



2024 (Autumn), 2 (3): 33-39

DOI: <https://doi.org/10.71702/eps.2024.1201114>

Research article

Journal of Physiology of Training and Sports Injuries

(PTSIJournal@gmail.com)

(zanjan.ptsijournal@iau.ir)

<https://sanad.iau.ir/journal/eps>

Received: 2024/6/30

Accepted: 2024/9/15

(ISSN: 3060 - 6306)

ttt tttttt t e eight wkkl mmiii iiiiii i igg widd dddd ihhoum m mmmnnjj zj zj
om na a aa aaa aa i ii iii ii ovrrwii gmm ihl e-agd ddd nn

Negar Afkhami Fard¹, Seid Mahmood Hejazi², Seid Mohammad Ali Yasrebi³

1. Ph.D. Student, Exercise Physiology, Department of Sport Science, Damghan Branch, Islamic Azad university, Damghan, Semnan, Iran.

2. Assistant Professor, Exercise Physiology, Department of Sport Science, Mashhad Branch, Islamic Azad university, Mashhad, Iran. (Corresponding Author). Email: sm.Hejazi37@gmail.com

3. Assistant Professor, Exercise Physiology, Department of Sport Science, Farhangian University, Tehran, Iran.

Abstract:

The aim of this study was to investigate the effect of eight weeks combined exercise with and without pomegranate juice on metabolic syndrome indices in overweight middle-aged women.

The present study was descriptive research. Statistical population were selected from middle-aged women in 9 province of Mashhad. Statistical sample in age of 40 to 50 years old, randomly divided into 3 groups of 10 people (group 1: control did not perform any activity, group 2: combined pomegranate juice consumption and group 3: combination exercise Before and after performing the aerobic-resistance training program). Initial measurements were taken, including weight, height, fasting blood glucose, glycated hemoglobin, plasma lipoproteins, and insulin resistance.

The results showed that there was a significant difference between the three groups in glycemic index, glycated hemoglobin and insulin resistance, low density lipoprotein and high density lipoprotein ($p < 0.05$). Glycated glycemic index and insulin resistance and low density lipoprotein decreased pre-test to post-test in all three groups ($p < 0.05$). High-density lipoprotein index increased significantly in both groups from pre-test to post-test ($p < 0.05$).

The results showed that a period of aerobic resistance training with or without pomegranate juice improved glycemic index, glycated hemoglobin and insulin resistance, low density lipoprotein and high density lipoprotein.

Keywords: Pomegranate Juice, Combined Training, Glycated Hemoglobin, Plasma Lipoproteins, Insulin Resistance.

How to Cite: Afkhami Fard, N., Hejazi, S. M., Yasrebi, S. M. A. (2024). The effect of eight weeks combined training with and without pomegranate juice on metabolic syndrome indices in overweight middle-aged women. Journal of Physiology of Training and Sports Injuries, 2(3):33-39. [Persian].

فصلنامه فیزیولوژی تمرین و آسیب های ورزشی؛ پاییز ۱۴۰۳، ۲(۳).





دوره ۲ - شماره ۳
پاییز ۱۴۰۳ - صص: ۳۳-۳۹

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۴/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۶/۲۵
مقاله پژوهشی

تاثیر هشت هفته تمرین ترکیبی با و بدون مصرف آب انار بر شاخص های سندرم متابولیک زنان میانسال دارای اضافه وزن

نگار افخمی فرد^۱، سید محمود حجازی^۲، سید محمدعلی یثربی^۳

۱. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزش، گروه علوم ورزشی، واحد دامغان، دانشگاه آزاد اسلامی، دامغان، سمنان، ایران.
۲. استادیار فیزیولوژی ورزش، گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران. (نویسنده مسئول).
آدرس پست الکترونیک: sm.Hejazi37@gmail.com
۳. استادیار فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فرهنگیان تهران، تهران، ایران.

چکیده:

هدف پژوهش حاضر، تعیین تاثیر هشت هفته تمرین ترکیبی با و بدون مصرف آب انار بر شاخص های سندرم متابولیک زنان میانسال دارای اضافه وزن بود. پژوهش حاضر نیمه تجربی و آزمایشگاهی بود. جامعه آماری این پژوهش زنان میانسال منطقه ۹ شهر مشهد بودند که توسط فراخوان انتخاب شدند. نمونه آماری از بین زنان میانسال با دامنه سنی ۴۰ تا ۵۰ سال، ۳۰ نفر به صورت تصادفی به ۳ گروه ۱۰ نفری (گروه کنترل، هیچ گونه فعالیتی را انجام نمی دادند، گروه تمرین ترکیبی با مصرف آب انار و گروه تمرین ترکیبی بدون مصرف آب انار) تقسیم شدند. قبل و پس از اجرای برنامه تمرینی ترکیبی (هوازی-مقاومتی) اندازه گیری های اولیه شامل وزن، قد، قندخون ناشتا، هموگلوبین گلیکوزیله، لیپوپروتئین های پلاسما و مقاومت به انسولین انجام گردید.

نتایج نشان داد که بین سه گروه مورد بررسی در شاخص قندخون، هموگلوبین گلیکوزیله و مقاومت به انسولین، لیپوپروتئین با چگالی پایین و لیپوپروتئین با چگالی بالا تفاوت وجود دارد ($p < 0.05$). شاخص قندخون و هموگلوبین گلیکوزیله و مقاومت به انسولین، لیپوپروتئین با چگالی پایین در هر سه گروه از پیش آزمون به پس آزمون کاهش یافت ($p < 0.05$)؛ اما در گروه تمرین با و بدون مصرف آب انار کاهش معنی دار بود. شاخص لیپوپروتئین با چگالی بالا در هر دو گروه تمرین از پیش آزمون به پس آزمون افزایش داشت ($p < 0.05$). بنابراین، یک دوره تمرین مقاومتی و هوازی با و بدون مصرف آب انار موجب بهبود شاخص قندخون، هموگلوبین گلیکوزیله و مقاومت به انسولین، لیپوپروتئین با چگالی پایین و لیپوپروتئین با چگالی بالا می شود.

واژگان کلیدی: آب انار، تمرین ترکیبی، هموگلوبین گلیکوزیله، لیپوپروتئین ها، مقاومت به انسولین.

شیوه استناددهی: افخمی فرد، نگار؛ حجازی، سید محمود؛ یثربی، سید محمدعلی. تاثیر هشت هفته تمرین ترکیبی با و بدون مصرف آب انار بر شاخص های سندرم متابولیک زنان میانسال دارای اضافه وزن. فصلنامه فیزیولوژی تمرین و آسیب های ورزشی، پاییز ۱۴۰۳، ۲(۳): ۳۳-۳۹.

فصلنامه فیزیولوژی تمرین و آسیب های ورزشی؛ پاییز ۱۴۰۳، ۲(۳).



۱. مقدمه

بیشتر از سایر افراد در معرض خطر ابتلاء به بیماری های قلبی و عروقی باشند. از این رو، تغییر سبک زندگی یکی از روش های درمان و تعدیل عوامل خطر ساز سندرم متابولیک است که شامل حفظ وزن مطلوب و کاهش اضافه وزن، افزایش فعالیت بدنی و تمایل به عادات غذایی مناسب و سبک زندگی سالم می باشد. توجه زیاد به غذاهای طبیعی از یک سو و افزایش شیوع سندرم متابولیک از سوی دیگر و این حقیقت که ایران یکی از بزرگترین تولیدکننده های انار در جهان است [۸]؛ باعث شد تا مطالعه حاضر به تعیین و مقایسه اثرات اجرای هشت هفته تمرین ترکیبی با و بدون مصرف آب انار بر شاخص های سندرم متابولیک در زنان میانسال دارای اضافه وزن بپردازد.

۲. روش پژوهش

جامعه آماری این پژوهش نیمه تجربی با پیش آزمون و پس آزمون، شامل زنان میانسال شهر مشهد بود که توسط فراخوان انتخاب شدند. از بین زنان میانسال، ۳۰ نفر به صورت تصادفی به ۳ گروه مساوی ۱۰ نفری (گروه کنترل، هیچ گونه فعالیتی را انجام ندادند، گروه تمرین ترکیبی با مصرف آب انار و گروه تمرین ترکیبی بدون مصرف آب انار) تقسیم شدند. اطلاعات لازم درباره ماهیت و نحوه اجرای تحقیق و نکات ضروری برای شرکت در تحقیق به صورت کتبی و شفاهی به آنها داده شده و فرم رضایت نامه کتبی گرفته شد. شرایط انتخاب آزمودنی ها شامل مواردی نظیر برخورداری از سلامت کامل جسمانی، نداشتن سابقه بیماری روانی و اختلالات هورمونی و عدم استفاده از داروهای هورمونی بود. معیار خروجی تحقیق شامل غیبت بیش از ۳ جلسه در تمرین و استفاده نکردن از کنسانتره انار به مقدار مناسب بود.

گروه تمرین ترکیبی به همراه مصرف کنسانتره انار به همراه انجام تمرین روزانه، ۵۰ گرم کنسانتره انار در دو وعده ۲۵ گرمی بعد از ناهار و شام در هر روز مصرف کردند. در اوایل هر هفته کنسانتره انار به میزان مصرف یک هفته در شیشه های ۳۵۰ گرمی در دسترس آزمودنی ها قرار گرفت. در پایان هر هفته، شیشه های مصرف شده، جمع آوری و میزان مصرف آنها محاسبه گردید. کنسانتره انار از شرکت فرآورده های غذایی رضوی تهیه شد. کنسانتره انار این شرکت از انار باغات مناطق شیراز و فردوس به دست آمده که به روش های فیزیکی تا رسیدن به غلظت مطلوب در گالن های ۲۲۱ لیتری در شرایط سردخانه نگهداری شد. آنالیز کنسانتره انار توسط آزمایشگاه مرجع مرکز تحقیقات انجام گردید. برنامه تمرین هوازی - مقاومتی شامل اجرای همزمان تمرینات هوازی و مقاومتی در یک جلسه بود به طوری که ابتدا تمرین هوازی و سپس تمرین مقاومتی انجام می شد. تمرینات به مدت ۸ هفته و ۳ جلسه در هر هفته در ساعت ۱۲ تا ۱۳:۳۰ ظهر انجام شد. برنامه تمرین هوازی شامل دویدن بود که در هفته اول تمرین با ۶۵ درصد ضربان قلب ذخیره به مدت ۱۶ دقیقه انجام شد. به

میزان شیوع سندرم متابولیک به عنوان وجود چندین عامل خطر متابولیک مرتبط با اضافه وزن (اختلال چربی خون، فشارخون بالا، افزایش قند خون و مقاومت به انسولین) گسترش یافته است که زمینه ساز ایجاد مشکلات سلامتی و تحمیل هزینه های مختلف بر جامعه می باشد. در تعاریف جدید سندرم متابولیک، اضافه وزن به عنوان یک ملاک اجباری برای ابتلا به آن معرفی شده است. از سوی دیگر، نقش ورزش منظم به عنوان یک راهکار کاهش اضافه وزن و بهبود ترکیب بدن بدیهی است. ورزش، مقاومت انسولینی را بهبود بخشیده و موجب بهبود وضعیت متابولیک و بیماری های مرتبط با چاقی می شود [۱۵].

از مهم ترین عوامل خطر ساز بروز سندرم متابولیک و مقاومت به انسولین، نقش انسولین است. پاتوفیزیولوژی انسولین، نقش مهمی در دیابت نوع دو دارد و علاوه بر آن، با چاقی، هایپرتنشن، بیماری عروق کرونر، دیس لیپیدمی و سایر اختلالاتی که مجموعاً سندرم متابولیک نام دارد نیز ارتباط دارد. مقاومت به انسولین را پاسخ ناقص گلوکز به میزان خاصی از انسولین می گویند. در بسیاری از مبتلایان به سندرم متابولیک برای جبران این نقص و برای حفظ سطح گلوکز، سطح انسولین در گردش خون افزایش می یابد. هورمون انسولین با تحریک مصرف گلوکز در بافت های عضله و چربی و منع گلوکونئوژنز در کبد به حفظ هموستاز گلوکز بدن کمک می کند. علاوه بر این، انسولین با اثر بر مغز، سلول های بتا پانکراس، قلب و اندوتلیوم عروق خونی به هماهنگی و کنترل هموستاز متابولیک و سیستم قلبی و عروقی کمک می کند. اثرات انسولین به صورت وابسته به غلظت و اشباع پذیری مربوط است. حداکثر اثر انسولین به نام "پاسخ دهی انسولین" و غلظت انسولین برای ایجاد نصف اثر حداکثر، "حساسیت به انسولین" تعریف شده است. وقتی میزان انسولین ناشتا از ۷۵ درصد بیشتر باشد، در این صورت، مقاومت به انسولین به وجود آمده است و کاهش پاسخ دهی به اثرات متابولیک انسولین، از جمله تحریک مصرف گلوکز یا مهار تولید کبدی گلوکز، اصطلاحاً "مقاومت به انسولین" نامیده می شود [۱۸].

علاوه بر تمرین ورزشی، یکی از روش های غیردارویی مقابله با عوامل خطر سندرم متابولیک، مصرف انار است. انار، ضد سرطان، ضد التهاب و آنتی اکسیدان است و باعث درمان بیماری های قلبی و عروقی باکتریایی می شود. آب انار دارای ۱۱ درصد قند، ۵/۱ درصد پکتین، آب، اسیداسکوربیک، ترکیبات فنولیک و سایر ترکیبات است. از طرفی، وجود انواع آنتی اکسیدان ها مانند تانن، آنتوسیانین، فلاونوئید و پلی فنول ها در میوه انار از مهم ترین علت خواص دارویی آن است [۱۱]. با افزایش سن، سطح فعالیت بدنی زنان کاهش می یابد. از طرفی، وضعیت متفاوت فرهنگی - اجتماعی و اقتصادی، عادات های غذایی، بارداری های متعدد و تغییرات سطح هورمونی، باعث می شود که زنان،

استفاده از کیت های تجاری شرکت پارس آزمون ایران اندازه گیری شد [۳]. سپس آزمودنی ها تمرینات خود را انجام دادند و پس از پایان هشت هفته دوباره این شاخص ها اندازه گیری شد. توزیع طبیعی داده ها از طریق آزمون کولموگروف-اسمیرنوف بررسی شد. برای بررسی تفاوت بین سه گروهی از آزمون آنالیز واریانس و در صورت معنادار بودن از آزمون تعقیبی LSD استفاده گردید. برای بررسی تفاوت پیش و پس آزمون در درون هر گروه از آزمون تی وابسته استفاده شد. تمام محاسبات توسط نرم افزار spss 22 انجام شد و سطح معنی داری $p \leq 0.05$ مورد نظر بود.

۳. یافته ها

در جدول ۱ اطلاعات توصیفی تحقیق گزارش شده است. همانطور که دیده می شود، اطلاعات در دو بخش پیش آزمون و پس آزمون (میانگین و انحراف معیار) آمده است.

جدول ۱. اطلاعات توصیفی آزمودنی ها

شاخص	گروه	M ± SD پیش آزمون	M ± SD پس آزمون
سن (سال)	کنترل	45.50 ± 3.95	
	تمرین با آب انار	46.60 ± 3.02	
	تمرین بدون آب انار	45.10 ± 1.85	
قد (سانتی متر)	کنترل	159 ± 0.02	
	تمرین با آب انار	161 ± 0.02	
	تمرین بدون آب انار	162 ± 0.04	
وزن (کیلوگرم)	کنترل	75.18 ± 5.77	80.32 ± 7.42
	تمرین با آب انار	80.49 ± 3.89	80.19 ± 3.71
	تمرین بدون آب انار	79.25 ± 2.56	77.00 ± 2.35

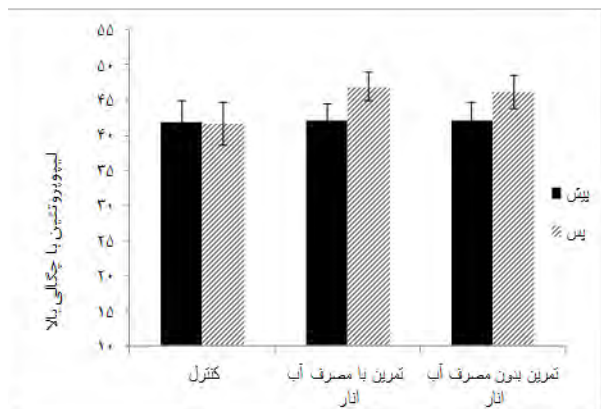
نتایج نشان داد که بین سه گروه مورد بررسی در شاخص قندخون، هموگلوبین گلیکوزیله و مقاومت به انسولین، لیپوپروتئین با چگالی پایین و لیپوپروتئین با چگالی بالا تفاوت معنی داری وجود داشت. شاخص قندخون و هموگلوبین گلیکوزیله و مقاومت به انسولین، لیپوپروتئین با چگالی پایین در هر سه گروه از پیش آزمون به پس آزمون کاهش داشته است؛ اما در گروه تمرین با و بدون مصرف آب انار کاهش معنی دار بود. شاخص لیپوپروتئین با چگالی بالا در هر دو گروه تمرین از پیش آزمون به پس آزمون افزایش معنی داری داشته است. نتایج در اشکال ۱ تا ۵ قابل مشاهده است.

۴. بحث و نتیجه گیری

نتایج نشان داد که بین سه گروه مورد بررسی در شاخص قندخون تفاوت معنی داری وجود داشت. شاخص قندخون در هر سه گروه از پیش آزمون به پس آزمون کاهش داشته است؛ اما در گروه تمرین با و بدون

مرور، زمان و شدت تمرین افزایش یافت، به طوری که در هفته هشتم به ۳۰ دقیقه با ۸۵-۸۰ درصد ضربان قلب ذخیره رسید. هر هفته ۲ دقیقه به زمان و هر دو هفته ۵ درصد به شدت افزوده شد. همچنین ۱۰ تا ۱۵ دقیقه گرم کردن با حرکات نرمشی و کششی در ابتدا و ۵ تا ۱۰ دقیقه سرد کردن نیز با دوییدن نرم و راه رفتن و حرکات کششی به اجرا شد. برنامه تمرین مقاومتی نیز شامل سه جلسه در هفته بود که بعد از تمرین هوازی به مدت تقریبی ۳۰ دقیقه با شدت ۷۰-۶۰ درصد یک تکرار بیشینه اجرا شد. تمرین مقاومتی به صورت دایره ای بود (در ۳ چرخه و هر چرخه ۱۰ ایستگاه و با ۱۵ تکرار در هر ایستگاه). زمان فعالیت در هر ایستگاه در حدود ۳۰ ثانیه و زمان استراحت بین ایستگاه ها در حد جابه جا شدن از یک ایستگاه تا ایستگاه بعدی بود. زمان استراحت بین چرخه ها ۱۲۰ ثانیه در نظر گرفته شد. ده دقیقه سرد کردن در پایان تمرین با انواع حرکات کششی انجام شد [۶]. ایستگاه های تمرینی به ترتیب شامل پرس سینه، باز شدن زانو (جلو ران)، قایقی نشسته، پرس بالای سر، خم شدن زانو (اسکوات)، باز شدن آرنج (پشت بازو)، لت از پشت، بلند کردن پاشنه (ساق پا)، خم شدن آرنج (جلو بازو) و دراز و نشست بود [۶]. ایستگاه های تمرینی طوری چیده شود بودند که عضلات درگیر به ترتیب عوض می شدند. در جلسه اول تمرینات مقاومتی، آزمودنی ها با شیوه تمرینات و تنفس صحیح آشنا شدند و از آن ها مقادیر یک تکرار بیشینه (حداکثر وزنه ای که یک عضله یا یک گروه عضلانی، فقط یک بار می تواند جابجا کنند) در ۹ ایستگاه برنامه تمرین مقاومتی گرفته و با استفاده از فرمول مربوطه محاسبه گردید. آزمودنی ها، در هفته اول و هفته دوم ۶۰ درصد؛ هفته سوم، ۶۵ درصد و در هفته چهارم ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه را در هر حرکت در هر ایستگاه انجام دادند. پس از آن، مجدداً، مقادیر یک تکرار بیشینه گروه های عضلانی تعیین و آزمودنی ها با ۷۰-۶۰ درصد یک تکرار بیشینه به تمرین ادامه دادند.

به منظور تعیین سطوح پایه متغیرهای مورد نظر، پس از هشت ساعت ناشتایی شبانه، نمونه خون به میزان ۱۰ میلی لیتر گرفته شد و میزان قندخون ناشتا و انسولین به عنوان پیش آزمون ثبت گردید. مقاومت به انسولین از طریق شاخص HOMA-IR و بر اساس حاصل ضرب غلظت گلوکز ناشتا (میلی مول بر لیتر) در غلظت انسولین ناشتا (میکرو واحد بر میلی لیتر) تقسیم بر ثابت ۲۲/۵ به دست آمد. قندخون ناشتا به و سیله دستگاه Hitachi 902 ساخت کشور ژاپن و کیت Glucose پارس آزمون ساخت ایران اندازه گیری شد. انسولین به وسیله دستگاه cobas e411 و کیت Roche ساخت کشور آلمان به روش ecl اندازه گیری شد. هموگلوبین گلیکوزیله به روش الکتروکمی لومینسانس و با استفاده از کیت Roche ساخت آلمان دستگاه Elecsys 2010 اندازه گیری شد. لیپوپروتئین های پلاسما به روش مستقیم با

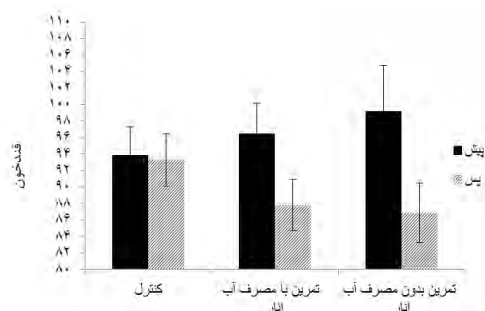


شکل ۵. مقادیر لیپوپروتئین با چگالی بالا

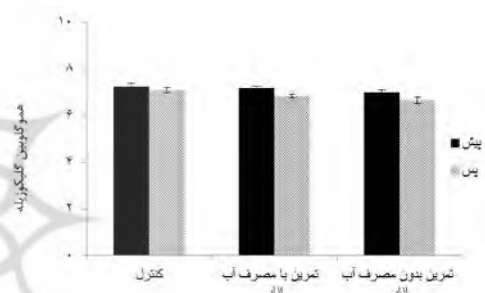
از مطالعات ناهمسو با نتایج پژوهش حاضر، پژوهشی بود که نشان داد پس از هشت هفته تمرین ترکیبی، میزان قند خون ناشتا کاهش معنی داری نداشت. پس از هشت هفته مصرف آب انار بدون قند، تفاوت معنی داری در غلظت قند خون مشاهده نشد [۳]. تمرینات بدنی، باعث افزایش برداشت گلوکز توسط عضلات می شود که این تغییرات وابسته به تغییرات عملکردی در سیگنالینگ انسولین و مرتبط با افزایش محتویات پروتئین GLUT4 می باشد. در دو وضعیت، هنگام فعالیت بدنی (بدون حضور انسولین) و دو تا سه ساعت بعد از صرف غذا (با حضور انسولین)، گلوکز مصرفی توسط عضلات افزایش می یابد. انقباضات مکرر یک اثر شبه انسولینی دارند. این انقباضات مکرر باعث افزایش تعداد GLUT4 و افزایش نفوذپذیری غشا نسبت به گلوکز می شود. همچنین در هنگام انقباض، تارهای عضلانی برای یک دوره نسبتاً طولانی غلظت گلیکوزنی پائینی دارند. از طرف دیگر، پس از فعالیت بدنی، سلول های عضلانی در صدد بازسازی ذخایر گلیکوزنی خود هستند و به همین دلیل، بعد از فعالیت، غلظت گلوکز خون تا چند ساعت در سطح پائین قرار دارد [۱۴]. از عوامل کاهش قند خون در گروه ها، مکانسیم اثر تمرین است که با افزایش جذب گلوکز در عضلات، افزایش متابولیسم استراحت و کاهش وزن، باعث کاهش مقاومت به انسولین می شود. تعدادی از مطالعات با مدت زمان کمتر مداخله ورزشی، به عنوان مثال شش هفته، باعث کاهش قند خون شده اند و به نظر می رسد که در تغییر قند خون ناشتا، طول دوره ورزش عامل تاثیر گذاری باشد [۱].

نتایج نشان داد که بین سه گروه مورد بررسی در شاخص هموگلوبین گلیکوزیله تفاوت معنی داری وجود داشت. شاخص هموگلوبین گلیکوزیله در هر سه گروه از پیش آزمون به پس آزمون کاهش داشته است؛ اما در گروه تمرین با و بدون مصرف آب انار کاهش، معنی دار بود. از نتایج همسو با پژوهش حاضر، نتایج پژوهش دمیرچی و همکاران است که نشان داد هشت هفته تمرین ترکیبی بر هموگلوبین گلیکوزیله موثر است [۵].

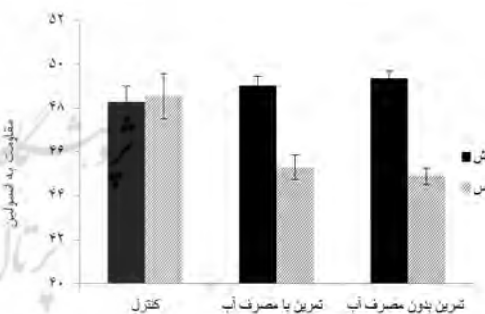
مصرف آب انار کاهش، معنی دار بود. از نتایج همسو با نتایج پژوهش حاضر، پژوهش انتشاری و همکاران (۲۰۱۸) بود که نشان داد هشت هفته تمرین هوازی و مقاومتی، منجر به کاهش قند خون ناشتا می شود [۷]. دمیرچی و همکاران (۲۰۱۷) مشاهده کردند که هشت هفته تمرین ترکیبی بر قندخون آزمودنی ها موثر بود [۵].



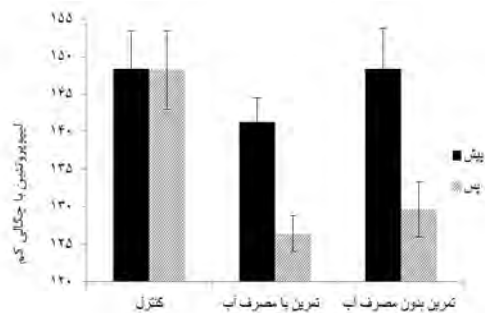
شکل ۱. مقادیر قندخون



شکل ۲. مقادیر هموگلوبین گلیکوزیله



شکل ۳. مقادیر مقاومت به انسولین



شکل ۴. مقادیر لیپوپروتئین با چگالی کم

عضله و تغییر در ترکیب عضله به منظور افزایش برداشت گلوکز می باشد [۱۲].

نتایج نشان داد که بین سه گروه مورد بررسی در شاخص لیپوپروتئین با چگالی پایین و لیپوپروتئین با چگالی بالا تفاوت معنی داری وجود دارد. لیپوپروتئین با چگالی پایین در هر سه گروه از پیش آزمون به پس آزمون کاهش داشته است، اما در گروه تمرین با و بدون مصرف آب انار کاهش، معنی دار بود. لیپوپروتئین با چگالی بالا در هر دو گروه تمرینی از پیش آزمون به پس آزمون افزایش معنی داری داشته است. نتایج پژوهش های پیشین نیز بیانگر اثرات کاهشی اجرای هشت هفته تمرین هوازی بر لیپوپروتئین با چگالی پایین و افزایش لیپوپروتئین با چگالی بالا است. به علاوه، مصرف رب انار پس از چهار هفته، موجب افزایش لیپوپروتئین با چگالی بالا می شود؛ اما، لیپوپروتئین با چگالی پایین با وجود کاهش، معنی داری نبود [۱۱].

تمرینات هوازی می تواند مقاومت لیپوپروتئین با چگالی پایین در برابر استرس اکسایشی را بهتر و از تصلب شرایین جلوگیری کند. از نظر سازوکارهای درگیر در روند کاهش میزان لیپوپروتئین با چگالی پایین، می توان گفت که اجرای فعالیت های ورزشی موجب افزایش فعالیت آنزیم لیپوپروتئین لیپاز می شود. با توجه به این که افزایش لیپوپروتئین لیپاز، کاتابولیسم لیپوپروتئین های غنی از تری گلیسرید را می افزاید، بنابراین، میزان لیپوپروتئین با چگالی پایین با اجرای فعالیت های بدنی کاهش می یابد. مکانیسم تغییرات لیپوپروتئین با چگالی بالا متعاقب، تمرین پیچیده است. آنزیم هایی مانند لیپوپروتئین لیپاز کبدی، تری گلیسرید و پروتئین حامل استر کلسترل نقش مهمی در تغییر غلظت لیپوپروتئین با چگالی بالا بازی میکنند. لیپوپروتئین لیپاز از طریق هیدرولیز تری گلیسرید پلاسما، مهم ترین عامل در تغییر غلظت لیپوپروتئین با چگالی بالا می باشد [۱۷]. همچنین تغییرات مربوط به تری گلیسرید را می توان به پاسخ لیپوپروتئین لیپاز به تمرین ورزشی نسبت داد. لیپوپروتئین لیپاز از جمله آنزیم های تنظیم کننده لیپوپروتئین ها و تجزیه تری گلیسرید موجود در لیپوپروتئین های غنی از تری گلیسرید است. از طرفی، مطالعات نشان می دهند که پس از تمرینات هوازی منظم، آنزیم لیپاز کبدی کاهش یافته و مهار می گردد. بنابراین، ساخت تری گلیسرید موجود در لیپوپروتئین با چگالی پایین کاهش می یابد [۴].

با توجه به مطالعاتی که نشان داده اند بافت چربی، یکی از محل های مهم ترشح شاخص های التهابی و سایتوکین ها است و نتایج پژوهش هایی که بیانگر تاثیر کاهشی هشت هفته فعالیت استقامتی غیرتداومی بر میزان کلسترول تام و لیپوپروتئین با چگالی پایین و افزایش معنادار لیپوپروتئین با چگالی بالا شد؛ نتایج پژوهش حاضر، با پیشینه موجود مبنی بر آن که فعالیت ورزشی منظم به ویژه زمانی که با کاهش وزن همراه باشد تایید می شود. به نظر می رسد که علت افزایش لیپوپروتئین

انتشاری و همکاران بیان کردند که هشت هفته تمرین هوازی و مقاومتی منجر به کاهش هموگلوبین گلیکوزیله شد [۷]. این نتایج همسو با نتایج کادوگلو و همکاران (۲۰۱۳) بود که نشان داد بعد از ۱۶ هفته تمرین بدنی هوازی با شدت ۵۰ تا ۸۵٪ حداکثر اکسیژن مصرفی هموگلوبین گلیکوزیله کاهش می یابد [۱۰]. اما این نتایج، مغایر با نتایج برخی پژوهش های دیگر بوده است. در این پژوهش ها، بعد از هشت هفته تمرین بدنی هوازی هیچگونه تغییر معناداری در سطوح هموگلوبین گلیکوزیله مشاهده نشد. آزمودنی ها، دارای میانگین سنی ۳۰ تا ۷۰ سال و شاخص توده بدنی ۲۵ تا ۴۰ بودند که می تواند علت عدم همگنی این نتایج با نتایج پژوهش حاضر باشد. همچنین، شدت نسبتاً کمتر تمرینات در مقایسه با پژوهش حاضر نیز می تواند دلیل این تفاوت باشد. در مجموع نتایج مبنی بر عدم کاهش معنادار در سطح هموگلوبین گلیکوزیله می تواند ناشی از تفاوت در تعداد آزمودنی ها، مدت تمرینات و آثار داروهای مصرفی مانند آنتی بیوتیک ها باشد که آثار فعالیت بدنی را تحت تاثیر قرار می دهند. همچنین نوع و روش به کار رفته در سنجش هموگلوبین گلیکوزیله در مطالعات مختلف متفاوت است که می تواند در نتیجه مطالعات تاثیر گذار بوده باشد [۱۰].

نتایج نشان داد که بین سه گروه مورد بررسی در شاخص مقاومت به انسولین تفاوت معنی داری وجود دارد. شاخص مقاومت به انسولین در هر سه گروه از پیش آزمون به پس آزمون کاهش داشته است؛ اما در گروه تمرین با و بدون مصرف آب انار کاهش، معنی دار بود. در مطالعه حاضر پس از مداخله، کاهش معنی داری در میزان مقاومت به انسولین در هر دو گروه مشاهده شد. از نتایج همسو با نتایج پژوهش حاضر، نتایج پژوهشی بود که نشان داد پس از هشت هفته تمرین ترکیبی میزان مقاومت به انسولین کاهش معنی داری داشت [۲]. هلالی زاده و همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند که پس از ۱۲ هفته تمرین ترکیبی، در میزان مقاومت به انسولین کاهش معنی داری ایجاد شد [۹]. شهیدی و همکاران (۲۰۱۷) بیان کردند که چهار هفته تمرین مقاومتی همراه با مصرف روغن دانه انار تاثیر معنی داری بر مقاومت به انسولین در مردان غیرورزشکار سالم ندارد. از علل افزایش سطح مقاومت به انسولین در مطالعات پیشین، می توان به آثار التهابی آخرین جلسه تمرینی اشاره کرد که احتمالاً منجر به افزایش سطوح پروتئین واکنشی سی شده است و این عامل، خود منجر به ایجاد وضعیت مقاومت به انسولین می گردد [۱۶]. از جمله مکانیسم هایی که می توانند باعث افزایش عمل انسولین بعد از تمرین هوازی شوند، افزایش پیام رسانی پس گیرنده های انسولین، افزایش بیان پروتئین انتقال دهنده گلوکز، افزایش فعالیت گلیکوزن سنتتاز و هگزوکیناز، کاهش رهایی و افزایش پاک شدن اسیدهای چرب آزاد، افزایش رهایی گلوکز از خون به عضله به دلیل افزایش مویرگ های

Mashhad university of Medical Sciences, 61(2), 971-984. doi: 10.22038/mjms.2018.11565. [Persian].

[8] Farmanfarma, K.K., and et al. Prevalence of metabolic syndrome in Iran: A meta-analysis of 69 studies. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 2019, 13.1: 792-799.

[9] Helalizadeh, M., Hatami, E., Labbafi, M.R., Rohani, H., Hajiaghvae, R. (2020). Effect of ginger supplement on lipid peroxidation induced by exercise- A meta-analysis study. *Journal of Medicinal Plants*, 19(74): 25 – 38. [Persian].

[10] Kadoglou, Nikolaos PE, Iliadis, Fotios, Liapis, Christos D, Perrea, Despina, Angelopoulou, Nikoleta, & Alevizos, Miltiadis. (2007). Beneficial effects of combined treatment with rosiglitazone and exercise on cardiovascular risk factors in patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 30(9), 2242-2244.

[11] Laurindo, L. F., and et al. Pomegranate (*Punica granatum* L.) and metabolic syndrome risk factors and outcomes: A systematic review of clinical studies. *Nutrients*, 2022, 14.8: 1665.

[12] Medjakovic, S., Jungbauer, A. (2013). Pomegranate: a fruit that ameliorates metabolic syndrome. *Food & function*, 2013, 4.1: 19-39.

[13] Rashid Lamir, A., Saadatnia, A. (2011). The effects of an eight-week aerobic training program on plasma adipokine concentrations in middle-aged men. *Tehran University Medical Journal*, 2011, 69.2.

[14] Rodrigues, A.C., Ferreira, E.F., Carneiro-Júnior, M.A., Natali, A.J., Bressan, J. (2016). Effects of exercise on the circulating concentrations of irisin in healthy adult individuals: A review. *Science & Sports*, 31(5), 251-260.

[15] Samson, S., Garber, A. (2014). Metabolic syndrome. *Endocrinology and Metabolism Clinics*, 43.1:1-23.

[16] Shahidi, F., Moonikh, K. (2017). Effects of pomegranate seed oil followed by resistance exercise on insulin resistance and lipid profile in non-athletic men. *Feyz Med Sci J* 2017; 21 (3) :224-231. URL: <http://feyz.kaums.ac.ir/article-1-2894-fa.html> .[Persian].

[17] Wewege, M.A., and et al. (2018). Aerobic, resistance or combined training: A systematic review and meta-analysis of exercise to reduce cardiovascular risk in adults with metabolic syndrome. *Atherosclerosis*, 2018, 274: 162-171.

[18] Ziolkowska, S., and et al. The interplay between insulin resistance, inflammation, oxidative stress, base excision repair and metabolic syndrome in nonalcoholic fatty liver disease. *International journal of molecular sciences*, 2021, 22.20: 11128.

با چگالی بالا، می تواند، تولید آن توسط کبد و تغییر در آنزیم های مختلف مانند افزایش فعالیت لیپوپروتئین لیپاز و لستین کلسترول آسید ترانسفراز و کاهش فعالیت لیپاز کبدی به دنبال فعالیت های ورزشی باشد که باعث حفظ غلظت لیپوپروتئین با چگالی بالا در مقدار زیاده تری می شود. این تغییرات آنزیمی که بر اثر فعالیت ورزشی رخ می دهد، می تواند موجب بهبود نیمرخ لپیدی شود [۱۳].

به طور کلی، نتایج تحقیق حاضر نشان داد که یک دوره تمرین مقاومتی و هوازی به همراه مصرف آب انار و بدون مصرف آب انار موجب بهبود شاخص قندخون، هموگلوبین گلیکوزیله و مقاومت به انسولین، لیپوپروتئین با چگالی پایین و لیپوپروتئین با چگالی بالا می شود.

تضاد منافع

نویسندگان اعلام کردند که هیچ گونه تضاد منافی در پژوهش وجود ندارد.

منابع

[1] Adams, O. Peter. The impact of brief high-intensity exercise on blood glucose levels. *Diabetes, metabolic syndrome and obesity: targets and therapy*, 2013, 113-122.

[2] Alizadeh, L., Tofighi, A., Tolouei Azar, J. (2019). The Effect of 8 Weeks of High Intensity Interval Training (HIIT) On Serum Irisin, FGF21 and Glycemic Indices in Type 2 Diabetic Women. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*, 6(2), 17-24. doi: 10.22049/jassp.2019.26337.1184. [Persian].

[3] Bhosle, D., and et al. Homeostasis model assessment of insulin resistance (HOMA-IR) in the diagnosis of insulin resistance and prediabetes. *J Med Sci Clin Res*, 2016, 4.9: 12705-12710.

[4] Carroll, S., Dudfield, Mike. (2004). What is the relationship between exercise and metabolic abnormalities? A review of the metabolic syndrome. *Sports medicine*, 2004, 34: 371-418.

[5] Damirchi, A., Chiti, H., Faghihzadeh, S., Hakmai Zanjani, M. (2017). The Effect of Eight Weeks of Combined Aerobic and Resistance Exercise on Impaired Fasting Glucose (IFG), Impaired Glucose Tolerance (IGT) and HbA1c in Pre-Diabetic Patients. *J Adv Med Biomed Res* 2017; 25 (113) :13-23. URL: <http://journal.zums.ac.ir/article-1-4790-fa.html> .[Persian].

[6] Dehghan, K., and et al. The effect of 12 weeks of circular resistance training on markers of bone metabolic and hormonal in elderly men. *Sport Physiology*, 2023, 14.56: 51-82.

[7] Enteshary, M., Esfarjani, F., Reisi, J. (2018). The Comparison of 8 week combined training with two different intensities on level of serum Irisin, and glycemic indices of type 2 diabetic women. *Medical Journal of*