

Research Paper

Effect of 8 Weeks of Resistance Training Combined With Pomegranate Extract Supplementation on Resting Metabolic Rate, Hypertrophy, and Muscle Strength of Inactive Male College Students



Meysam Irani¹ , *Roghayeh Afroundeh¹ , Aylar Birar¹

1. Department of Exercise Physiology, Faculty of Education and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.



Citation: Irani M, Afroundeh R, Birar A. [Effect of 8 Weeks of Resistance Training Combined With Pomegranate Extract Supplementation on Resting Metabolic Rate, Hypertrophy, and Muscle Strength of Inactive Male College Students (Persian)]. *Complementary Medicine Journal*. 2022; 12(1):56-69. <https://doi.org/10.32598/cmja.12.1.1116.1>

<https://doi.org/10.32598/cmja.12.1.1116.1>



Article Info:

Received: 17 Oct 2021

Accepted: 01 Mar 2022

Available Online: 01 Apr 2022

Key words:

Body fat percentage, Hypertrophy, Pomegranate, Resting metabolic rate, Resistance training

ABSTRACT

Objective Consumption of pomegranate extract along with resistance training can improve the blood flow, resting metabolism and cause weight loss. However, their effect on body composition and weight control has not been studied. This study aims to investigate the effect of 8 weeks of resistance training combined with pomegranate extract supplementation on resting metabolic rate, hypertrophy and muscle strength of inactive male college students.

Methods In this quasi-experimental study, 42 inactive male college students voluntarily participated after signing a written informed consent form. They were randomly divided into four groups: resistance training (n=11), resistance training + supplementation (n=11), supplementation (n=10), and control (n=10). The resistance training was performed for 8 weeks, 3 sessions per week and included two movements for the upper body (barbell chest press and barbell shoulder press) and two movements for the lower body (leg extension and leg press with machine). The pomegranate extract was consumed at a dose of 100 mL 3 times a week (half an hour before training). Data analysis was performed using one-way analysis of variance with least significant difference post hoc test and paired t-test considering a significance level of $P \leq 0.05$.

Results The rate of muscle hypertrophy (hip circumference) increased significantly after intervention in two groups of resistance training and resistance training + supplementation, which was higher in the combined intervention group ($P=0.001$). The maximum strength in lower body muscles also increased significantly after intervention in these two groups ($P=0.001$). Body fat percentage decreased significantly in the resistance training + supplementation group ($P=0.03$). No significant change was observed in the resting metabolic rate of the study groups ($P>0.05$).

Conclusion It seems that the combination of resistance training with pomegranate extract supplementation increases the muscle strength and hypertrophy in young men.

* Corresponding Author:

Roghayeh Afroundeh

Address: Department of Exercise Physiology, Faculty of Education and Psychology, university of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

Tel: +98 (914) 1532136

E-mail: afroundeh@gmail.com



Extended Abstract

Introduction

High body weight, which is the result of increased body fat percentage due to inactivity, is associated with a variety of chronic diseases such as cardiovascular diseases, diabetes, cancer, and even death.

Therefore, the use of appropriate strategies to reduce body weight and body fat percentage is of great importance. Exercise is one of the best ways for weight loss, which is done alone or in combination with a dietary regime. The use of supplements along with exercise can have more benefits.

The positive effects of pomegranate are attributed to the high concentration of nitrate and polyphenolic compounds. Consumption of pomegranate extract along with endurance training can improve blood flow, increase resting metabolism, and reduce weight. However, the effect of its consumption along with resistance training on body composition and weight control has not been studied. In resistance training, the phosphagen system and anaerobic glycolysis have a greater contribution in energy production and the resources depleted during training are recycled at the time of resting. Therefore, it is possible that increased blood flow by consuming pomegranate extract can increase oxygen debt, a part of which is spent on phosphagen recycling and lactate excretion. On the other hand, the muscle protein synthesis is improved by delivering more essential amino acids to the muscle; consumption of pomegranate extract can help it by improving blood flow. Considering this hypothesis, this study aims to investigate the effect of 8 weeks of resistance training with pomegranate extract supplementation on resting metabolic rate, hypertrophy, and muscle strength of inactive male college students.

Methods

In this quasi-experimental study, 42 inactive male college students participated voluntarily after signing a written informed consent form. They were randomly divided into four groups: resistance training (n=11), resistance training + supplementation (n=11), supplementation (n=10) and control (n=10). The resistance training program was performed for 8 weeks, three sessions per week and included two movements for the upper body (barbell chest press and barbell shoulder press) and two movements for the lower body (leg extension and leg press with machine). The subjects in the resistance training + supplementation group and the supplementation

group consumed 100 mL of pomegranate extract half an hour before the start of training sessions, while the control group did not participate in training. Body fat percentage of the subjects was calculated by measuring the thickness of subcutaneous fat in chest, abdomen and hip using a Caliper (LB RH159 Harpenden Skinfold, England) with an accuracy of 0.2 mm and based on Jackson & Pollock equation. For measuring the muscular hypertrophy (hip circumference), the distance from the large prominent point of the femur to the medial epicondyle of the femur was measured in standing position. Then, the midpoint of this distance was determined. The hip circumference was measured horizontally from this point. The maximum strength in lower body muscles and resting metabolic rate were also measured. Data analysis was performed using one-way analysis of variance with least significant difference post hoc test and paired t-test considering a significance level of $P \leq 0.05$.

Results

The results showed that the rate of muscle hypertrophy (hip circumference) increased significantly after 8 weeks of resistance training alone and resistance training plus pomegranate supplementation, which was higher in the supplementation training + supplementation group ($P=0.001$). The maximum strength in lower body muscles also increased significantly after intervention in two groups of resistance training and resistance training + supplementation ($P=0.001$). Body fat percentage decreased significantly in the resistance training + supplementation group ($P=0.03$). The anti-obesity mechanism of pomegranate extract includes inhibition of pancreatic lipase enzyme activity, suppression and prevention of energy intake, and having antioxidant effects. Another possible reason for reduction of the body fat percentage is the increase in hormones. Elevated catecholamines especially epinephrine is an important feature of resistance training which causes lipolysis and is primarily responsible for the release of free fatty acids from adipose tissue.

Discussion

In the present study, no significant change in body fat percentage was observed in two groups of resistance training and pomegranate extract supplementation. The 8-week period might not be sufficient for the effect of training alone or pomegranate extract supplementation alone; perhaps a longer duration is needed. Moreover, no significant change was observed in resting metabolism of any study groups ($P > 0.05$). An interesting result was that the amount of muscle hypertrophy was higher in the group that consumed pomegranate extract along



with performing resistance training; as a result, the study hypothesis was confirmed. However, more laboratory studies are needed. According to the results of the present study, it can be concluded that the combination of resistance training with pomegranate extract supplementation increases the muscle strength and hypertrophy in young men.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This study was approved by the ethics committee of Ardebil University of Medical Sciences (Code: IR.ARUMS.REC.1398.054).

Funding

This article was extracted from a MA. thesis of first author in Department of Exercise Physiology, Faculty of Education and Psychology, [University of Mohaghegh Ardabili](#), Ardabil.

Authors' contributions

All authors equally contributed to preparing this article.

Conflicts of interest

There is no conflict of interest.

Acknowledgements

The authors would like to thank the [University of Mohaghegh Ardabili](#) for the financial support and all students participated in the study for their cooperation.

مقاله پژوهشی

تأثیر ۸ هفته تمرین مقاومتی به همراه مصرف عصاره انار بر میزان متابولیسم استراحتی، هایپرتروفی و قدرت عضلانی پسران جوان غیرفعال

میثم ایرانی^۱، * رقیه افرونده^۱، آیلار بیرار^۱

۱. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

چکیده

هدف: مصرف عصاره انار به همراه تمرینات استقامتی موجب بهبود جریان خون، افزایش متابولیسم استراحتی و کاهش وزن می‌شود. با این حال تأثیر مصرف آن به همراه تمرینات مقاومتی بر ترکیب بدن و کنترل وزن بررسی نشده است. هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر ۸ هفته تمرین مقاومتی به همراه مصرف عصاره انار بر میزان متابولیسم استراحتی، هایپرتروفی و قدرت عضلانی دانشجویان پسر غیرفعال بود. **روش‌ها:** در این پژوهش نیمه تجربی، ۴۲ نفر از پسران غیرفعال دانشگاه محقق اردبیلی با نمونه‌گیری داوطلبانه انتخاب و پس از کسب رضایت‌نامه کتبی از آن‌ها به‌صورت تصادفی به ۴ گروه تمرین مقاومتی (۱۱ نفر)، تمرین مقاومتی به همراه مصرف عصاره انار (۱۱ نفر)، عصاره انار (۱۰ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند. برنامه تمرین مقاومتی ۸ هفته، ۳ جلسه در هفته و شامل ۲ حرکت برای بالاتنه (پرس سینه هالتر و پرس سرشانه هالتر) و ۲ حرکت برای پایین‌تنه (جلو پا دستگاه و پرس پا دستگاه) اجرا شد. آزمودنی‌های گروه تمرین مقاومتی + عصاره انار (نیم‌ساعت قبل از تمرین) و گروه عصاره انار ۳ بار در هفته و هر بار ۱۰۰ میلی‌لیتر عصاره انار مصرف کردند. تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه (آنووا) با آزمون تعقیبی LSD و تی همبسته در سطح معنی‌داری $P \leq 0.05$ انجام شد. **یافته‌ها:** میزان هایپرتروفی عضلانی (دور ران) پس از ۸ هفته در دو گروه تمرین مقاومتی و تمرین مقاومتی به همراه مصرف عصاره انار افزایش معنی‌داری پیدا کرد که این افزایش در گروه تمرین مقاومتی به همراه مصرف عصاره انار نسبت به گروه تمرین مقاومتی بیشتر بود ($P=0.001$). حداکثر قدرت در عضلات پایین‌تنه آزمودنی‌های هر ۲ گروه تمرین مقاومتی و تمرین مقاومتی به همراه مصرف عصاره انار پس از ۸ هفته به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($P=0.001$). همچنین درصد چربی بدن آزمودنی‌ها در گروه تمرین مقاومتی + عصاره انار به‌طور معنی‌داری کاهش یافت ($P=0.003$). از طرفی تغییر معنی‌داری در متابولیسم استراحتی گروه‌های تحقیق مشاهده نشد ($P>0.05$). **نتیجه‌گیری:** با توجه به نتایج تحقیق حاضر به نظر می‌رسد مصرف عصاره انار به همراه تمرین مقاومتی، اثرات آن را بر قدرت و هایپرتروفی عضلانی افزایش می‌دهد.

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۲۵ دی ۱۴۰۰
تاریخ پذیرش: ۱۰ اسفند ۱۴۰۰
تاریخ انتشار: ۱۲ فروردین ۱۴۰۱

کلیدواژه‌ها:

چربی بدن، هایپرتروفی، انار، میزان متابولیسم استراحتی، تمرین مقاومتی

مقدمه

متابولیسم استراحتی و به وجود آمدن تعادل انرژی مثبت در نتیجه کاهش انرژی مصرفی و درنهایت موجب افزایش وزن خواهد شد [۲]. ارتباط وزن بالای بدن که در زمان بی‌حرکی همراه با افزایش توده چربی بدن است با ابتلا به انواع بیماری‌های مزمن، از جمله انواع بیماری‌های قلبی-تنفسی [۳]، دیابت [۴]، سرطان [۵] و حتی با مرگ [۶] مشخص شده است. بنابراین پیشگیری از این بیماری‌ها با استفاده از راهکارهای مناسب برای کاهش وزن بدن و کاهش درصد چربی بدن از اهمیت بالایی برخوردار است. انجام فعالیت‌های ورزشی یکی از بهترین روش‌ها برای کاهش وزن است که به‌تنهایی یا در ترکیب با رژیم‌های

کنترل وزن و ترکیب بدن در هر سنی از عوامل مهم و اثرگذار بر سلامت فعلی و آتی شخص است که مستلزم حفظ تعادل بین انرژی دریافتی و انرژی مصرفی است. متابولیسم استراحتی (RMR) حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد انرژی مصرفی را تشکیل می‌دهد و بنابراین کاهش یا افزایش آن تأثیر بسزایی بر کل انرژی مصرفی دارد که می‌تواند موجب کاهش یا افزایش وزن شخص شود [۱]. بی‌حرکی یکی از عوامل شناخته‌شده‌ای است که موجب کاهش

1. Resting Metabolic Rate

* نویسنده مسئول:

رقیه افرونده

نشانی: اردبیل، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، گروه فیزیولوژی ورزشی.

تلفن: 98 (914) 1532136

پست الکترونیکی: afroundeh@gmail.com

غذایی تجویز می‌شود. فعالیت ورزشی از ۲ طریق، یکی بالا بردن سهم انرژی مربوط به فعالیت بدنی و دیگری از طریق افزایش سهم میزان متابولیسم استراحتی، به افزایش انرژی مصرفی بدن کمک می‌کند. البته میزان این افزایش به انتخاب نوع تمرین ورزشی و حجم تمرین بستگی دارد [۷]. در گذشته باور بر این بود که تمرینات استقامتی در کاهش وزن و کنترل وزن مؤثرتر از تمرینات مقاومتی هستند، ولی امروزه با توجه به تأثیر حجم عضله بر افزایش میزان متابولیسم استراحتی [۸] گرایش به استفاده از تمرینات مقاومتی به دلیل تأثیر عضله‌سازی آن افزایش پیدا کرده است.

در یک مطالعه به شکل مرور کلی^۲ که در سال ۲۰۲۱ چاپ شده است، ۱۲ مرور سیستماتیک و متآنالیز از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۹ که در مجموع ۱۴۹ مطالعه در مورد تأثیر تمرینات ورزشی بر کاهش وزن را شامل می‌شد، مورد بررسی قرار گرفت. اکثر این متآنالیزها بزرگسالان مرد و زن را مورد مطالعه قرار داده بودند و مدت‌زمان دوره تمرینی در مطالعات از دو هفته تا ۱۲ ماه بود. در ۴ مطالعه متآنالیز تمرین استقامتی، در ۳ متآنالیز تمرین مقاومتی و در ۳ متآنالیز ترکیبی از هر دو نوع تمرین مورد بررسی قرار گرفته بودند. نتایج نشان داد فعالیت ورزشی به کاهش معنی‌دار وزن و چربی بدن و چربی احشایی منجر می‌شود. بین تأثیر تمرین هوازی و تمرین اینتروال با شدت زیاد تفاوتی در کاهش وزن و چربی بدن وجود نداشت و تمرین مقاومتی کاهش توده خالص بدن را در طی کاهش وزن کاهش داد [۹]. در مطالعه دیگری تأثیر ۹ ماه تمرینات مقاومتی همراه با مصرف مکمل‌های پروتئینی بر میزان متابولیسم استراحتی در بزرگسالان سالم بررسی شد. آزمودنی‌ها به ۳ گروه تمرین مقاومتی به همراه مکمل وی، تمرین مقاومتی به همراه مکمل سویا و تمرین مقاومتی به همراه مکمل کربوهیدرات تقسیم شدند. در همه گروه‌ها میزان متابولیسم استراحتی بعد از دوره تمرینی افزایش معنی‌داری را نشان داد، ولی بین گروه‌ها تفاوت معنی‌داری وجود نداشت [۱۰]. لوپز و همکاران در سال ۲۰۲۱ در یک مطالعه متآنالیز که شامل ۲۸ مقاله با ۷۴۷ آزمودنی بود تأثیر تمرینات مقاومتی با شدت کم، متوسط و زیاد را بر قدرت و هایپرتروفی عضلانی در بزرگسالان سالم بررسی کردند و نتیجه گرفتند آزمودنی‌های تمرین‌نکرده هایپرتروفی عضلانی بیشتری از تمرینات مقاومتی کسب کردند و در مورد آزمودنی‌هایی که مقداری سابقه تمرین داشتند، در صورت انجام جلسات تمرینی بیشتر این نتیجه مشاهده شد. افزایش قدرت تنها در تمرینات با شدت زیاد مشاهده شد [۱۱].

استفاده از انواع مکمل‌ها به همراه تمرینات ورزشی به منظور کسب فواید بیشتر همواره مورد توجه بوده است. انار میوه‌ای است که در منطقه خاورمیانه در طب سنتی برای درمان وضعیت‌های التهابی گوناگون استفاده می‌شود [۱۲]. تأثیرات مثبت انار به

غلظت بالای نیترات آن و ترکیبات پلی‌فنلی نسبت داده می‌شود و مصرف آبمیوه یا عصاره انار تکثیر سرطان را کاهش می‌دهد [۱۳، ۱۴]. انار منبع خوبی برای فولیک اسید نیز هست و وجود انواع ویتامین‌ها در انار دلیلی بر قدرت آنتی‌اکسیدانی آن است. همچنین وجود ترکیبات فنولی شامل گالیک اسید، کلروژنیک، کافئیک اسید، فرولیک اسید، اورتو پارا کوماریک اسید، کاتچین، فلوریدزین و کوئرستین در انار آن را به یک آنتی‌اکسیدان قوی تبدیل کرده است [۱۵].

تحقیقات اخیر نشان داد مکمل‌های بر پایه انار می‌توانند عملکرد را در طی ورزش‌های هوازی با افزایش خون‌رسانی (اکسیژن‌رسانی) به عضلات بهبود بخشند [۱۵، ۱۶]. در پژوهشی دیگر در زمینه عصاره انار و عملکرد ورزشی، تأخیر در خستگی در هنگام دوهای با شدت بالا و افزایش قطر عروق و جریان خون را نشان داده شد [۱۶]. علاوه بر این نشان داده شده است که مصرف عصاره انار کوفتگی عضلانی ایجادشده با تمرینات برون‌گرا را در دوره برگشت به حالت اولیه کاهش می‌دهد [۱۵]. بهبود جریان خون با مصرف عصاره انار موجب بهبود اکسیژن‌رسانی و احتمالاً موجب چربی‌سوزی بیشتر می‌شود. در این راستا نشان داده شده است که مصرف عصاره انار به همراه ۸ هفته تمرینات اینتروال توانی افزایش معنی‌داری در میزان متابولیسم استراحتی و کاهش معنی‌داری در درصد چربی بدن به وجود آورد [۱۷].

در جست‌وجوی ما، هیچ مطالعه‌ای در مورد هم‌افزایی اثرات تمرین مقاومتی و مصرف عصاره انار بر بهبود ترکیب بدن پیدا نشد. در تمرینات مقاومتی سیستم فسفاژن و گلیکولیز بی‌هوازی سهم بیشتری در انرژی‌زایی دارند [۱۸] و در دوره‌های استراحتی منابع تخلیه‌یافته در حین تمرین بازیافت و اسید لاکتیک تجمع یافته در بدن دفع می‌شوند [۱۹]. بنابراین احتمال دارد افزایش جریان خون با مصرف عصاره انار موجب افزایش وام اکسیژن شود که بخشی از آن صرف بازیافت فسفاژن و دفع لاکتات می‌شود. از طرفی احتمالاً فرایند عضله‌سازی نیز با تحویل اسید آمینه‌های ضروری بیشتر به عضله بهبود یابد که مصرف عصاره انار با بهبود جریان خون می‌تواند به این امر کمک کند. با در نظر گرفتن این فرضیه، تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر ۸ هفته تمرین مقاومتی به همراه مصرف عصاره انار، بر میزان متابولیسم استراحتی، هایپرتروفی و قدرت عضلانی دانشجویان پسر غیرفعال انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش نیمه‌تجربی از نوع پیش‌آزمون پس‌آزمون با گروه کنترل بود که جامعه آماری آن کلیه دانشجویان غیرفعال دانشگاه محقق اردبیلی بودند که ۴۲ نفر از آن‌ها با نمونه‌گیری داوطلبانه انتخاب شدند. ابتدا با پخش اطلاعیه در همه دانشکده‌های دانشگاه محقق اردبیلی از افراد واجد شرایط و داوطلب دعوت شد به سالن

۱. عضله ران + عضله شکم + عضله سینه = X

$$- ۰/۰۰۰۲۵۷ - ۰/۰۰۰۰۱۶(x^2) + ۰/۰۰۰۰۸۲۶۷[۱۰] = ۱/۱۰۹۳۸۰۰ = \text{درصد چربی [۹]}$$

اندازه‌گیری متابولیسم پایه

همه آزمودنی‌ها در دو مرحله (پیش‌آزمون، پس‌آزمون) تحت ارزیابی متابولیسم استراحتی با استفاده از دستگاه گاز آنالایزر ساخت کشور ایتالیا (Quark b) شرکت COSMED، ایتالیا (Part2001N.COO627-D2-91) قرار گرفتند. دستگاه هر روز از روی مقادیر مرجع در راهنمای کالیبراسیون بررسی می‌شد و در صورت نیاز به کالیبراسیون مجدد دوباره کالیبره می‌شد. دمای آزمایشگاه بین ۲۰ الی ۲۲ درجه سانتی‌گراد بود و شرایط آزمون طوری بود که همه آزمودنی‌ها قبل از آزمون ۸ ساعت خوابیده، ۴۸ ساعت قبل از آزمون هیچ فعالیت بدنی شدید انجام ندهد و برای ۱۲ ساعت قبل از آزمون هیچ غذا و مایعاتی جز آب مصرف نکرده بودند. آزمودنی‌ها بعد از ورود به آزمایشگاه ۱۵ دقیقه استراحت کردند. نحوه اندازه‌گیری بدین صورت بود که دهان‌بند به آزمودنی‌ها وصل بود و به روش مدارباز مقدار اکسیژن مصرفی و دی‌اکسید کربن تولیدی آزمودنی‌ها ۱۵ دقیقه در هر ۱۰ ثانیه به وسیله دستگاه گاز آنالایزر اندازه‌گیری و روی صفحه نمایشگر رایانه نشان داده شد. از میانگین ۱۰ دقیقه آخر این آزمون برای به دست آوردن متابولیسم استراحتی از طریق فرمول شماره ۲ استفاده شد [۲۱].

$$2. RMR=3/941 [VO_2 (L/min)] + 1/106[VCO_2 (L/min)] = Kcal/min$$

اندازه‌گیری میزان هایپرتروفی عضلانی (محیط ران)

با توجه به محدودیت‌های مالی و با توجه به اینکه دور اندام، به‌ویژه در اندام پایین‌تنه در پژوهش‌های متعددی در زمینه فیزیولوژی ورزشی و علم تمرین، به‌عنوان نشان‌دهنده حجم عضله مورد استفاده قرار گرفته است و گزارش شده است که تغییرات در سطح مقطع و حجم عضله با تغییر در دور اندام ارتباط دارد [۲۲]. در پژوهش حاضر نیز از این روش برای بیان هایپرتروفی عضلانی استفاده شد. نحوه اندازه‌گیری به این شکل بود که در حالت ایستاده فاصله بین برجستگی بزرگ استخوان ران تا اپی‌کندید داخلی همان استخوانرا محقق اندازه‌گیری کرد. سپس نقطه میانی این فاصله مشخص شد و به‌صورت افقی از روی نقطه مذکور اندازه‌گیری محیط ران انجام شد.

برنامه تمرین مقاومتی

برنامه تمرین مقاومتی شامل ۸ هفته و در هر هفته ۳ جلسه بود. در آغاز هر جلسه آزمودنی‌ها پس از ۱۰ دقیقه گرم کردن، حرکات معرفی شده که شامل ۴ حرکت بود را اجرا کردند. برنامه

ورزشی دانشگاه مراجعه کنند و سپس از بین افراد مراجعه‌کننده که معیارهای ورود به پژوهش را داشتند ۴۲ نفر انتخاب شدند. حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار جی پاور برای آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه و با اندازه اثر ۰/۸ و سطح معنی‌داری ۰/۰۵، ۳۲ نفر به دست آمد و با در نظر گرفتن ریزش احتمالی آزمودنی‌ها در طی انجام تحقیق ۴۲ نفر در نظر گرفته شد. معیارهای ورود به پژوهش: نداشتن هیچ‌گونه بیماری مزمن، شرکت نکردن در هیچ برنامه ورزشی در ۶ ماه گذشته و محدوده سنی ۱۹ تا ۲۵ سال. معیارهای خروج از پژوهش: شرکت نامنظم در برنامه تمرینی پژوهش حاضر، عدم مصرف منظم عصاره انار در گروه‌های مربوطه و عدم شرکت در جلسات آزمون قبل و بعد از دوره تمرینی.

در ابتدا روش پژوهش به‌صورت کامل به آزمودنی‌ها شرح داده شد و از آن‌ها خواسته شد تا در صورت رضایت پرسش‌نامه‌های مربوط به تندرستی، سلامتی و آمادگی برای شرکت در پژوهش را تکمیل و فرم رضایت‌نامه کتبی را امضا کنند. به آن‌ها اطمینان داده شد که تمام اطلاعات مربوطه محرمانه خواهد ماند و در هر زمانی از پژوهش در صورت عدم تمایل به ادامه همکاری، می‌توانند از پژوهش خارج شوند. آزمودنی‌ها در جلسه بعدی به‌منظور جمع‌آوری اطلاعاتی مانند قد، وزن، فشارخون، ضربان قلب، شاخص‌های آنتروپومتریک و تعیین متابولیسم استراحت به آزمایشگاه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه محقق اردبیلی مراجعه کردند. طول مدت ناشتایی، میزان خواب و عدم مصرف دارو و غیره به‌طور کلی به شکل کتبی در دستور کار آن‌ها قرار گرفت. پیش‌آزمون در طی ۶ روز متوالی از ساعت ۸ صبح الی ۱۲ ظهر انجام گرفت. سپس آزمودنی‌ها به‌صورت تصادفی (به روش جدول اعداد تصادفی) به ۴ گروه شامل گروه تمرین مقاومتی، گروه تمرین مقاومتی به همراه مصرف عصاره انار، گروه مصرف عصاره انار و گروه کنترل تقسیم شدند. گروه‌های تمرینی طبق برنامه‌ای که تشریح خواهد شد ۳ روز در هفته طی ۸ هفته برنامه خود را ادامه دادند و گروه کنترل هم روند عادی زندگی خود را داشتند.

محل برگزاری جلسات تمرینی و مشاوره، سالن تربیت‌بدنی دانشگاه محقق اردبیلی بود و آزمون پایانی همانند پیش‌آزمون اجرا شد. در طول دوره تحقیق آزمودنی‌ها به ۴۰ نفر تقلیل یافتند. این عده برنامه تحقیق را تا پایان اندازه‌گیری نهایی انجام دادند. اندازه‌گیری قد با متر نواری که به دیوار نصب شده بود بدون کفش و به سانتی‌متر محاسبه شد که این اندازه‌گیری فقط در آزمون اولیه انجام شد. سپس آزمودنی‌ها روی ترازو، از نوع ترازوی مکانیکی بیورر آلمان (beurer MS01) رفتند و وزن آن‌ها ثبت شد. درصد چربی بدن آزمودنی‌ها با اندازه‌گیری ضخامت چربی زیرپوستی در ۳ نقطه سینه، شکم و ران با کالیپر (Harpenden Skin Fold مدل LB RH159 با دقت ۰/۲ میلی‌متر ساخت کشور انگلستان) و با استفاده از فرمول جکسون پولاک محاسبه شد. تمام اندازه‌گیری‌ها در سمت راست بدن انجام شد [۲۰] (فرمول شماره ۱).

از آزمون شاپیرو ویلک برای بررسی توزیع طبیعی داده‌ها استفاده شد و نتایج این آزمون نشان داد توزیع داده‌های مربوط به قدرت، هایپرتروفی (دور ران)، میزان متابولیسم استراحتی و درصد چربی بدن طبیعی است ($P > 0.05$). برای مقایسه تغییرات قدرت، هایپرتروفی و درصد چربی بدن در بین گروه‌ها از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه (آنووا) و آزمون تعقیبی LSD و برای اندازه‌گیری اختلافات درون گروهی از روش آماری تی همبسته استفاده شد. اطلاعات با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ تجزیه و تحلیل و ترسیم شکل‌ها و نمودارها با نرم‌افزار اکسل انجام شد. همچنین سطح معنی‌داری آزمون‌ها در این پژوهش $P \leq 0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در جدول شماره ۱ میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های جسمانی آزمودنی‌ها شامل سن، قد، وزن، ضربان قلب استراحتی و فشارخون ارائه شده است. هیچ تفاوت معنی‌داری برای این متغیرها در پیش‌آزمون بین گروه‌های تحقیق وجود نداشت ($P < 0.05$).

با توجه به طبیعی بودن توزیع داده‌ها ($P > 0.05$) و همگنی واریانس‌ها ($P > 0.05$) از آزمون پارامتریک برای تحلیل داده‌ها استفاده شد. نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه (آنووا) نشان داد که بعد از ۸ هفته بین داده‌های هایپرتروفی عضلانی (دور ران) گروه‌های تحقیق تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P = 0.001$ ، $F = 10.85$) و نتایج آزمون تعقیبی LSD نشان داد که بین گروه تمرین مقاومتی و تمرین مقاومتی + عصاره انار تفاوت معنی‌داری وجود دارد و افزایش دور ران در گروه تمرین مقاومتی + عصاره انار بیشتر از گروه تمرین مقاومتی بود ($P = 0.001$). این تغییرات در تصویر شماره ۱ نشان داده شده است.

همان‌طور که در تصویر شماره ۲ نشان داده شده است قدرت عضلانی پایین‌تنه بعد از ۸ هفته در گروه‌های تحقیق به‌طور معنی‌داری متفاوت بود ($P = 0.001$ ، $F = 9.85$) و نتایج آزمون تعقیبی LSD نیز نشان داد تفاوت بین گروه تمرین مقاومتی و گروه تمرین مقاومتی + عصاره انار معنی‌داری است و افزایش میزان قدرت عضلانی در گروه تمرین مقاومتی + عصاره انار بیشتر از گروه تمرین مقاومتی بود ($P = 0.001$).

تنها در گروه تمرین مقاومتی + عصاره انار تفاوت معنی‌داری بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون درصد چربی بدن وجود داشت ($P = 0.03$) و پس از ۸ هفته کاهش معنی‌دار یافت. تفاوت درصد چربی بدن بعد از ۸ هفته بین ۴ گروه تحقیق معنی‌دار بود ($P = 0.001$ ، $F = 11.22$) و با توجه به نتایج آزمون تعقیبی LSD مشخص شد که درصد چربی بدن در گروه تمرین مقاومتی + عصاره انار تفاوت معنی‌داری با سایر گروه‌های تحقیق دارد ($P = 0.001$) و از همه گروه‌ها کمتر است (تصویر شماره ۳).

تمرینی شامل ۲ حرکت برای بالاتنه و ۲ حرکت برای پایین‌تنه بود. حرکات بالاتنه شامل پرس سینه هالتر و پرس سرشانه هالتر بود و حرکات پایین‌تنه شامل جلو پا دستگاه و پرس پا دستگاه بود. هر یک از حرکات موردنظر در ۳ نوبت و در هر نوبت با ۸ تا ۱۰ تکرار اجرا شد. بار تمرین بر اساس ۶۰ تا ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه تنظیم شده بود. استراحت بین هر نوبت نیز ۲ دقیقه در نظر گرفته شده بود. در طول برنامه تمرینی در هر جلسه، هم‌زمان با افزایش قدرت آزمودنی‌ها بار تمرین نیز افزایش می‌یافت (پس از اندازه‌گیری مجدد یک تکرار بیشینه و تعیین ۶۰ تا ۸۰ درصد آن). به این صورت که هنگامی که هر یک از آزمودنی‌ها در هر یک از حرکات موردنظر توانایی کامل کردن بیش از ۸ تا ۱۰ تکرار را به دست می‌آورد، وزنه مورد استفاده به اندازه‌ای افزایش می‌یافت تا آزمودنی مجدداً تنها قادر به اجرای ۸ تا ۱۰ تکرار باشد. برای کاهش خطر آسیب‌دیدگی، ۲ هفته اول تمرینات به‌منظور آشنایی آزمودنی‌ها با تکنیک صحیح و ایجاد سازگاری با تمرینات، با شدت پایین‌تری انجام شد و ۶ هفته بعدی تمرینات، برای ایجاد هایپرتروفی انجام شد.

آزمون یک تکرار بیشینه (میلی متر بر جیوه ۱)

با توجه به اینکه آزمودنی‌های شرکت‌کننده در این تحقیق غیرورزشکار بودند، به‌منظور جلوگیری از آسیب آزمودنی‌ها در آزمون‌های یک تکرار بیشینه (حداکثر قدرت) همه حرکات با استفاده از فرمول شماره ۳ و تکرارهای مختلف زیر بیشینه محاسبه شد. نحوه اندازه‌گیری به این صورت بود که یک وزنه زیر بیشینه طوری انتخاب می‌شد که آزمودنی تمرین آن وزنه را بیشتر از ۶ الی ۸ تکرار نتواند انجام دهد. سپس با قرار دادن مقدار وزنه و تعداد تکرارها در فرمول شماره ۳ حداکثر قدرت آزمودنی‌ها در حرکات مختلف به دست آمد [۲۳].

$$3. \text{وزنه} \frac{\text{حداکثر قدرت}}{1.002 \text{ (تکرار)}}$$

مصرف عصاره انار

گروه تمرین مقاومتی + عصاره انار و گروه عصاره انار، ۳ بار در هفته (روزهای تمرین) نیم‌ساعت قبل از تمرین ۱۰۰ میلی‌لیتر عصاره انار مصرف کردند [۱۴]. عصاره انار استفاده‌شده آب انار خالص بود که روز قبل از تمرین خود محقق از میوه انار گرفته بود و در یخچال نگهداری می‌شد. روز تمرین ۱۰۰ میلی‌لیتر از آن با بشر اندازه‌گیری شد و در لیوان یک‌بار مصرف به آزمودنی‌ها داده می‌شد. گروه عصاره انار هم دقیقاً همان زمان در سالن ورزشی دانشگاه محقق اردبیلی حاضر می‌شدند و ۱۰۰ میلی‌لیتر از آب انار آماده‌شده را مصرف می‌کردند، ولی در تمرینات ورزشی شرکت نمی‌کردند.

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار برخی ویژگی‌های فردی و جسمانی آزمودنی‌ها

متغیر	میانگین \pm انحراف معیار		
	کنترل	عصاره انار	تمرین مقاومتی + عصاره انار
سن (سال)	۲۱ \pm ۱/۱۹	۲۲ \pm ۱/۳۳	۲۲ \pm ۱/۵۵
قد (سانتی‌متر)	۱۷۶/۳۵ \pm ۵/۴۵	۱۷۶/۵۵ \pm ۴/۲۰	۱۷۵/۲۰ \pm ۶/۸۰
وزن (کیلوگرم)	۷۶/۲۵ \pm ۲/۶۰	۷۷/۱۰ \pm ۲/۴۰	۷۷/۴۴ \pm ۲/۷۵
فشارخون (میلی‌متر بر جیوه)	۱۲/۸۰ \pm ۰/۶۵	۱۲/۸۰ \pm ۰/۷۵	۱۲/۷۰ \pm ۰/۷۸
ضربان قلب (ضربه در دقیقه)	۷۸ \pm ۶/۷۸	۷۷ \pm ۴/۸۰	۸۰ \pm ۶/۱۰



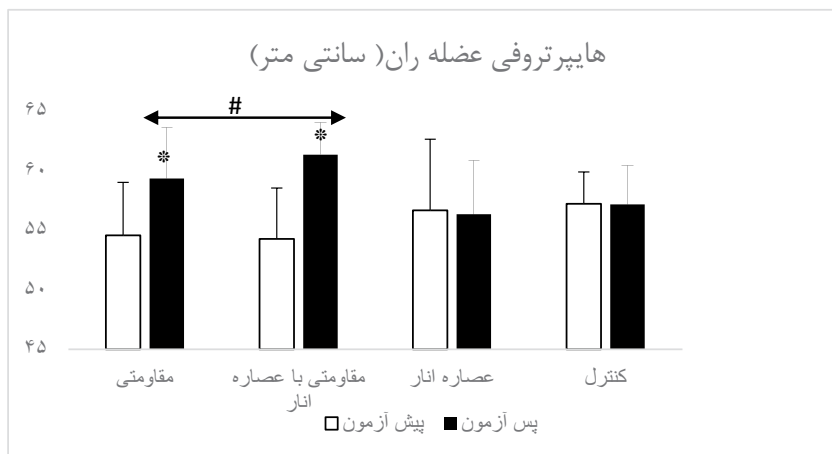
معنی‌داری نشان داد. از طرفی میزان متابولیسم استراحتی نیز فقط در همین گروه افزایش پیدا کرد که این افزایش غیرمعنی‌دار بود.

افزایش قدرت بعد از انجام هشت هفته تمرین مقاومتی در تحقیق حاضر هم راستا با تحقیق هامارسلند و همکاران است که در آن آزمودنی‌ها در دو گروه تمرین مقاومتی با حجم یکسان در هفته ولی با تواتر تمرین متفاوت (۲ روز در هفته در مقابل ۴ روز در هفته)، ۹ هفته تمرین مقاومتی شدید با کل بدن را انجام دادند. قدرت عضلانی اسکات پشت و پرس سینه در هر ۲ گروه افزایش یافت و تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها مشاهده نشد [۲۴]. به‌طور کلی مشخص شده است اگر حجم و شدت تمرینات به میزان کافی باشد، با تئوری «تحریک تنش» کسب قدرت می‌تواند توجیه‌پذیر و قابل حصول باشد [۲۵]. در واقع فرایند کسب قدرت به ۲ بخش تغییر در عملکرد عصبی (فراخوانی واحدهای حرکتی، توالی شلیک، هماهنگی و فعالیت بازتابی) و در نهایت تغییرات

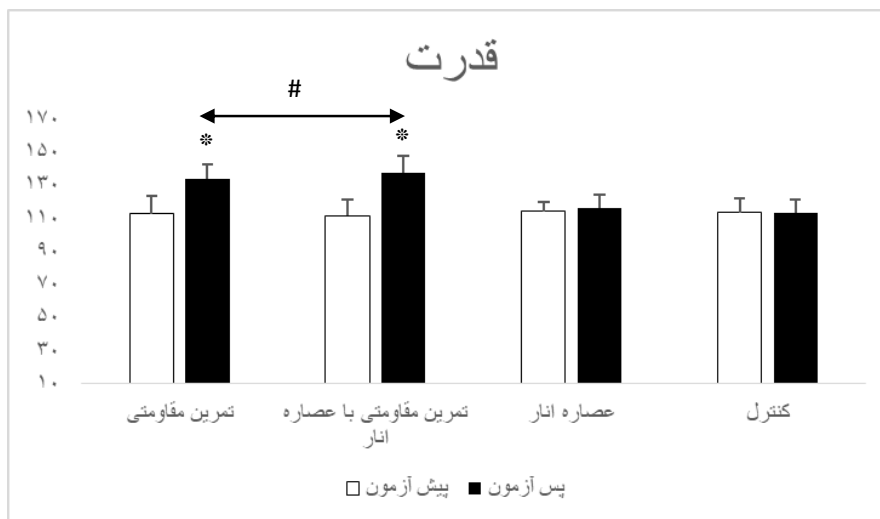
در تصویر شماره ۴ تغییرات میزان متابولیسم استراحتی قبل و بعد از ۸ هفته تمرین مقاومتی به همراه مصرف عصاره انار در گروه‌های تحقیق نشان داده شده است. تفاوت معنی‌داری بین میزان متابولیسم استراحتی گروه‌های تحقیق در پس‌آزمون مشاهده نشد ($P=0/870$).

بحث

در تحقیق حاضر تأثیر ۸ هفته تمرین مقاومتی به همراه مصرف عصاره انار بر میزان متابولیسم استراحتی، درصد چربی بدن، هایپرتروفی و قدرت عضلانی دانشجویان پسر غیرفعال مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد تمرین مقاومتی موجب افزایش قدرت و هایپرتروفی عضلانی می‌شود که این افزایش در گروه تمرین مقاومتی به همراه مصرف عصاره انار بیشتر از گروه تمرین مقاومتی به تنهایی بود. ولی درصد چربی بدن آزمودنی‌ها فقط در گروه تمرین مقاومتی به همراه مصرف عصاره انار کاهش



تصویر ۱. میزان هایپرتروفی عضله ران (دور ران) قبل و بعد از ۸ هفته تمرین مقاومتی به همراه مصرف عصاره انار در گروه‌های تحقیق * تغییر معنی‌دار نسبت به پیش‌آزمون است؛ # نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین پس‌آزمون ۲ گروه تمرین مقاومتی و تمرین مقاومتی + عصاره انار.



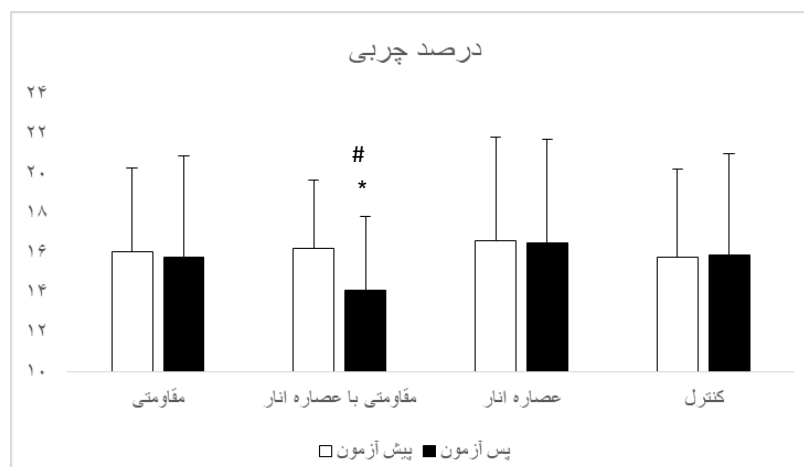
تصویر ۲. میزان قدرت عضلات پا قبل و بعد از ۸ هفته تمرین مقاومتی به همراه مصرف عصاره انار در گروه‌های تحقیق

* تغییر معنی‌دار نسبت به پیش‌آزمون است؛ # نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین پس‌آزمون ۲ گروه تمرین مقاومتی و تمرین مقاومتی + عصاره انار

در مطالعه مروری عمار و همکاران در سال ۲۰۱۸ گزارش شده است. با این حال برخی مطالعات هم مصرف انار را به عنوان یک مکمل مفید و اثربخش توصیه نمی‌کنند. از جمله کروم و همکاران [۲۸] اعلام کردند که با بررسی تأثیر مصرف انار بر زمان رسیدن به واماندگی در دوچرخه‌سواران تمرین کرده هیچ تغییری در عملکرد با مصرف انار مشاهده نشد که در تناقض با نتیجه تحقیق حاضر است. علت تفاوت را می‌توان به تفاوت میزان دُز مصرفی عصاره انار و طول دوره مصرف آن در ۲ مطالعه نسبت داد.

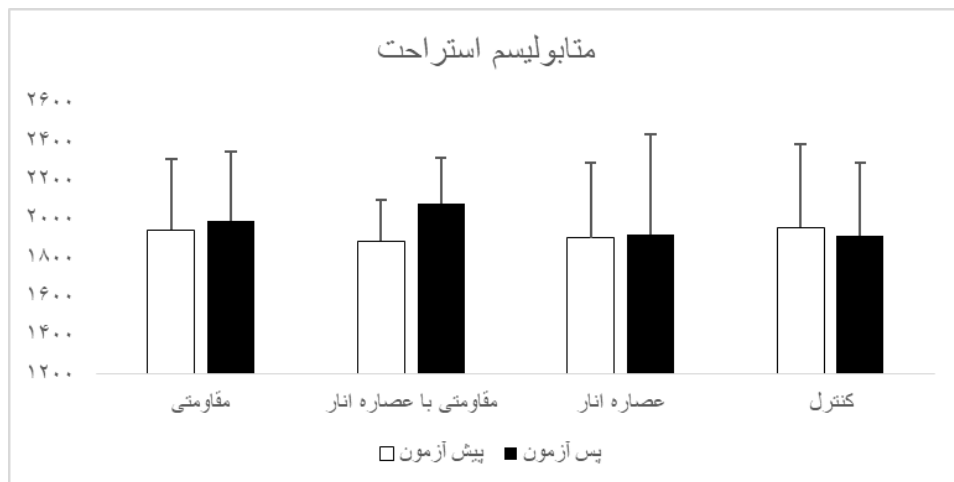
افزایش معنی‌دار هایپرتروفی عضلانی در گروه تمرین مقاومتی و تمرین مقاومتی به همراه عصاره انار در پژوهش حاضر همسو

مورفولوژی و سطح مقطع عضلانی بستگی دارد. بنابراین به علت سازگاری‌های عصبی سریع، قدرت عضلانی به‌طور قابل توجهی در هفته‌های ابتدایی تمرین افزایش می‌یابد [۲۶]. همچنین هم‌راستا با نتایج تحقیق ترامبولد و همکاران [۲۷] مصرف عصاره انار کسب قدرت عضلانی را در تحقیق حاضر افزایش داد. در تحقیق آن‌ها ۱۷ مرد تمرین مقاومتی کرده به ۲ گروه عصاره انار و پلاسبو تقسیم شدند و ۳ ست ۲۰ تکراری از تمرین برون‌گرای آرنج و ۶ ست از تمرین برون‌گرای زانو را انجام دادند. قدرت خم‌کننده‌های آرنج ۲، ۲۴، ۴۸، ۷۲، ۹۶ و ۱۶۸ ساعت بعد از تمرین در گروه عصاره انار به‌طور معنی‌داری بیشتر از گروه پلاسبو بود. بهبود عملکرد ورزشی استقامتی و مقاومتی به‌دنبال مصرف عصاره انار



تصویر ۳. درصد چربی بدن قبل و بعد از ۸ هفته تمرین مقاومتی به همراه مصرف عصاره انار در گروه‌های تحقیق

* تغییر معنی‌دار نسبت به پیش‌آزمون است؛ # نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین پس‌آزمون گروه تمرین مقاومتی + عصاره انار با سایر گروه‌هاست



تصویر ۴. میزان متابولیسم استراحت بدن قبل و بعد از ۸ هفته تمرین مقاومتی به همراه مصرف عصاره انار در گروه‌های تحقیق



افزایش کاتکولامین‌ها به هنگام تمرین مقاومتی ویژگی مهم این نوع فعالیت است، به‌ویژه اپی‌نفرین که باعث لیپولیز می‌شود و مسئول اصلی رهاسازی FFA از بافت چربی است. پاسخ هورمون رشد به فعالیت مقاومتی قابل توجه است. بعد از فعالیت، غلظت این هورمون ۱۰ برابر بیشتر از حالت استراحت می‌شود که لیپولیز را افزایش می‌دهد [۳۱]. هورمون‌های تولیدشده از بافت چربی نقش حیاتی در تنظیم و مصرف انرژی و متابولیسم چربی و کربوهیدرات دارند. در مطالعه‌ای که با هدف تعیین اثرات ضدچاقی عصاره انار در موش‌های چاق انجام گرفت موش‌های نر و ماده با رژیم غذایی پرچرب تغذیه شدند. در این مطالعه ۵ هفته به موش‌های تجربی نیم‌میلی‌لیتر امولسیون لپید و ۸۰۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن عصاره انار در همان زمان داده شد. وزن بدن و میزان مصرف روزانه غذای این حیوانات طی دوره آزمایش به‌طور مرتب ثابت شد. کلسترول تام سرم، گلوکز، تری‌گلیسیرید و کلسترول لیپوپروتئین با چگالی بالا پس از ۵ هفته اندازه‌گیری شد. گروه تحت درمان با عصاره انار بعد از ۵ هفته کاهش معنی‌داری در وزن بدن، انرژی مصرفی و درصد چربی بدن و تری‌گلیسیرید، کلسترول تام و سطح گلوکز سرم نشان دادند. عصاره انار در کاهش اشتها، موش‌های چاق که رژیم غذایی پرچربی داشتند مؤثر بود، اما در موش‌هایی که از رژیم غذایی طبیعی برخوردار بودند تأثیری نداشت [۳۲]. در مطالعه حاضر تغییر معنی‌دار درصد چربی بدن در گروه تمرین مقاومتی و گروه عصاره انار مشاهده نشد. احتمال دارد دوره ۸ هفته‌ای انتخاب‌شده در تحقیق حاضر برای اثرگذاری تمرین به‌تنهایی و یا عصاره انار به‌تنهایی کافی نبوده باشد و نیاز به دوره‌های طولانی‌تر باشد. باین‌حال به نظر می‌رسد با ترکیب تمرین و عصاره انار می‌توان تأثیرات مطلوب موردانتظار را در دوره ۸ هفته‌ای به دست آورد.

با تئوری سازگاری با تمرینات مقاومتی است که در آن به شروع فرایند هایپرترافی از همان هفته‌های آغازین تمرینات مقاومتی اشاره می‌شود [۲۶]. ناآشنایی آزمودنی‌ها با تمرینات مقاومتی به ایجاد فشار و استرس بالاتر و در نتیجه پاسخ‌های فیزیولوژیک بیشتر منجر می‌شود. در تحقیق حاضر نیز آزمودنی‌ها هیچ سابقه تمرین مقاومتی نداشتند و بنابراین از تمرینات استفاده‌شده در تحقیق نتیجه گرفتند. از طرفی قدرت با حجم عضلانی رابطه دوطرفه و مستقیمی دارد و هر کدام می‌تواند علت دیگری باشد. به عبارت دیگر قدرت بالاتر در نتیجه حجم عضلانی بیشتر تولید می‌شود و از طرفی توانایی جابه‌جایی بارهای سنگین‌تر و یا همان قدرت بالاتر به افزایش حجم عضلانی منجر می‌شود [۲۹]. نتیجه جالبی که در تحقیق حاضر به دست آمد بیشتر بودن مقدار هایپرترافی عضلانی در گروهی بود که به همراه تمرین عصاره انار مصرف کرده بودند و در نتیجه فرضیه در نظر گرفته شده محققین مطالعه حاضر تأیید شد. با این حال مکانیسم‌های احتمالی این فرضیه نیاز به مطالعه دقیق‌تر آزمایشگاهی دارد که پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده بررسی شود.

یکی دیگر از نتایج پژوهش حاضر کاهش درصد چربی بدن پس از تمرینات مقاومتی به همراه مصرف عصاره انار بود. مکانیسم‌های ضدچاقی عصاره انار شامل مهار فعالیت آنزیم لیپاز پانکراسی، سرکوب و جلوگیری از دریافت انرژی و همچنین اثرات آنتی‌اکسیدانی آن است. گزارش شده است که مواد موجود در عصاره انار (الازیک اسید و تانیک اسید) شبیه داروی اورلیستات عمل می‌کند و با مهار فعالیت آنزیم لیپاز پانکراسی جذب چربی را کاهش و دفع آن را در مدفوع افزایش می‌دهد. همچنین عصاره انار شبیه سیبوترامین عمل می‌کند و سرکوبگر اشتهاست. ترکیبات فنلی موجود در عصاره انار از جمله الازیک اسید، آنتوسیانین و پونیکالازین خاصیت آنتی‌اکسیدانی دارند [۳۰]. مکانیسم احتمالی دیگر در کاهش درصد چربی بدن به‌خاطر افزایش هورمون‌هاست.



نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج پژوهش حاضر می‌توان نتیجه‌گیری کرد که ۸ هفته تمرین مقاومتی به همراه مصرف عصاره انار بیشتر از تمرین مقاومتی (به تنهایی) باعث افزایش قدرت، هایپر تروفی و کاهش درصد چربی بدن می‌شود.

از محدودیت‌های تحقیق حاضر عدم خون‌گیری و اندازه‌گیری متغیرهای خونی مرتبط با هایپر تروفی عضلانی به دلیل مشکلات مالی، عدم کنترل دقیق تغذیه و استرس روحی آزمودنی‌ها بود. پیشنهاد می‌شود تحقیقی مشابه همراه با اندازه‌گیری میوستاتین و فاکتور رشد شبه‌انسولینی در خون انجام شود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این مطالعه قبل از اجرا در کمیته اخلاقی دانشگاه علوم پزشکی اردبیل تأیید شد و دارای کد اخلاقی IR.ARUMS.REC.1398.054 است.

حامی مالی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول در رشته فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی است و حامی مالی آن دانشگاه محقق اردبیلی است.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در طراحی، اجرا و نگارش همه بخش‌های پژوهش حاضر مشارکت داشته‌اند.

تعارض منافع

هیچ تعارض منافی بین نویسندگان وجود ندارد.

تقدیر و تشکر

نویسندگان از حمایت مالی دانشگاه محقق اردبیلی و همکاری همه دانشجویانی که در مطالعه شرکت کردند تشکر می‌کنند.



References

- [1] Carlson SA, Fulton JE, Pratt M, Yang Z, Adams EK. Inadequate physical activity and health care expenditures in the United States. *Progress in Cardiovascular Diseases*. 2015; 57(4):315-23. [DOI:10.1016/j.pcad.2014.08.002] [PMID] [PMCID]
- [2] Piaggi P, Thearle MS, Krakoff J, Votruba SB. Higher daily energy expenditure and respiratory quotient, rather than fat-free mass, independently determine greater ad libitum overeating. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2015; 100(8):3011-20. [DOI:10.1210/jc.2015-2164] [PMID] [PMCID]
- [3] Cercato C, Fonseca FA. Cardiovascular risk and obesity. *Diabetology & Metabolic Syndrome*. 2019; 11(1):1-5. [DOI:10.1186/s13098-019-0468-0] [PMID] [PMCID]
- [4] Cantley NW, Lonnen K, Kyrou I, Tahrani AA, Kahal H. The association between overweight/obesity and double diabetes in adults with type 1 diabetes; a cross-sectional study. *BMC Endocrine Disorders*. 2021; 21(1):1-7. [DOI:10.1186/s12902-021-00851-1] [PMID] [PMCID]
- [5] Avgerinos KI, Spyrou N, Mantzoros CS, Dalamaga M. Obesity and cancer risk: Emerging biological mechanisms and perspectives. *Metabolism*. 2019; 92:121-35. [DOI:10.1016/j.metabol.2018.11.001] [PMID]
- [6] Abdelaal M, le Roux CW, Docherty NG. Morbidity and mortality associated with obesity. *Annals of Translational Medicine*. 2017; 5(7):161. [DOI:10.21037/atm.2017.03.107] [PMID] [PMCID]
- [7] Paravidino VB, Mediano MF, Sichieri R. Physical Exercise, Energy Expenditure and Weight Loss: An Assumption not Always Observed in Practice. *International Journal of Cardiovascular Sciences*. 2021. [DOI:10.36660/ijcs.20200090]
- [8] Soares MJ, Müller MJ. Resting energy expenditure and body composition: critical aspects for clinical nutrition. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2018; 72(9):1208-14. [DOI:10.1038/s41430-018-0220-0] [PMID]
- [9] Bellicha A, van Baak MA, Battista F, Beaulieu K, Blundell JE, Busetto L, Carraça EV, Dicker D, Encantado J, Ermolao A, Farpour-Lambert N. Effect of exercise training on weight loss, body composition changes, and weight maintenance in adults with overweight or obesity: An overview of 12 systematic reviews and 149 studies. *Obesity Reviews*. 2021; 22:e13256. [DOI:10.1111/obr.13256]
- [10] Aristizabal JC, Freidenreich DJ, Volk BM, Kupchak BR, Saenz C, Maresh CM, Kraemer WJ, Volek JS. Effect of resistance training on resting metabolic rate and its estimation by a dual-energy X-ray absorptiometry metabolic map. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2015; 69(7):831-6. [DOI:10.1038/ejcn.2014.216] [PMID]
- [11] Lopez P, Radaelli R, Taaffe DR, Newton RU, Galvão DA, Trajano GS, et al. Resistance training load effects on muscle hypertrophy and strength gain: Systematic review and network meta-analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2021; 53(6):1206. [DOI:10.1249/MSS.0000000000002585] [PMID] [PMCID]
- [12] Adams LS, Zhang Y, Seeram NP, Heber D, Chen S. Pomegranate ellagitannin-derived compounds exhibit antiproliferative and antiaromatase activity in breast cancer cells in vitro. *Cancer Prevention Research*. 2010; 3(1):108-13. [DOI:10.1158/1940-6207.CAPR-08-0225] [PMID] [PMCID]
- [13] Lavoro A, Falzone L, Gattuso G, Salemi R, Cultrera G, Leone GM, Scandurra G, Candido S, Libra M. Pomegranate: A promising avenue against the most common chronic diseases and their associated risk factors. *International Journal of Functional Nutrition*. 2021; 2(2):1-2. [DOI:10.3892/ijfn.2021.16]
- [14] Roelofs EJ, Smith-Ryan AE, Trexler ET, Hirsch KR, Mock MG. Effects of pomegranate extract on blood flow and vessel diameter after high-intensity exercise in young, healthy adults. *European Journal of Sport Science*. 2017; 17(3):317-25. [DOI:10.1080/17461391.2016.1230892] [PMID] [PMCID]
- [15] Ammar A, Bailey SJ, Chtourou H, Trabelsi K, Turki M, Hökelmann A, Souissi N. Effects of pomegranate supplementation on exercise performance and post-exercise recovery in healthy adults: a systematic review. *British Journal of Nutrition*. 2018; 120(11):1201-16. [DOI:10.1017/S0007114518002696] [PMID]
- [16] Trexler ET, Smith-Ryan AE, Melvin MN, Roelofs EJ, Wingfield HL. Effects of pomegranate extract on blood flow and running time to exhaustion. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2014; 39(9):1038-42. [DOI:10.1139/apnm-2014-0137] [PMID] [PMCID]
- [17] Irani M, Afroundeh R, Bolboli L, Seifkishahr F. [The effect of 8 weeks power interval training with pomegranate extract consumption on body composition and some related factors in inactive male students (Persian)]. *Knowledge and Health*. 14(4):2-11. <https://www.sid.ir/en/Journal/ViewPaper.aspx?ID=903915>
- [18] Vianna JM, Lima JP, Saavedra FJ, Reis VM. Aerobic and anaerobic energy during resistance exercise at 80% 1RM. *Journal of Human Kinetics*. 2011; 29:69. [DOI:10.2478/v10078-011-0061-6] [PMID] [PMCID]
- [19] João GA, Almeida GP, Tavares LD, Kalva-Filho CA, Junior NC, Pontes FL, et al. Acute behavior of oxygen consumption, lactate concentrations, and energy expenditure during resistance training: Comparisons among three intensities. *Frontiers in Sports and Active Living*. 2021; 3. [DOI:10.3389/fspor.2021.797604] [PMID] [PMCID]
- [20] Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *British Journal of Nutrition*. 1978; 40(3):497-504. [DOI:10.1079/BJN19780152] [PMID]
- [21] Delsoglio M, Achamrah N, Berger MM, Pichard C. Indirect calorimetry in clinical practice. *Journal of Clinical Medicine*. 2019; 8(9):1387. [DOI:10.3390/jcm8091387] [PMID] [PMCID]
- [22] Housh DJ, Housh TJ, Weir JP, Weir LL, Johnson GO, Stout JR. Anthropometric estimation of thigh muscle cross-sectional area. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1995; 27(5):784-91. [DOI:10.1249/00005768-199505000-00023] [PMID]
- [23] Bishop PA. *Measurement and Evaluation: In Physical Activity Applications*. Routledge; 2017. [DOI:10.4324/9781351199711]
- [24] Hamarsland H, Moen H, Skaar OJ, Jorang PW, Rødahl HS, Rønnestad BR. Equal-Volume Strength Training With Different Training Frequencies Induces Similar Muscle Hypertrophy And Strength Improvement In Trained Participants. *Frontiers in Physiology*. 2022:2374. [DOI:10.3389/fphys.2021.789403] [PMID] [PMCID]
- [25] Duchateau J, Stragier S, Baudry S, Carpentier A. Strength Training: In search of optimal strategies to maximize neuromuscular performance. *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 2021; 49(1):2-14 [DOI:10.1249/JES.0000000000000234] [PMID]
- [26] Hughes DC, Ellefsen S, Baar K. Adaptations to endurance and strength training. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*. 2018; 8(6):a029769. [DOI:10.1101/cshperspect.a029769] [PMID] [PMCID]
- [27] Trombold JR, Reinfeld AS, Casler JR, Coyle EF. The effect of pomegranate juice supplementation on strength and soreness after eccentric exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2011; 25(7):1782-8. [DOI:10.1519/JSC.0b013e318220d992] [PMID]



- [28] Crum EM, Che Muhamed AM, Barnes M, Stannard SR. The effect of acute pomegranate extract supplementation on oxygen uptake in highly-trained cyclists during high-intensity exercise in a high altitude environment. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2017; 14(1):14. [DOI:10.1186/s12970-017-0172-0] [PMID] [PMCID]
- [29] Reggiani C, Schiaffino S. Muscle hypertrophy and muscle strength: dependent or independent variables? A provocative review. *European Journal of Translational Myology*. 2020; 30(3):9311. [DOI:10.4081/ejtm.2020.9311]
- [30] Al-Muammar MN, Khan F. Obesity: the preventive role of the pomegranate (*Punica granatum*). *Nutrition*. 2012; 28(6):595-604. [DOI:10.1016/j.nut.2011.11.013] [PMID]
- [31] Benavente C, León J, Feriche B, Schoenfeld BJ, Bonitch-Góngora J, Almeida F, Pérez-Regalado S, Padial P. Hormonal and inflammatory responses to hypertrophy-oriented resistance training at acute moderate altitude. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021; 18(8):4233. [DOI:10.3390/ijerph18084233] [PMID] [PMCID]
- [32] Lei F, Zhang XN, Wang W, Xing DM, Xie WD, Su H, Du LJ. Evidence of anti-obesity effects of the pomegranate leaf extract in high-fat diet induced obese mice. *International Journal of Obesity*. 2007; 31(6):1023-9. [DOI:10.1038/sj.ijo.0803502] [PMID]

This Page Intentionally Left Blank