
WHR (سانتی متر)	بین گروهی	۳	۰/۱۰۷	۰/۱۰۷	۰/۵۶۴
	درون گروهی	۳۱	۱/۰۵۹		
	مجموع	۳۶			
درصد چربی بدن (درصد)	بین گروهی	۳	۰/۲۱۵	۰/۱۱۴	۰/۵۴۷
	درون گروهی	۴۲	۱/۱۰۲		
	مجموع	۴۷			
IL-12 (پیکوگرم در میلی لیتر)	بین گروهی	۳	۰/۲۱۴	۰/۲۱۸	۰/۷۵۳
	درون گروهی	۴۱	۲/۳۵۸		
	مجموع	۴۵			

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

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 گروه ها وجود ندارد؛ لذا 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 برگ درخت انبه بر مقادیر وزن، درصد چربی، BMI، WHR و IL-12، میانگین پیش و پس آزمون متغیر در ۴ گروه با استفاده از آزمون تی وابسته مقایسه و نتایج در جدول ۴ ارائه شد.

جدول ۴. بررسی تفاوت وزن، درصد چربی، BMI، WHR و IL-12، پیش و پس آزمون در چهار گروه با آزمون تی وابسته

متغیر	گروه	اختلافات جفت نمونه					مقدار p	درجه آزادی	f آماره
		میانگین	انحراف استاندارد	بازه اطمینان ۹۵٪ برای		میانگین خطای استاندارد			
				بازه بالا	بازه پایین				
وزن (کیلوگرم)	تمرین+دارونما	۵/۷۳	۱/۲۰	۶/۱۳	۹/۳۳	۷/۸۴	۱۲	۰/۰۰۱*	
	تمرین+عصاره	۷/۵۰	۱/۰۶	۷/۱۹	۱۱/۰۰	۱۱/۶۹	۱۲	۰/۰۰۱*	
	عصاره برگ انبه	۱/۰۸	۰/۱۸	-۰/۲۲	۱/۷۴	۱/۳۷	۱۲	۰/۱۲۰	
	کنترل	-۰/۳۷	۰/۲۶	-۱/۱۰	۰/۱۲	-۱/۷۵	۱۲	۰/۱۳۸	
BMI (کیلوگرم مترمربع)	تمرین+دارونما	۱/۹۹	۰/۳۴	۱/۸۹	۳/۲۸	۷/۴۵	۱۲	۰/۰۰۱*	
	تمرین+عصاره	۲/۳۹	۰/۱۷	۲/۵۴	۳/۶۵	۱۱/۵۲	۱۲	۰/۰۰۱*	
	عصاره برگ انبه	۰/۳۴	۰/۰۶	-۰/۱۰	۰/۵۲	۱/۵۵	۱۲	۰/۱۲۷	
	کنترل	-۰/۱۲	-۰/۵۱	-۰/۳۰	۰/۰۳	-۱/۵۳	۱۲	۰/۱۱۰	
WHR (سانتی متر)	تمرین+دارونما	۰/۰۵	۰/۰۲	۱/۰۳	۲/۰۴	۲/۲۲	۱۲	۰/۰۰۱*	
	تمرین+عصاره برگ	۰/۰۵	-۰/۰۳	۱/۰۴	۲/۱۰	۱۱/۸۴	۱۲	۰/۰۱۰*	
	عصاره برگ انبه	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۷	۰/۲۴	۱/۳۸	۱۲	۰/۱۱۱	
	کنترل	-۰/۰۱	۰/۰۰	-۰/۳۵	۰/۰۷	۱/۰۶	۱۲	۰/۲۳۲	
درصد چربی بدن (درصد)	تمرین+دارونما	۳/۳۶	۰/۱۱	۱/۰۹	۴/۱۴	۳/۲۲	۱۲	۰/۰۱۰*	
	تمرین+عصاره برگ	۳/۳۵	۰/۰۶	۱/۱۲	۴/۲۶	۹/۳۴	۱۲	۰/۰۰۱*	
	عصاره برگ انبه	۰/۸۰	۰/۰۴	۰/۱۵	۰/۹۷	۲/۲۷	۱۲	۰/۰۹۹	
	کنترل	-۰/۲۲	۰/۰۹	-۰/۱۲	۰/۵۴	۲/۰۶	۱۲	۰/۱۱۴	
IL-12 (پیکوگرم در میلی لیتر)	تمرین+دارونما	۲/۴۸	۰/۰۷	۱/۱۳	۳/۲۱	۳/۲۲	۱۲	۰/۰۰۱*	
	تمرین+عصاره برگ	۱/۸۶	۰/۰۳	۱/۰۸	۳/۴۲	۷/۳۴	۱۲	۰/۰۰۱*	
	عصاره برگ انبه	۱/۵۸	۰/۱۷	۰/۵۸	۱/۴۸	۲/۱۴	۱۲	۰/۰۰۱*	
	کنترل	-۰/۰۱	-۰/۰۵	-۰/۴۷	۰/۲۹	۲/۰۷	۱۲	۰/۱۰۴	

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

مطابق جدول ۴، مقدار p برای متغیرهای وزن، درصد چربی، BMI، WHR، در گروه های تمرین+دارونما و تمرین+عصاره کمتر از ۰/۰۵ شده و لذا تفاوت معناداری در گروه کنترل بیشتر از ۰/۰۵ شده لذا تفاوت معناداری در گروه کنترل مشاهده نشد.

برای بررسی تغییرات وزن، درصد چربی، BMI، WHR، IL-12 در چهار گروه تمرین+دارونما، تمرین+عصاره، عصاره و کنترل مقادیر متغیر با روش Gain Scoer، اختلاف پیش و پس آزمون در هر چهار گروه محاسبه و با استفاده از تحلیل واریانس یکراهه آزمون شدند، همچنین آزمون لون برای همگنی واریانس ها بکار رفت و نتایج نشان داد، فرض برابری واریانس رعایت شده است. نتایج آزمون تحلیل واریانس یکراهه در جدول ۵ ارائه شد.

مطابق جدول ۴، مقدار p برای متغیرهای وزن، درصد چربی، BMI، WHR، در گروه های تمرین+دارونما و تمرین+عصاره کمتر از ۰/۰۵ شده و لذا تفاوت معناداری در گروه های تمرین+دارونما و تمرین+عصاره در این متغیرها مشاهده می شود، اما مقادیر وزن، درصد چربی، BMI، WHR در گروه عصاره برگ انبه و کنترل از لحاظ آماری کاهش معناداری نشان نداد. مقدار آزمون تی وابسته برای متغیر IL-12 در گروه تمرین+دارونما، تمرین+عصاره و عصاره کمتر از ۰/۰۵ شده، لذا اثر تمرین TRX، تمرین TRX به همراه مصرف عصاره و مصرف عصاره بر مقدار IL-12 پس از انجام و مصرف شش هفته، کاهش معناداری داشته است. مقدار p برای IL-12 در گروه

جدول ۵. بررسی تفاوت تغییرات وزن، درصد چربی، BMI، WHR و IL-12 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			
WHR (سانتی متر)	بین گروهی	۲۲/۰۶۳	۳	۱۲/۳۵۴	۱۸/۹۶۲	*۰/۰۰۱
	درون گروهی	۱۸/۱۴۰	۲۴	۰/۲۶۴		
	کل	۴۶/۳۲۴	۲۷			
درصد چربی بدن (درصد)	بین گروهی	۷۴/۴۵۸	۳	۱۳/۷۸۴	۱۹/۵۷۸	*۰/۰۰۱
	درون گروهی	۱۸/۱۴۲	۴۱	۱/۳۲۴		
	کل	۵۶/۳۶۷	۴۶			
IL-12 (پیکوگرم در میلی لیتر)	بین گروهی	۴۲/۳۵۷	۳	۱۶/۵۸۷	۲۱/۷۴۸	*۰/۰۰۱
	درون گروهی	۱۹/۴۱۸	۴۴	۰/۳۹۷		
	کل	۵۸/۳۸۹	۴۷			

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

مطابق نتایج جدول ۵، مقدار p نتایج آزمون تحلیل واریانس یکراهه برای متغیرهای وزن، درصد چربی، BMI، WHR و IL-12 کمتر از ۰/۰۵ بوده، بنابراین پاسخ مقادیر وزن، درصد چربی، BMI، WHR و IL-12 در بین گروه های پژوهش تفاوت معناداری دارد.

برای مقایسه زوجی گروه ها از آزمون تعقیبی LSD استفاده، که نتایج در جدول ۶ ارائه شد.

جدول ۶. آزمون LSD متغیرهای وزن، درصد چربی، BMI، WHR و IL-12 برای مقایسه زوجی گروه ها

متغیر	گروه	اختلاف میانگین	خطای استاندارد	P
وزن (کیلوگرم)	تمرین	تمرین+عصاره	۰/۸۱	۰/۱۱۲
		عصاره برگ انبه	۰/۸۱	*۰/۰۱۱
		کنترل	۰/۸۱	*۰/۰۰۱
	تمرین+عصاره	عصاره برگ انبه	۰/۸۱	*۰/۰۰۱
		کنترل	۰/۸۱	*۰/۰۰۱
	عصاره برگ انبه	کنترل	۰/۸۱	۰/۱۴۸
BMI (کیلوگرم بر مترمربع)	تمرین	تمرین+عصاره	۰/۲۱	۰/۰۸۷
		عصاره برگ انبه	۰/۳۱	*۰/۰۰۱
		کنترل	۰/۳۱	*۰/۰۰۱
	تمرین+عصاره برگ انبه	عصاره برگ انبه	۰/۲۱	*۰/۰۰۱
		کنترل	۰/۲۱	*۰/۰۰۱
	عصاره برگ انبه	کنترل	۰/۲۱	۰/۱۰۲
WHR (سانتی متر)	تمرین+دارونما	تمرین+عصاره برگ انبه	۰/۱۷	۰/۰۵۵
		عصاره برگ انبه	۰/۱۷	*۰/۰۳۱
		کنترل	۰/۱۷	*۰/۰۱۱
	تمرین+عصاره برگ انبه	عصاره برگ انبه	۰/۱۶	*۰/۰۰۱
		کنترل	۰/۱۷	*۰/۰۰۴
	عصاره برگ انبه	کنترل	۰/۲۴	۰/۱۱۵
درصد چربی بدن (درصد)	تمرین+دارونما	تمرین+عصاره برگ انبه	۰/۱۸	۰/۱۱۴
		عصاره برگ انبه	۰/۱۸	*۰/۰۰۱
		کنترل	۰/۱۸	*۰/۰۰۱
	تمرین+عصاره برگ انبه	عصاره برگ انبه	۰/۱۸	*۰/۰۰۱
		کنترل	۰/۱۸	*۰/۰۱۰
	عصاره برگ انبه	کنترل	۰/۱۸	۰/۱۴۵
IL-12 (پیکوگرم در میلی لیتر)	تمرین+دارونما	تمرین+عصاره برگ انبه	۰/۲۵	*۰/۰۰۱
		عصاره برگ انبه	۰/۲۵	*۰/۰۰۱
		کنترل	۰/۲۵	*۰/۰۰۱
	تمرین+عصاره برگ انبه	عصاره برگ انبه	۰/۲۵	*۰/۰۰۱
		کنترل	۰/۲۵	*۰/۰۰۲
	عصاره برگ انبه	کنترل	۰/۲۵	*۰/۰۱۴

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

همچنین مطابق نتایج فوق، مقادیر IL-12 در گروه تمرین+دارونما نسبت به گروه های 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 داشت 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 تاثیر بسزایی در کاهش مقادیر سرمی IL-12 در مقایسه با گروه کنترل دارد.

نتایج جدول ۶ نشان می دهد: مقادیر وزن، درصد چربی، BMI، WHR، در گروه تمرین+دارونما نسبت به گروه عصاره برگ انبه و کنترل کاهش معناداری داشته 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 داشت اما در مقایسه با گروه تمرین+دارونما تغییرات معناداری نداشت و این بدین معناست که تغییرات در گروه های تمرین+دارونما و تمرین+عصاره تاثیر بسزایی در کاهش وزن، درصد چربی، BMI، WHR نسبت به گروه عصاره و کنترل دارد.

بحث

(۳۷). منظمی و همکاران (۱۳۹۸) مطالعه با موضوع تعیین اثر تمرین همزمان، بر پاسخ عوامل پیش‌التهابی در سرطان سینه و نسبت‌های آنها، به مدت ۲۰-۴۰ دقیقه برای ۸ هفته انجام دادند. نتایج نشان داد که در مقایسه‌ی پیش‌آزمون و پس‌آزمون، کاهش معناداری در سطوح $TNF-\alpha$ و نسبت $TNF-\alpha/IL-12$ در گروه تمرین نسبت به پیش‌آزمون مشاهده شد. اما در مقایسه‌ی پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه تمرینی تغییر معناداری نسبت به پیش‌آزمون و گروه کنترل، در مقادیر $IL-12$ دیده نشد. به نظر می‌رسد می‌توان از نقش کمک درمانی تمرین همزمان جهت بهبود عوامل التهابی در بیماران مبتلا به سرطان سینه استفاده کرد (۳۸). دلاتی و همکاران (۲۰۱۷) به بررسی تأثیر یک دوره تمرین TRX بر نیمرخ لیپیدی و ترکیب بدن افراد دارای اضافه وزن پرداختند؛ بیان داشتند که یک دوره TRX به طور قابل‌توجهی بر شاخص‌های عملکرد و ترکیب بدن تأثیر می‌گذارد (۳۹). اوچیو^۱ و همکاران (۲۰۲۴) به بررسی تأثیر عصاره گیاه زردچوبه بر کاهش نشانگرهای التهابی سرم و هیپرگلیسمی پس از غذا در شرکت کنندگان سالم اما دارای اضافه وزن و قند خون در محدوده نرمال/پیش‌دیابت پرداختند؛ یافته‌های این مطالعه نشان داد که CLE ممکن است التهاب با درجه پایین را کاهش دهد و در نتیجه حساسیت به انسولین و هیپرگلیسمی پس از غذا را بهبود بخشد (۴۰). تان^۲ و همکاران (۲۰۲۳) در یک مطالعه مروری به بررسی تأثیر ورزش بر فاکتورهای التهابی پرداختند؛ نتایج نشان می‌دهد که ورزش ممکن است یک مداخله موثر برای کاهش نشانگرهای پیش‌التهابی و افزایش آدیپونکتین در افراد تحت تأثیر اضافه وزن و چاقی باشد (۴۱). اوه و لی^۳ (۲۰۲۳) به بررسی تأثیر شدت‌های مختلف ورزش هوازی همراه با ورزش مقاومتی بر چربی بدن، نیمرخ لیپیدی و آدیپوکین‌ها در میانسالان چاق پرداختند؛ بیان داشتند 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 تمرینات شدید باشد

هدف از پژوهش، اثر تعاملی شش هفته تمرین TRX و مصرف خوراکی عصاره برگ درخت انبه بر ایتروکین-۱۲ و شاخص‌های آنتروپومتریکی دانشجویان پسر دارای اضافه‌وزن و چاق غیرفعال 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 و دارای اضافه وزن غیرفعال کاهش معنادار ایتروکین-۱۲ را نشان داد. نتایج حاضر همسو با تحقیقات انجام شده توسط فرجی و همکاران (۱۴۰۱) به بررسی تأثیر مکمل عصاره توت فرنگی بر برخی شاخص‌های التهابی متعاقب یک جلسه فعالیت ورزشی مقاومتی و امانده‌ساز پرداختند، آنها بیان داشتند که مکمل عصاره توت فرنگی ممکن است در کاهش استرس اکسایشی سلولی و آسیب سلولی ناشی از فعالیت ورزشی شدید نقش داشته باشد (۳۳). علی‌مرادی و همکاران (۲۰۲۲) به بررسی تأثیر هشت هفته تمرین TRX و CRX بر ترکیب بدن و شاخص‌های نیمرخ لیپیدی پرداختند؛ نتایج این مطالعه حاکی از آن است که هشت هفته تمرینات TRX و CRX در بهبود شاخص‌های ترکیب بدن و پروفایل لیپیدی جوانان دارای اضافه وزن مؤثر است (۳۴). جلالی و همکاران (۲۰۲۱) به بررسی تأثیر استفاده از عصاره چای سبز در کاهش مارکرهای التهابی ناشی از تمرینات مقاومتی پرداختند؛ نتایج مطالعه حاضر 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 در بین آنها شود (۳۵). جباری و کارگرفرد (۱۴۰۰) به بررسی اثر کوتاه مدت مکمل کوئرتسین بر شاخص‌های التهابی و استرس اکسیداتیو افراد فعال پس از فعالیت ورزشی شدید پرداختند؛ آنها بیان داشتند که مکمل کوئرتسین در کاهش التهاب و استرس اکسیداتیو پس از فعالیت ورزشی شدید موثر است (۳۶). واله و همکاران (۲۰۲۰) به بررسی تأثیر هشت هفته تمرین TRX کم، متوسط و شدید بر درصد چربی و استقامت عضلانی پرداختند. کاهش معنی‌دار درصد چربی در گروه TRX با شدت متوسط نسبت به سایر گروه‌های تمرینی مشاهده شد

1. Uchio

2. Tan

3. Oh and Lee

ایفا کند و به طور بالقوه می‌تواند با تمرینات آکواروبیک تعدیل شود (۴۷).

نتایج مطالعه حسینی زاده (۱۳۹۲) یک دوره تمرین استقامتی بر سطوح اینترلوکین-۱۲ نتایج نشان داد که میزان اینترلوکین-۱۲ بافتی در بین گروه های پژوهش تفاوت معناداری دارد (۴۸). در مطالعه کنگ و همکاران (۱۹۹۹) اثر کورکومین بر روی تولید اینترلوکین-۱۲ آزمایش شد، در نتیجه بیان کردند کورکومین با سرکوب تولید اینترلوکین-۱۲ در ماکروفاژها، پروفایل سیتوکین Th1 را در سلول های CD4 T مهار کند و به استفاده درمانی احتمالی کورکومین در بیماری های ایمنی با واسطه Th1 اشاره می کند (۴۹)؛ کاهش مقادیر سرمی اینترلوکین-۱۲ در دانشجویان چاق و دارای اضافه وزن غیرفعال در این مطالعه می تواند نشانه از عدم کاهش پاسخ های مهار کننده TH2 باشد و عملکرد مناسب سلول های TH1 و در نتیجه پاسخ ایمنی سلولی باشد. اینترلوکین-۱۲ با اثرات پلئوتروپیک بر روی ایمنی ذاتی و سازشی است که عمدتاً به وسیله سلول های عرضه کننده آنتی ژن و سلول های فاگوسیتیک، شامل مونوسیت ها و ماکروفاژها، دندریت سل ها، نوتروفیل ها و سلول های B به هنگام عفونت میزبان همانند سایر خانواده اینترلوکین-۱۲ (اینترلوکین ۲۳ و ۲۷) تولید می شود. جایگاه عمده فعالیت اینترلوکین-۱۲ بر روی سلول های T و NK در تکثیر سلولی، تولید $\text{IFN-}\gamma$ ، $\text{TNF-}\alpha$ ، GM-CSF و سایر سایتوکاین ها می باشد که در نتیجه آن فعالیت سیتوتوکسیک این سلول ها افزایش می یابد. اینترلوکین-۱۲ یکی از اصلی ترین سایتوکاین هایی است که پولاریزاسیون سلول های CD4+T را به فنوتیپ Th1 تحریک می کند. به همین خاطر اینترلوکین-۱۲ نقش بسیار مهمی را در تنظیم پاسخ ایمنی سازشی ایفا می کند (۵۰). در اکثر مطالعات عنوان شده است که نقش ضد توموری IL-12 از طریق مسیر وابسته به $\text{IFN-}\gamma$ اعمال می شود، با وجود این گزارش شده است که اثر مستقیم اینترلوکین-۱۲ نیز می تواند اثر ضد توموری سلول های توموری داشته باشد. که در صورت اثر مستقیم این سایتوکاین بر سلول های توموری از افزایش موضعی اینترلوکین-۱۲ می توان برای بهبود روش های واکسیناسیون و ایمنی درمانی برای سرطان

(۴۲). رجکی^۱ و همکاران (۲۰۲۳) به بررسی تاثیر چهار هفته تمرین ترکیبی هوازی مقاومتی بر ترکیب بدن و سطوح آدیپوکین پرداختند نتیجه گرفت که داده های ما نشان می دهد که سطح آدیپونکتین پس از مداخله تمرینات هوازی، مقاومتی و ترکیبی هوازی مقاومتی افزایش و سطوح لپتین کاهش یافت (۴۳). لوپز^۲ و همکاران (۲۰۲۲) در یک مقاله مروری به بررسی تعدیل کنندگان تأثیرات تمرین مقاومتی در بزرگسالان دارای اضافه وزن و چاق پرداختند؛ بیان داشتند که برنامه های مبتنی بر مقاومت ترکیب بدن را بدون توجه به دوز ورزش مقاومتی یا جزء هوازی تجویز شده در بزرگسالان دارای اضافه وزن یا چاق بهبود می بخشد. علاوه بر این، زیر گروه ها بر اساس ویژگی های دموگرافیک، سطوح پایه و وجود محدودیت کالری ممکن است پاسخ های مطلوب تری در ترکیب بدن نشان دهند (۴۴). وانگ و همکاران (۲۰۲۲) به بررسی اثرات ورزش هوازی بر عوامل التهابی در بزرگسالان سالم پرداختند؛ برآوردهای تلفیقی نشان داد که ورزش هوازی با پیشگیری از بیماری های مرتبط با التهاب، تأثیر مثبتی دارد (۴۵). ریبرو^۳ و همکاران (۲۰۲۱) در یک مقاله مروری به بررسی فواید تمرین مقاومتی در نوجوانان چاق پرداختند. بررسی مقالات مختلف نشان داد که پس از برنامه RT نوجوانان قدرت عضلانی، آمادگی قلبی تنفسی، BMI، دور کمر و چربی بدن خود را بهبود بخشیدند. با این حال، حساسیت به انسولین و توده بدون چربی هیچ تغییری نشان نداد (۴۶). لسمانا^۴ و همکاران (۲۰۲۰) به بررسی تاثیر تمرینات آبی بر سطح پلازما اینترلوکین ۱۲ و ارتباط آن با چاقی پرداختند. مشاهده شد که سطح IL-12 سرم توسط سطوح مختلف BMI تغییر می کند و با عوامل دیگری مانند سطح لیپوپروتئین با چگالی کم، سطح کلسترول و نسبت دور کمر ارتباط دارد. جالب توجه است که مشاهده شد که ۱۲ هفته تمرینات آکواروبیک می تواند سطح IL-12 را به میزان قابل توجهی کاهش دهد. روی هم رفته، سطح IL12 ممکن است نقش مهمی در چاقی

1. Rejeki
2. Lopez
3. Ribeiro
4. Lesmana

می تواند روی فعالیت سلول های NK و ماکروفاژها تاثیر بگذارند. همان طور که پیشتر بیان گردید، ترکیبات ضد اکسایشی طی فعالیت و یا بروز بیماری، می تواند از بروز صدمات و آسیب های ناشی از افزایش اکسایشی، التهاب و... جلوگیری نمایند و سبب بهبود فعالیت بیولوژیکی بدن در طول فعالیت ورزشی و بیماری گردند (۵۷، ۵۸، ۵۹).

نتیجه گیری

بر اساس 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-۱۲ دارد. به عبارتی می توان گفت مصرف روزانه ۲ عدد کپسول عصاره برگ درخت انبه به مدت شش هفته می تواند سطوح سرمی اینترلوکین-۱۲ را کاهش دهد و به نظر می رسد تمرین TRX به همراه مصرف عصاره برگ درخت انبه به واسطه کاهش عوامل التهابی، می تواند در کاهش وضعیت التهابی دانشجویان پسر دارای اضافه وزن و چاق غیرفعال و همچنین ترکیب بدنی موثر باشد و بنابراین برای بهبود و بهتر شدن وضعیت التهابی و ترکیب بدنی دارای اضافه وزن و چاق غیرفعال می توان در کنار فعالیت ورزشی از مکمل عصاره برگ درخت انبه استفاده نمود. 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 شاخص های التهابی به مراجعان خود معرفی کنند. پیشنهاد می شود مداخله تمرین TRX و عصاره برگ انبه به عنوان یک روش درمانی جهت کاهش التهاب مزمن در چاقی مورد توجه قرار گیرد. همچنین پیشنهاد می شود در مراکز تندرستی و کنترل وزن، دانشگاه ها مزیت استفاده از تمرین TRX به همراه مصرف عصاره برگ درخت انبه گزارش داده شود. اگر چه مطالعات بیشتری برای مشخص شدن ساز و کارهای فعالیت های ورزشی و مصرف مکمل های دارویی و گیاهی بر روی سایتوکاین اینترلوکین-۱۲ لازم است، ولی نتایج پژوهش حاضر نشان داد که احتمالاً این نقش فعالیت و مکمل در بخشی به دلیل اثر کاهش سایتوکاین ها از جمله اینترلوکین-۱۲ می باشد.

استفاده کرد و بیان شده است که اثر مستقیم اینترلوکین-۱۲ بر روی سلول های توموری از طریق STAT1 اعمال می شود (۵۱). نتایج این پژوهش مغایر با یافته های تقوی و همکاران (۱۳۸۹) که در بیماری های ناشی از مایکو باکتریوم های توبرکلوزیس و غیر توبرکلوزیس پرداختند، به این نتیجه رسیدند که مقادیر سرمی اینترلوکین-۱۲ در بروز بیماری، تأثیر قابل توجهی ندارد (۵۲). در پژوهش فرشته فانی (۱۳۹۰) اثر عصاره سیر در افزایش سیتوکین اینترلوکین-۱۲ در محیط کشت از طریق ماکروفاژها برای دریافت و تخریب لیسمانیا کاربرد قطعی دارد و یک پاسخ ایمنی قطعی محسوب می شود (۵۳). در مطالعه دهکردی و همکاران (۱۳۹۳) سطح سرمی اینترلوکین-۱۲ تفاوت معناداری وجود ندارد (۵۴). در مطالعه منظمی و همکاران (۱۳۹۸) با موضوع تعیین اثر تمرین همزمان، بر پاسخ عوامل پیش التهابی در سرطان سینه برای ۸ هفته انجام دادند. در مقایسه ی پیش آزمون و پس آزمون در گروه تمرینی تغییر معناداری نسبت به پیش آزمون و گروه کنترل، در مقادیر اینترلوکین-۱۲ دیده نشد (۵۵). رهایند و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند فعالیت ورزشی با توجه به زمان اجرا، شدت یا نوع انقباض درگیر در فعالیت، تولید و تکثیر اجزای سلولی و غیر سلولی (سایتوکاین ها) دستگاه ایمنی و زیر مجموعه ها تشکیل دهنده آنها تغییراتی ایجاد می کند (۵۶). جایگاه عمده فعالیت اینترلوکین-۱۲ بر روی سلول های T و NK در تکثیر سلولی، تولید IFN- γ ، GM-CSF، TNF- α و سایر سایتوکاین ها می باشد که در نتیجه آن فعالیت سیتوتوکسیک این سلول ها افزایش می یابد. اینترلوکین-۱۲ یکی از اصلی ترین سایتوکاین هایی است که پولاویزاسیون سلول های CD4+T را به فنوتیپ Th1 تحریک می کند. به همین خاطر اینترلوکین-۱۲ نقش بسیار مهمی را در تنظیم پاسخ ایمنی سازشی ایفا می کند (۵۰) که نتایج مطالعات بیانگر افزایش و عدم تغییر اینترلوکین-۱۲ می باشد، این مغایرت ممکن است به دلیل ناکافی بودن شدت و مدت زمان فعالیت ورزشی، استفاده از آزمودنی های بیمار و تفاوت جنسی که به علت تعدیل پاسخ ایمنی ذاتی توسط هورمون های جنسی باشد. این احتمال وجود دارد که در واقع توسط مطالعات نیز نشان داده شده است که هومون های جنسی از جمله استروژن

ملاحظات اخلاقی

قبل از انجام پژوهش، کد اخلاق به شماره IR.SSRI.REC.1401.1867 از کمیته اخلاق پژوهشگاه علوم ورزشی وزارت علوم اخذ شد. پس از آگاهی کامل آزمودنی ها از نحوه اجرای پژوهش، رضایت نامه کتبی را امضا کردند. ضمناً قبل از اجرای تست تمامی آزمودنی ها از چگونگی انجام تمرین آگاه و ۳ جلسه قبل از شروع زمان تحقیق، جهت آموزش و آشنایی با انجام حرکات TRX تمرین انجام دادند. نتایج آزمایش ها به اطلاع هریک از آزمودنی ها رسید و داده ها نزد پژوهشگر محفوظ ماند.

تشکر و قدردانی

این مطالعه برگرفته از رساله ی دکتری فیزیولوژی ورزش که با حمایت مالی دانشگاه تهران و حمایت اجرایی دانشگاه سیستان و بلوچستان انجام گردید، از معاونت های محترم پژوهشی دانشگاه ها، اساتید محترم گروه علوم ورزشی و تمامی دانشجویان عزیز که با رضایت و داوطلبانه در اجرای این تحقیق همکاری صمیمانه داشتند، تشکر و قدردانی می گردد.

تعارض و منافع

نویسندگان مقاله اعلام می دارند که هیچ گونه تضادی در منافع وجود ندارد.

منابع

- Nammi S, Koka S, Chinnala KM, Boini KM. Obesity: an overview on its current perspectives and treatment options. *Nutrition Journal* 2004;3(1):3-9.
- Mokdad AH, Ford ES, Bowman BA, Dietz WH, Vinicor F, Bales VS, et al. Prevalence of obesity, diabetes, and obesity-related health risk factors, 2001. *Journal of the American Medical Association* 2003;289(1):76-79.
- 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. *Journal of the American Medical Association* 2006;295(2):180-1189.
- Rahimi A, Hojjat S, Besharati A, Shokrgozar A, Masoumi S. The effect of an Aerobic exercise on IL6, CRP and TNF α concentration in women. *Annals of Biological Research* 2012;3(1):125-131.
- Patel A. The role of inflammation in depression. *Psychiatr Danub* 2013;25(2):216-223.
- Frank L, Hat Faludy Z. Peter Konitsm. *Sportovosis Zemele Hungarian Review of Sport Medicine* 1991;32(2):58-9.
- Delavar A. *Statistical methods in psychology and educational sciences*. Tehran, Payam Noor University Publications 1377:118-126.
- Dolati M, Ghazalian F, Abednatanzi H. The effect of a period of TRX training on lipid profile and body composition in overweight women. *International Journal Sport Sciences* 2017;7(1):151-158.
- 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 Medicine Fac University Palacky Olomouc Czech Repub* 2012;156(1):63-69.
- 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(2):14-28.
- 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.
- 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 Chemistry* 2022;14(3):100-130.
- Noratto GD, Bertoldi MC, Krennek K, Talcott ST, Stringheta PC, Mertens-Talcott SU. Anticarcinogenic effects of polyphenolics from mango (*Mangifera indica*) varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2010;58(7):4104-4112.
- 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. *Pharmacological Research* 2008;57(5):332-338.
- 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. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 2020;19(5):2421-2446.

16. Barreto JC, Trevisan MT, Hull WE, Erben G, De Brito ES, Pfundstein B, et al. Characterization and quantitation of polyphenolic compounds in bark, kernel, leaves, and peel of mango (*Mangifera indica* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2008;56(14):5599-5610.
17. 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):131-133.
18. Haqiqi A, Ravasi A, Gaini A, Aminian Razavi T, Hamedia Nia M. The effect of resistance training on cytokines associated with inflammation and insulin resistance in obese men. *Olympic Magazine* 1385;14(2):19-29.
19. 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):156-158.
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 Journal of Biological Sciences* 2022;29(3):1530-1542.
21. 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. *Journal of Applied Physiology* 2004;97(2):612-618.
22. Mooren FC, Blomling D, Lechtermann A, Lerch MM, Volker K. Lymphocyte apoptosis after exhaustive and moderate exercise. *Journal of Applied Physiology* 2002;93(1):147-153.
23. 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. *Journal of the American College of Cardiology* 2003;42(5):861-868.
24. 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. *European Heart Journal* 2001;22(9):791-797.
25. 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. *The American Journal of Clinical Nutrition* 2004;79(4):544-551.
26. 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. *Journal of the American Geriatrics Society* 2004;52(2):37-41.
27. 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. Persian.
28. Mosafieri-Ziaedini M, Ebrahimi K, Amani D, Arabnami Z. Effect of supplementary consumption of coenzyme Q10 on TNF- α serum levels during maximal training. *Journal Ardebil University Medicine Science* 2012;12(3):303-311.
29. Baravati S, Mogharnasi M, Badiakhar H, Rahimi E. Response and compatibility of plasma levels of Nefatin-1, glucose and insulin resistance index to circuit resistance training in obese disabled men. *Institute of Integrative Omics and Applied Biotechnology Journal* 2016; 7(8): 74-81.
30. 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. *Journal Military Medicine* 2020; 22(4):183-92. Persian.
31. 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 Theran Medicine* 2017; 32: 105-108.
32. 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 Medicine Journal* 2020; 10(1):68-79.
33. 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.
34. 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 Physiologh of Movement & Health* 2022;2(1):29-40.
35. Kondori BJ, Ghaleh HEG, Hosseini SM. Effect of green tea extract on exercise-induced inflammatory markers. *Journal of Military Medicine* 2021;23(2):24-35.
36. 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.
37. Valeh S, Fatollahi 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.
38. Monazami a. Determining the effect of simultaneous exercise on the response of pro-inflammatory factors in postmenopausal women with breast cancer. The first national sports science conference with the approach of engineering technical sciences: Ministry of Science, Research and Technology - Isfahan University of Technology 2018.
 39. Dolati M, Ghazalian F, Abednatanzi H. The effect of a period of TRX training on lipid profile and body composition in overweight women. *International Journal Sport Science* 2017;7:151-158.
 40. 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(13):241-296.
 41. 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):147-156.
 42. 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. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2023;20(5):3991.
 43. 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):90-97.
 44. 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. *Medicine and science in sports and exercise*. 2022.
 45. 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. *European Review for Medical & Pharmacological Sciences* 2022;26(12):12-19.
 46. 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 Medicine-Open* 2022;8(1):109.
 47. 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):17.
 48. Hosseini Zadeh A. The effect of an endurance training course on tissue interleukin 12 (IL-12) levels and tissue tumor volume of mice with breast cancer: Islamic Azad University - Islamic Azad University, Central Tehran Branch - Faculty of Physical Education and Sports Sciences; 2013.
 49. Kang B, Song Y, Kim KM, Choe YK, Hwang S, Kim TS. Curcumin inhibits Th1 cytokine profile in CD4+ T cells by suppressing interleukin-12 production in macrophages. *British Journal of Pharmacology* 1999;128(2):380-384.
 50. Tsai J-L, Priya TJ, Hu K-Y, Yan H-Y, Shen S-T, Song Y-L. Grouper interleukin-12, linked by an ancient disulfide-bond architecture, exhibits cytokine and chemokine activities. *Fish & Shellfish Immunology* 2014;36(1):27-37.
 51. Su W, Ito T, Oyama T, Kitagawa T, Yamori T, Fujiwara H, et al. The direct effect of IL-12 on tumor cells: IL-12 acts directly on tumor cells to activate NF- κ B and enhance IFN- γ -mediated STAT1 phosphorylation. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 2001;280(2):503-512.
 52. Taghavi K, Farnia P, Anousheh S, Bayat M, Kazempour M, Masjidi M. Comparison of serum levels of α -TNF, interleukin-10, interleukin-12 and interferon gamma in diseases caused by Mycobacterium tuberculosis and non-tuberculosis. *Scientific Research Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences* 2010;18(4):355-360.
 53. FereshtF. Effect of garlic extract on interleukin-12 and interleukin-10 levels of leishmaniasis-infected macrophages. *Qom University of Medical Sciences* 2011;5(1):83-90.
 54. Ehsan Bakhshian D, Sheikh Shahrokh d. Investigation of serum levels of interleukin 12 in patients with latent hepatitis B infection in Chaharmahal and Bakhtiari province. *The First International Congress and the 13th Iranian Genetic Congress* 2014.
 55. Payande A, Momenpour R, Alipour A, Yari Kh, Payande M. Determining the effect of simultaneous exercise on the response of inflammatory agents in postmenopausal women with breast cancer. *First National Conference on Sports Science with the Approach of Engineering Technical Sciences: Ministry of Science, Research and Technology - Isfahan University of Technology* 2018.
 56. Rhind SG, Castellani JW, Brenner IK, Shephard RJ, Zamecnik J, Montain SJ, et al. Intracellular monocyte and serum cytokine expression is modulated by exhausting exercise and cold exposure. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 2001;281(1):66-75.

57. Andersson J, Jansson J-H, Hellsten G, Nilsson TK, Hallmans G, Boman K. Effects of heavy endurance physical exercise on inflammatory markers in non-athletes. *Atherosclerosis* 2010;209(2):601-605.
58. Germanou EI, Chatzinikolaou A, Malliou P, Beneka A, Jamurtas AZ, Bikos C, et al. Oxidative stress and inflammatory responses following an acute bout of isokinetic exercise in obese women with knee osteoarthritis. *The Knee* 2013;20(6):581-590.
59. Jaydari F, Johari H, Taati M, Asadian P, Alirezai M, Sheikhzadeh F. The effects of fruit extract on catalase activity and lipid peroxidation in the heart and erythrocytes of rats following chronic ethanol consumption. *Journal of Veterinary Research* 2011;3(2):179-183.