

## مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش

سال چهارم، شماره اول؛

بهار و تابستان ۱۳۹۶

صفحات ۱-۱۰

Original Article

Open Access

### تأثیر دو ماه تمرین هوازی به همراه مصرف عصاره پوست انار بر سطوح شاخص مقاومت به انسولین موش‌های صحرایی چاق

زین‌العابدین رهنمای<sup>۱</sup>، رقیه پوزش جدیدی<sup>۲\*</sup>، محمدرضا نصیرزاده<sup>۳</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۲/۱۲

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۱/۰۷



با اسکن QR فوق می‌توانید جزئیات مقاله حاضر را در سایت [www.jahssp.azaruniv.ac.ir/](http://www.jahssp.azaruniv.ac.ir/) مشاهده کنید

۱. گروه تربیت بدنی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

۲. استادیار، گروه تربیت بدنی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.  
نویسنده مسئول:  
poozesh@iaut.ac.ir

۳. استادیار، گروه دامپزشکی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

#### چکیده


هدف این تحقیق بررسی تأثیر ۲ ماه تمرین هوازی به همراه مصرف عصاره پوست انار بر سطوح شاخص مقاومت به انسولین موش‌های صحرایی چاق بود. تعداد ۴۰ سر موش صحرایی نر چاق در قالب تصادفی در گروه‌ها کنترل، تمرین، مصرف عصاره پوست انار و توأم جایگزین شدند. پروتکل تمرین هوازی شامل ۵ جلسه تمرین در هفته به مدت ۸ هفته بود. تمرین در هفته اول ۱۰ دقیقه با سرعت ۱۲-۱۰ متر در دقیقه شروع و در هفته هشتم به ۵۰ دقیقه با سرعت ۲۰-۱۸ متر در دقیقه رسید. مصرف عصاره پوست انار روزانه ۱۳۰ گرم ۲۰ الی ۳۰ دقیقه قبل از غذا در نوبت صبح به صورت محلول در آب و به شکل گاوآژ تا پایان ۸ هفته انجام شد. نمونه‌های خونی جهت سنجش میزان انسولین اخذ شدند و داده‌ها با استفاده از آزمون‌های آماری توصیفی و با استفاده از تحلیل واریانس عاملی (۲×۲)، مقایسه بین گروهی داده‌ها با استفاده از تحلیل واریانس خطی و در صورت نیاز آزمون تعقیبی توکی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. یافته‌ها نشان داد که فقط تمرین باعث کاهش معنادار وزن بدن، انسولین و حساسیت انسولینی شد و عصاره پوست انار تأثیر معناداری در این موارد نداشت ( $P \leq 0/05$ ). عصاره پوست انار به همراه تمرین باعث کاهش ۵۰ درصدی وزن بدن شد. عصاره پوست انار به تنهایی تأثیر معنی‌داری در انسولین نداشت و با وجود کاهش انسولین خون و بهبود حساسیت انسولینی در گروه‌های تمرین و مصرف عصاره پوست انار، تغییری در مقدار گلوکز خون مشاهده نشد.

واژه‌های کلیدی: تمرین هوازی، عصاره پوست انار، انسولین، چاق.

نحوه ارجاع: رهنمای زین‌العابدین، جدیدی رقیه پوزش، نصیرزاده محمدرضا. تأثیر دو ماه تمرین هوازی به همراه مصرف عصاره پوست انار بر سطوح شاخص مقاومت به انسولین موش‌های صحرایی چاق. مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش ۱۳۹۶؛ ۴(۱):۱-۱۰

**Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology**Volume 4, Number 1  
Spring /Summer 2017  
1-10

Original Article

 Open Access**Effect of two Month Aerobic Training and Pomegranate Peel Extract (PPE) Supplementation on Insulin Resistance Index Levels in Obese Rats**ZeynalAbedin Rahnama<sup>1</sup>, Roghayeh Pouzesh Jadidi<sup>2\*</sup>, MohammadReza NasirZadeh<sup>3</sup>

Received 27 January 2019; Accepted 2 May 2019

**Abstract**

The aim of this research was to investigate the Effect of two month aerobic training and pomegranate peel extract (PPE) supplementation on Insulin resistance index in obese rats. Forty aged Wistar rats were randomly divided into four groups including Control, aerobic training (AT), PPE and PPE+ AT. Aerobic training groups participated in 8 weeks of aerobic training, five sessions per week on an automatic treadmill. The exercise started in the first week of 10 minutes at a speed of 12-10 m / min, and in the eighth week, it reached 50 minutes at a speed of 20-18 m / min. Administration of pomegranate peel extract (130 gr daily) was done by oral gavage solution method, 20 to 30 minutes before breakfast meal for eight weeks. Blood samples were taken to analyze Insulin resistance index levels and lipid profile. Data were analyzed using descriptive statistical tests and factor ANOVA (2 × 2). Data were analyzed using linear ANOVA and, if necessary, Tukey's test. The results showed that aerobic training (AT) reduced body weight, insulin and insulin sensitivity, and pomegranate peel extract had no significant effect (P≤0.05). Pomegranate peel extract and exercise reduced 50% body weight. Extract of pomegranate peel alone did not have a significant effect on insulin. However, there was no change in blood glucose levels despite the decrease in blood insulin and the improvement of insulin sensitivity in exercise groups and the use of pomegranate peel extract.

**Keywords:** Aerobic Training, Pomegranate Peel Extract, Obese

Scan this QR code to see the accompanying video, or visit

[jahssp.azaruniv.ac.ir](http://jahssp.azaruniv.ac.ir)

1. Department of Physical Education, Tabriz branch, Islamic Azad university, Tabriz, Iran
2. Assist Prof, Department of Physical Education, Tabriz branch, Islamic Azad university, Tabriz, Iran. Corresponding Author: [pouzesh@iaut.ac.ir](mailto:pouzesh@iaut.ac.ir)
3. Assist Prof., Department of Veterinary, Tabriz branch, Islamic Azad university, Tabriz, Iran

*Cite as:* Rahnama ZeynalAbedin, Pouzesh Jadidi Roghayeh, NasirZadeh MohammadReza. Effect of two month aerobic training and pomegranate peel extract (PPE) supplementation on Insulin resistance index levels in obese rats. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*. 2017; 4(1): 1-10.



یکی از این عوامل خطر که نقش آن در ایجاد حوادث قلبی عروقی مرتبط با چاقی به تأیید رسیده است، هیپرانسولینمی یا افزایش انسولین خون به دلیل مقاومت به انسولین می باشد (۱). مقاومت به انسولین به صورت پاسخ ناقص گلوکز به میزان خاصی از انسولین تعریف می شود. در بسیاری از این بیماران برای جبران این نقص، برای حفظ سطح گلوکز، سطح انسولین در گردش افزایش می یابد (۲). براساس مطالعات صورت گرفته بین مقاومت به انسولین در کبد افراد چاق مسن با فاکتورهای خطر بیمارهای قلبی عروقی رابطه نزدیکی وجود دارد. چنان که پیرولا<sup>۱</sup> و همکاران در تحقیقی در همین رابطه به این نتیجه رسیدند که ارتباط معناداری بین هیپرانسولینمی به عنوان عاملی جهت پیشگویی بیماری عروق کرونری افراد چاق وجود دارد (۳). مقاومت به انسولین، چاقی، استرس اکسیداتیو و آبشار التهابی نقش های مرتبطی را در ایجاد و پیشرفت اغلب بیماری ها ایفا می کنند (۴). یک فرضیه بیان می کند که مقاومت انسولین به عنوان اولین ضربه منجر به تجمع چربی در کبد می شود و در پی آن کبد نسبت به ضربه دوم که به صورت استرس اکسایشی از منابع مختلف است، حساس تر می شود (۵). در عین حال، استفاده از طب گیاهی به عنوان یک روش درمانی، در افزایش شرایط ضد اکسایشی و یا پاک سازی رادیکال های آزاد ناشی از چاقی، توجه فراوانی را به خود معطوف ساخته است. با توجه به افزایش استرس اکسایشی در بین افراد چاق و کاهش آنزیم های آنتی اکسیدانی در این جامعه استفاده از ترکیبات طبیعی آنتی اکسیدانی ضروری به نظر می رسد. یکی از این مکمل های گیاهی که دارای خواص ضد اکسایشی است و امروزه از آن برای مقاصد درمانی استفاده می شود، مکمل انار است (۶)؛ ترکیبات فنولیک موجود در پوست انار به عنوان از بین برنده طبیعی اجرام میکروبی (باکتری ها و ویروس ها) شناخته شده اند، به خصوص پونیکالازین به دست آمده از پوست انار در این زمینه بسیار مفید است، به توجه به گزارش هایی که وجود دارد بهبودی و اثرات مفیدی بر روی عملکرد اندام های داخلی می گذارد (مونیم و همکاران<sup>۲</sup> ۲۰۱۰). بر اساس شواهد علمی، این نوع مکمل سازی ممکن است ضمن افزایش عملکردهای ورزشی، باعث تقویت دفاع های ضد اکسایشی و کاهش آسیب های اکسایشی ناشی از انجام فعالیت های ورزشی در افراد چاق شود به علاوه در برخی از گزارش های موجود، به اثرات مفید انار در کاهش چربی های نامطلوب خون و یا حتی اثرات ضد میکروبی و ضد التهابی این ماده اشاره شده است (۲). چنانکه نتایج مطالعات حاکی از آن است که آنتی اکسیدان موجود در انار، سه برابر چای سبز و شراب قرمز می باشد و در مقایسه با انگور، گریپ فروت و آب پرتقال، آنتی اکسیدان انار به دلیل سرشار بودن از ویتامین های A، E، C بیشتر است (۶). انار، با برخورداری از اثرات ضد اکسایشی، می تواند ضمن مقابله با اثرات نامطلوب فشار اکسایشی ناشی از چاقی، باعث کاهش شاخص آسیب های غشای سلولی مانند: مالون دی آلدئید و افزایش ظرفیت ضد اکسایشی سرم شود (۶). با این حال، تحقیقات خارجی اندکی در رابطه با تعیین اثرات مفید آب انار بر شاخص های فشار اکسایشی ناشی از انجام فعالیت هوازی به ویژه افراد اضافه وزن و چاق در دست است. از سوی دیگر، امروزه نقش فعالیت ورزشی منظم به عنوان یک راهکار مناسب برای کاهش چربی و بهبود ترکیب بدن بدیهی است. ورزش همچنین مقاومت انسولینی را بهبود می بخشد و موجب کاهش خطرات سندروم متابولیک و بیماری های مرتبط با چاقی می شود که این سازگاری ها ممکن است با تغییر سطوح کلسترول و لیپوپروتئین های پلازما مرتبط باشند (چو و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۰۹). از آنجایی که در داخل کشور تاکنون اثرات مکمل سازی انار و فعالیت های ورزشی به ویژه در افراد دارای اضافه وزن چربی و چاق، به طور همزمان مورد مطالعه قرار نگرفته است و نیز در مطالعات

اندکی که در خارج از کشور وجود دارد، هنوز این سؤال مطرح است که آیا واقعاً مکمل سازی کوتاه مدت انار (۲ ماه)، می تواند از بروز آسیب های اکسایشی ناشی از انجام فعالیت های ورزشی هوازی در بین افراد چاق بکاهد و دست کم باعث شاخص مقاومت به انسولین شود؟ بنابراین، مطالعه حاضر قصد دارد تا با بررسی تأثیر مکمل سازی دو ماه عصاره پوست انار بر شاخص مقاومت به انسولین موش های چاق، به برخی از ابهامات و تناقضات موجود پاسخ دهد.

## مواد و روش ها

میوه انار بیرجند در پاییز تهیه شد. بعد از تمیز و خشک کردن پوست در دمای معمولی اتاق خشک و با آسیاب الکتریکی پودر شد و برای عصاره گیری به آزمایشگاه دامپزشکی دانشگاه آزاد واحد تبریز ارسال گردید. پودر پوست انار در اتانول ۸۰ درصد به مدت ۷۲ ساعت خیسانده شد و حلال آن توسط دستگاه روتاری جدا شد. عصاره روزانه ۲۵۰ میلی گرم ۲۰ الی ۳۰ دقیقه قبل از غذا در نوبت صبح به صورت محلول در آب گرم و به شکل گاوآذ (۷) تا پایان ۸ هفته تجویز شد.

در این پژوهش ۴۰ سر موش صحرايي نر از نژاد ویستار ۱۵ ماهه و با میانگین وزن  $320 \pm 15$  گرم استفاده شد. این حیوانات در قفس های پلی کربنات با شرایط دمایی ۲۰-۲۲ درجه ی سانتی گراد و ۴۵ چرخه روشنایی/تاریکی ۱۲:۱۲ ساعت با دسترسی آزاد به آب و غذای ویژه موش های آزمایشگاهی نگهداری شدند.

حیوانات پس از یک هفته آشناسازی با محیط آزمایشگاه به طور تصادفی به ۴ گروه تقسیم شدند:

گروه اول تمرین هوازی ۵ جلسه در هفته پروتکل تمرینی را اجرا می کرد. گروه دوم عصاره پوست انار روزانه ۲۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن عصاره را به صورت گاوآذ دریافت می کرد. گروه سوم تمرین هوازی + عصاره پوست انار روزانه ۲۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن عصاره پوست انار را به صورت گاوآذ دریافت می کرد و ۵ جلسه در هفته پروتکل تمرینی را اجرا می کرد. گروه چهارم کنترل هیچ تیماری را دریافت نکرد.

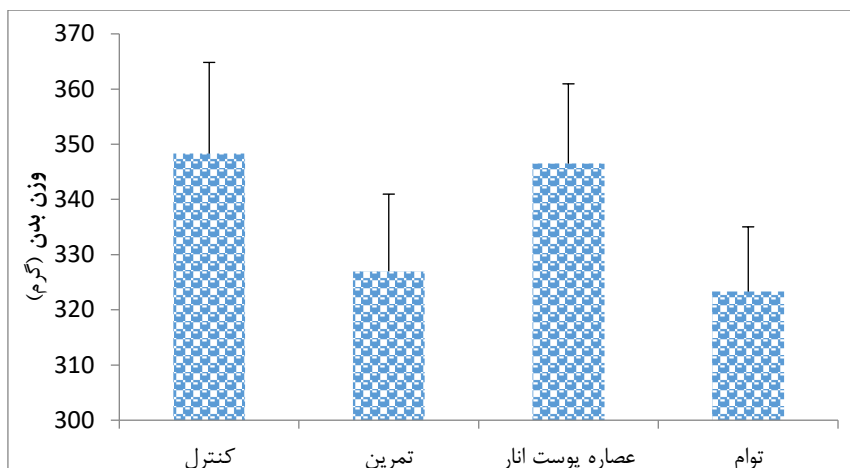
حیوانات پس از یک هفته آشناسازی با محیط آزمایشگاه و دستگاه ترمیل مخصوص حیوانات پروتکل تمرین هوازی شروع شد. پروتکل تمرین هوازی ۵ جلسه در هفته و هر جلسه شامل گرم کردن و سرد کردن بود. سرعت و مدت گرم کردن و سرد کردن در طول ۲ ماه (۲ دقیقه با سرعت ۵ متر در دقیقه) ثابت بود؛ اما سرعت و مدت تمرین در هفته اول (۱۰ دقیقه با سرعت ۱۰-۱۲ متر در دقیقه)، هفته دوم (۲۰ دقیقه با سرعت ۱۰-۱۲ متر در دقیقه)، هفته سوم (۲۰ دقیقه با سرعت ۱۸-۲۰ متر در دقیقه)، هفته چهارم (۳۰ دقیقه با سرعت ۱۸-۲۰ متر در دقیقه)، هفته پنجم (۵۰ دقیقه با سرعت ۱۸-۲۰ متر در دقیقه)، هفته ششم (۵۰ دقیقه با سرعت ۱۸-۲۰ متر در دقیقه)، هفته هفتم (۵۰ دقیقه با سرعت ۱۸-۲۰ متر در دقیقه)، هفته هشتم (۵۰ دقیقه با سرعت ۱۸-۲۰ متر در دقیقه) بود (۸). در ابتدا و پایان پروتکل وزن کشتی به عمل آمد.

همه ی موش های صحرايي گروه های مختلف پژوهش ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی برای خونگیری ابتدا با ترکیبی از داروی زایلازین (۱۰ میلی گرم/کیلوگرم) و کتامین (۷۵ میلی گرم/کیلوگرم) به صورت تزریق درون صفاقی بیهوش شدند. پس از اطمینان از بیهوش شدن حیوانات، قفسه سینه حیوان شکافته می شد و برای اطمینان از کمترین آزار حیوان، خون به طور مستقیم از قلب حیوان گرفته شد. سپس نمونه خونی در لوله ونوجکت فاقد ماده EDTA برای بدست آوردن سرم ریخته شد و پس از آن در دستگاه سانتریفوژ به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۳۵۰۰ دور در دقیقه قرار گرفته شد تا نمونه های

(۲×۲) استفاده شد که در صورت معنی دار شدن اثر هر یک از عواملها و یا اثر تعاملی آنها، در ادامه داده‌ها با استفاده از آزمون تحلیل واریانس یک راهه خطی و آزمون تعقیبی توکی مقایسه شدند.

سرمی حاصل شود و پس از علامت‌گذاری در کرایوتیوب‌های مخصوص ریخته شد برای سنجش‌های بعدی به فریزر با دمای ۷۰- منتقل شدند. برای تعیین تاثیر هر یک از عوامل‌های تمرین (تمرین در برابر عدم فعالیت (کنترل)) و مصرف عصاره پوست انار و یا اثر توأم آنها بر مقدار شاخص‌های مورد اندازه‌گیری در طی دوره مداخله، از تحلیل واریانس عملی

## یافته‌ها



شکل ۱ وزن بدن گروه‌ها پس از مداخله

### جدول ۱ نتایج تحلیل واریانس عاملی (۲×۲) شامل عامل‌های تمرین (تمرین در برابر عدم فعالیت (کنترل)) و مصرف مکمل (عصاره پوست انار در برابر کنترل) و یا اثر توأم آنها بر وزن بدن

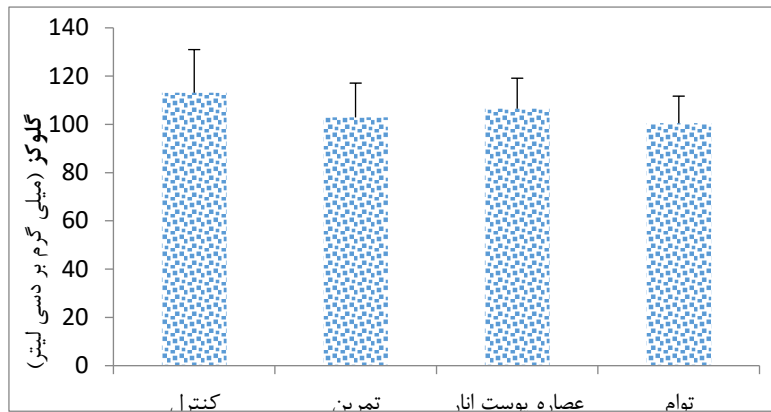
نتایج تحلیل واریانس عاملی (۲×۲)					اثر مورد مقایسه	شاخص مورد بررسی
توان آزمون	اندازه اثر (ضریب اتا)	sig	F	درجه آزادی		
۰/۸۲	۰/۱۹	*۰/۰۰۵	۸/۸۲	۱	وضعیت تمرین	وزن بدن
۰/۱۰	۰/۰۱	۰/۵	۰/۴۶	۱	وضعیت مصرف مکمل	
۰/۰۵۲	۰/۰۰۱	۰/۸۹	۰/۰۱۶	۱	تعامل مصرف مکمل × تمرین	

\*: تفاوت معنادار ( $P < 0/05$ ). \*\*: اندازه اثر کوچک (کمتر از ۰/۳) یا توان آزمون پایین (کمتر از ۰/۸) حاکی از وجود تغییرپذیری قابل ملاحظه (واریانس بالا) در مقدار اثر عامل‌ها و به طور ساده بر عدم کفایت لازم تعداد نمونه پژوهش دلالت می‌کنند.

### جدول ۲ نتایج تحلیل واریانس تک راهه در مورد مقایسه بین گروهی مقدار وزن بدن

نتایج آزمون همسانی واریانس		نتایج تحلیل واریانس		نتایج آزمون تعقیبی توکی		شاخص مورد بررسی
F	sig	F	درجه آزادی	sig	مقایسه در بین گروه‌های اختلاف متوسط ( $\bar{x} \pm Se$ )	
					تمرین با کنترل	وزن بدن
					عصاره با کنترل	
					توأم با کنترل	
		*۰/۰۰۱	۳ و ۳۶	۸/۲۳	تمرین با عصاره	
					تمرین با توأم	
		*۰/۰۰۵			عصاره با توأم	

نتیجه: فقط در گروه‌های تمرین وزن بدن کمتر از گروه کنترل و گروه عصاره بود. بنابراین نتیجه‌گیری می‌شود که مصرف عصاره انار بر وزن بدن موش‌ها تاثیر نداشته است و فقط تمرین باعث کاهش وزن بدن شده است.

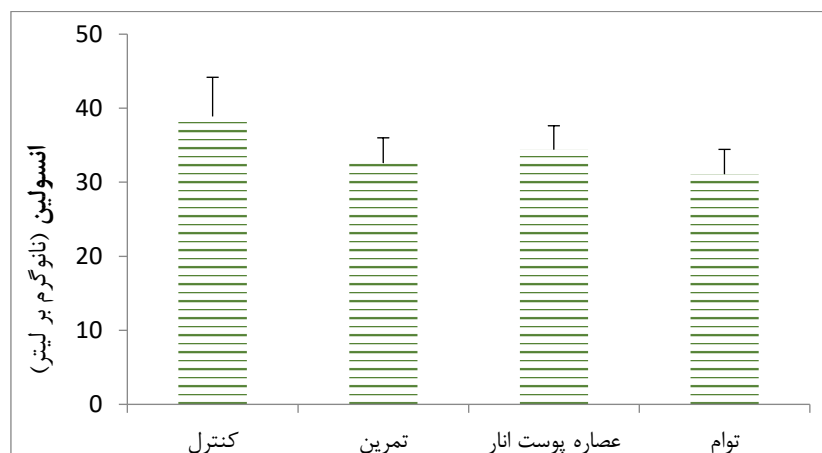


شکل ۲ گلوکز خون گروه‌ها پس از مداخله

جدول ۳ نتایج تحلیل واریانس عاملی (۲×۲) شامل عامل‌های تمرین (تمرین در برابر عدم فعالیت (کنترل) و مصرف مکمل (عصاره پوست انار در برابر کنترل) و یا اثر توأم آنها بر گلوکز خون

نتایج تحلیل واریانس عاملی (۲×۲)					شاخص
توان آزمون	اندازه اثر (ضریب اتا)	sig	F	درجه آزادی	اثر مورد مقایسه
۰/۴۱	۰/۰۳	۰/۰۸	۳/۲۴	۱	وضعیت تمرین
۰/۱۶	۰/۰۲	۰/۳۲	۱/۰۰۳	۱	وضعیت مصرف مکمل
۰/۰۷	۰/۰۰۶	۰/۶۴	۰/۲۱	۱	تعامل مصرف مکمل × تمرین

\*\*\*: اندازه اثر کوچک (کمتر از ۰/۳) یا توان آزمون پایین (کمتر از ۰/۸) حاکی از وجود تغییرپذیری قابل ملاحظه (واریانس بالا) در مقدار اثر عامل‌ها و به طور ساده بر عدم کفایت لازم تعداد نمونه پژوهش دلالت می کنند. با مشاهده نشدن تاثیر معنادار عامل‌ها و یا تعامل آنها دیگر نیاز به بررسی وجود نداشت و نتیجه‌گیری شد که هیچ از متغیرهای مستقل بر گلوکز خون تاثیر نداشته اند.



شکل ۳ انسولین خون گروه‌ها پس از مداخله

جدول ۴ نتایج تحلیل واریانس عاملی (۲×۲) شامل عامل‌های تمرین (تمرین در برابر عدم فعالیت (کنترل) و مصرف مکمل (عصاره پوست انار در برابر کنترل) و یا اثر توأم آنها بر انسولین خون

نتایج تحلیل واریانس عاملی (۲×۲)					اثر مورد مقایسه	شاخص مورد بررسی
توان آزمون	اندازه اثر (ضریب اتا)	sig	F	درجه آزادی		
۰/۹۶	۰/۲۹	* ۰/۰۰۱	۱۵/۰۶	۱	وضعیت تمرین	انسولین خون
۰/۶۵	۰/۱۴	* ۰/۰۲	۵/۸۸	۱	وضعیت مصرف مکمل	
۰/۲۱	۰/۰۳	۰/۲۳	۱/۴۷	۱	تعامل مصرف مکمل × تمرین	

اندازه اثر کوچک (کمتر از ۰/۳) یا توان آزمون پایین (کمتر از ۰/۸) حاکی از وجود تغییرپذیری قابل ملاحظه (واریانس بالا) در مقدار اثر عامل‌ها و به طور ساده بر عدم کفایت لازم تعداد نمونه پژوهش دلالت می‌کنند.

جدول ۵ نتایج تحلیل واریانس تک راهه در مورد مقایسه بین گروهی مقدار انسولین خون

نتایج آزمون همسانی واریانس			نتایج تحلیل واریانس			نتایج آزمون تعقیبی توکی		شاخص مورد بررسی
F	sig	F	درجه آزادی	sig	مقایسه در بین گروه‌های اختلاف متوسط ( $\bar{x} \pm Se$ )	sig		
۰/۸۴	۰/۴۸	۷/۴۷	۳ و ۳۶	* ۰/۰۰۱	تمرین با کنترل	* ۰/۰۰۵	انسولین خون	
					عصاره با کنترل	۰/۰۶۶		
					توأم با کنترل	* ۰/۰۰۱		
					تمرین با عصاره	۰/۷۳		
					تمرین با توأم	۰/۸۲		
					عصاره با توأم	۰/۲۵		

نتیجه: فقط در گروه‌های تمرین مقدار انسولین سرم کمتر از گروه کنترل بود ( $P < ۰/۰۵$ ).



شکل ۴ حساسیت انسولینی گروه‌ها پس از مداخله

### جدول ۶ نتایج تحلیل واریانس عاملی (۲×۲) شامل عامل های تمرین (تمرین در برابر عدم فعالیت (کنترل) و مصرف مکمل (عصاره پوست انار در برابر کنترل) و یا اثر توأم آنها بر حساسیت انسولینی

نتایج تحلیل واریانس عاملی (۲×۲)					شاخص
توان آزمون	اندازه اثر (ضریب اتا)	سطح معنی داری	F	درجه آزادی	اثر مورد مقایسه
۰/۸۳	۰/۲	* ۰/۰۰۵	۹/۰۲	۱	وضعیت تمرین
۰/۴۵	۰/۰۹	۰/۰۶۶	۳/۶	۱	وضعیت مصرف مکمل
۰/۱۵	۰/۰۲	۰/۳۳	۰/۹۵	۱	تعامل مصرف مکمل × تمرین

اندازه اثر کوچک (کمتر از ۰/۳) یا توان آزمون پایین (کمتر از ۰/۸) حاکی از وجود تغییرپذیری قابل ملاحظه (واریانس بالا) در مقدار اثر عامل ها و به طور ساده بر عدم کفایت لازم تعداد نمونه پژوهش دلالت می کنند.

### جدول ۷ نتایج تحلیل واریانس تک راهه در مورد مقایسه بین گروهی حساسیت انسولینی

نتایج آزمون همسانی واریانس		نتایج تحلیل واریانس		نتایج آزمون تعقیبی توکی		شاخص مورد بررسی
F	sig	درجه آزادی	F	اختلاف متوسط ( $\bar{x} \pm Se$ )	sig	
۱/۹۳	۰/۱۴	۳ و ۳۶	۴/۵۲	تمرین با کنترل	۰/۰۳*	انسولین خون
				عصاره با کنترل	۰/۱۹	
				توأم با کنترل	* ۰/۰۰۷	
				تمرین با عصاره	۰/۸۶	
				تمرین با توأم	۰/۹۱	
				عصاره با توأم	۰/۴۸	

نتیجه: فقط در گروه های تمرین مقدار حساسیت انسولینی کمتر از گروه کنترل بود ( $P < ۰/۰۵$ ).

### بحث و نتیجه گیری

در اولین بخش یافته ها، فقط در گروه های مشارکت کننده در تمرین وزن بدن به طور معناداری کمتر از گروه کنترل و گروه مصرف عصاره بود. ما در راستای تحقیقات بسیار زیاد موجود مبنی بر اثر کاهش دهنده عصاره پوست انار بر وزن بدن، تصور کردیم که شاید مدت زمان و یا دوز مورد مصرف عصاره پوست انار در پژوهش حاضر کافی نبوده است و یا اینکه شاید در موش های چاق مصرف عصاره پوست انار به تنهایی نمی تواند تاثیر چشمگیری بر کاهش وزن بدن ایجاد کند (اگرچه که تفاوت های مختصری در حدود ۵۰٪ کاهش وزن ایجاد شده در گروه تمرین ایجاد شد). لازم به ذکر است که در کل در مورد اثرات عصاره پوست انار و بخش های مختلف این گیاه بر چاقی در مطالعات حیوانی شواهد زیادی (۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲) موجود می باشد. گزارش شده است که مصرف رب انار نیز بر کاهش وزن موش ها کاملاً موثر است (۸). به علاوه، مصرف عصاره پوست انار حاوی پنی کالاجین<sup>۱</sup> و اسید الیجیک<sup>۲</sup> دارای قابلیت مهار فعالیت آنزیم اسید چرب سینتتاز هستند که نقش مهمی در بیوسنتز اسیدهای چرب دارد و بنابراین در جلوگیری و درمان چاقی اهمیت زیادی دارد (۱۳). اسید کاتالپیک<sup>۳</sup> کوآنزیم شده با اسید لینولئیک که عمدتاً در پوست انار موجود است در موش های چاقی به کاهش تجمع بافت چربی سفید شکمی منجر می شود. خیلی از پژوهش های دیگر نیز بر آثار سایر اسیدهای لینوئیک کوآنزیم شده مانند اسیدهای چرب تمرکز کرده اند که پوست انار را به عنوان یک مکمل مفید در محافظت از چاقی و

مقاومت انسولینی مطرح می کند (۱۲). به علاوه، در مورد آثار جلوگیری کننده از چاقی عصاره پوست انار نیز شواهدی وجود دارد (۱۰) مصرف عصاره پوست انار می تواند سبب جلوگیری از ایجاد چاقی و افزایش چربی خون در موش های چاق شده با رژیم پرچرب شود. این آثار به نظر می رسد که تا اندازه ای توسط مهار فعالیت آنزیم لیپاز پانکراس و سرکوب دریافت انرژی (اشتها) بروز می کنند. بنابراین عصاره پوست انار می تواند یک سرکوب کننده نوین برای اشتها باشد که فقط در شرایط مصرف رژیم پرچرب، بر چاقی اثر می کند. همچنین در مورد عصاره گل انار در یک تحقیق هونگ و همکاران (۱۴) نشان داده اند که مصرف روزانه ۵۰۰ میلی گرم از عصاره گل انار سبب اصلاح متابولیسم چربی های قلبی از طریق فعال سازی PPAR- $\alpha$ <sup>۴</sup>، کاهش چربی های گردش خون و مهار برداشت کبدی چربی ها می شود که در نهایت می تواند در چاقی موثر باشد. مک فارلین و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کرده اند که روغن دانه انار نیز می تواند سبب کاهش وزن شود (۲).

<sup>1</sup>-Punicalagin

<sup>2</sup>-Ellagic acid

<sup>3</sup>-Catalpic acid

<sup>4</sup>-peroxisome proliferator activated receptor<sup>a</sup>

<sup>5</sup>-Orlistat



تمرین هوازی بر وختامت کلی و مقدار شاخص‌های خطر متابولیک در بیماران مبتلا به سندرم متابولیک (۲۰) نتیجه گیری شده است که چاقی شکمی نسبت به سایر مولفه‌های خطر متابولیک پاسخ دهی بیشتری به تمرین هوازی دارد. ذخایر چربی مرکزی بدن (داخل شکمی) ارتباط قوی‌تری با مقاومت انسولینی، دیابت و بیماری‌های قلبی (به عنوان مولفه‌های سندرم متابولیک) دارند (۲۱). ولی با وجود عدم قطعیت دانش موجود، احتمال داده شده است که عوامل ناشناخته محیطی و یا ژنتیک به طور همزمان نیز سبب بروز چاقی مرکزی و مقاومت انسولینی می‌شوند و فقط خود چاقی مرکزی عامل ایجاد مقاومت انسولینی نیست. یک فرضیه دیگر نیز مربوط به آن است که آدیپوسیت‌های درون شکمی به دلیل گیرنده‌های آدرنژیک بیشتری فعالیت لیپولیتیک بیشتری دارند که می‌تواند سبب افزایش مقدار و جریان اسیدهای چرب در سیستم باب شده و احتمالاً با جلوگیری از زدوده شدن انسولین منجر به افزایش مقاومت انسولینی یا مکانیسم ناشناخته‌ای می‌شوند (۳). بنابراین ما تصور کردیم که حتی سایر آثار مفید تمرین بر متغیرهای مورد بررسی از کاهش چربی بدن منشاء می‌گیرد. بالاینحال، برای اثبات توالی رویدادهای مذکور انجام پژوهش‌ها در شرایط *in vitro* می‌تواند کمک کننده باشد. در بخش دیگر یافته‌ها، هیچ یک از متغیرهای پژوهش تأثیری بر گلوکز خون نداشت. شاید در نگاه اول، عدم تأثیر تمرین هوازی و اثر توأم بر گلوکز در موش‌های صحرائی چاق با توجه به شواهد بسیار زیاد موجود در این زمینه (۱۰) نامأنوس به نظر برسد. ولی ما تصور کردیم که شاید در اصل سطح قند خون موش‌های صحرائی در حد طبیعی بوده است و نیازی به خروج مقدار قند خون از محدوده طبیعی وجود نداشته است. در مورد عدم تغییر گلوکز خون در اثر مصرف عصاره پوست انار، اگرچه در پژوهش روحی و همکاران (۲۳)، همسو با یافته‌های ما هر دوی مصرف عصاره پوست انار و عصاره پودر دانه انار تغییری در مقدار گلوکز پلازما و انسولین ایجاد نکردند، ولی مصرف عصاره پوست انار سبب بهبود اندازه و تعداد جزایر لانگرهانس شد. همچنین احتمال داده شد که عصاره پوست انار حاوی برخی عناصر شیمیایی است که تأثیر مثبتی بر بازسازی سلول‌های جزایر پانکراسی و تحریک سلول‌های بتا برای تولید انسولین بیشتر دارند و یا اینکه حاوی ترکیبات شبه انسولین می‌باشد. به علاوه، مواد ضدآکسایشی عصاره پوست انار با کاهش تخریب سلول‌های پانکراس ممکن است روند بازسازی و تولید انسولین را افزایش دهد. ولی آن پژوهشگران در کل نتیجه گیری کردند که تأثیر مفید عصاره پوست انار بر سلول‌های پانکراس احتمالاً در بخش‌های دیگر مانند سلول‌های آلفا (تولید کننده گلوکاگون) اتفاق می‌افتد و بنابراین ممکن است با وجود تأثیر مثبت مصرف عصاره پوست انار بر سلول‌های پانکراسی، تغییری در مقدار انسولین ترشحی ایجاد نشود. ولی، خیلی از پژوهش‌ها *in vitro* نشان داده‌اند که پلی فنول‌ها ممکن است سبب افزایش برداشت گلوکز توسط بافت‌های محیطی شده و بنابراین گلوکز خون را کاهش دهند (۲۴) که ممکن است به واسطه مهار گلوکونوژنز (۲۵)، افزایش برداشت گلوکز در اثر عمل آدرنژیک (۲۶) و تحریک ترشح انسولین از سلول‌های بتای پانکراس (۲۷) اتفاق بیافتد.

در بخش دیگر یافته‌ها فقط تمرین باعث کاهش مقدار انسولین گردش خون شد و مصرف عصاره پوست انار تأثیر معناداری نداشت که این مساله در مورد حساسیت انسولینی نیز مشاهده شد. در مورد تأثیر ورزش بر انسولین لازم به ذکر است که در اکثر پژوهش‌های گذشته مشخص شده است که تمرین ورزشی سبب کاهش سطوح انسولین ناشتایی می‌شود (۲۸) که این

ولی امروزه در نقش مصرف عصاره پوست انار در جلوگیری از چاقی در انسان لازم به ذکر است که تعداد مطالعات انسانی موجود در این زمینه اندک هستند و برای فهم موجود در مورد آثار محافظتی و پیشگیری کننده عصاره‌های مختلف از بخش‌های متفاوت میوه انار بر چاقی هنوز باید توجه پژوهشی بیشتری معطوف شود (۱۲). در مورد مصرف عصاره پوست انار بر چاقی، مطالعات حیوانی بسیار زیادی موجود می‌باشد که عمدتاً در مورد چربی‌های خون می‌باشند، اگرچه که در تعدادی از آنها وزن بدن نیز بررسی شده است (۱۲). به دلیل اینکه سایر عصاره‌های مستخرج از بخش‌های میوه انار ممکن است که همیشه در دسترس نباشند، بنابراین پژوهش در مورد مصرف عصاره پوست انار و مکانیسم‌های عمل آن از اهمیت بیشتری برخوردار است. برخی مشتقات عصاره پوست انار به تنهایی و یا در ترکیب با هم بررسی شده‌اند. تأثیر گالیک اسید و اسید لینولئیک و ترکیب آنها در موش‌های تحت رژیم پرچرب در طی هفت هفته به ترتیب باعث کاهش ۱۲/۸، ۶/۸ و ۱۲/۲ درصدی وزن بدن موشها شد (۱۵).

سردا و همکاران (۲۰۰۳) اثرات پنی کالاجین ۶٪ موجود در عصاره پوست انار را در موش‌ها بر کاهش دریافت غذا و وزن بدن تأیید کرده‌اند. به هرحال در مورد مکانیسم‌های ضدچاقی انار برخی محققان به سرکوب دریافت انرژی (اشتها) اشاره کرده‌اند (۴). لی و همکاران (۲۰۰۷) اثرات مضاعف عصاره پوست انار بر چاقی را به کاهش دریافت انرژی و مهار فعالیت لیپاز ربط داده‌اند (۱۰). گزارش شده است که تأثیر انار بر دریافت انرژی مشابه اریستات<sup>۵</sup> است (که یک داروی مهار کننده لیپاز لوزالمعده و کاهش‌دهنده جذب چربی رژیم غذایی و افزایش دفع آن در مدفوع) به واسطه مشتقات موثر موجود در عصاره پوست انار (اسید الاجیک و اسیدتانیک).

به علاوه سن و سیمونز (۱۶) نشان داده‌اند که مکمل‌دهی آنتی اکسیدان‌ها می‌تواند به کاهش چاقی باینجامد. باتوجه به اینکه التهاب و استرس آکسایشی نقش مهمی در ایجاد چاقی دارند، بنابراین در این راستا تصور می‌شود که مصرف عصاره پوست انار به دلیل آثار ضدآکسایشی و ضدالتهابی هم می‌تواند از بروز چاقی جلوگیری کند (۱۲). همچنین گزارش شده است که مصرف پلی فنول‌های کافئین و کاتکچین در چای می‌تواند با افزایش هزینه انرژی، نرخ متابولیک و آکسایش چربی‌ها همراه شود (۱۷). در مورد عصاره پوست انار آثار ترموزنیک (گرم‌زایی) گزارتین<sup>۱</sup> (یک مشتق از پوست انار) نیز توسط آیدو و همکاران (۲۰۱۰) بررسی شده است که نشان دادند می‌تواند سبب کاهش وزن و کاهش محتوای چربی کبد و کل بدن و همچنین افزایش هزینه انرژی استراحتی در موش‌ها به عنوان یک مکمل موثر در مدیریت چاقی شود (۱۸).

به علاوه، برخی شواهد نیز بیان کرده‌اند که متغیرهایی مانند افزایش در مقدار مصرف اکسیژن اضافی پس از ورزش (وام اکسیژن<sup>۲</sup>) و یا نرخ متابولیسم چربی در از دست دادن چربی بدن به دنبال ورزش اثرگذار هستند (۱۹). اگرچه که در این پژوهش ترکیب بدن به طور مستقیم اندازه‌گیری نشد، ولی به نظر می‌رسد که کاهش مشاهده شده در وزن بدن بازتابی از تغییر ترکیب بدن باشد. به بیان دیگر ممکن است که در گروه‌های تمرین کرده، به علت هزینه انرژی فعالیت، وزن چربی بدن کاهش یافته است که البته در این تحقیق ترکیب بدن مستقیم اندازه گیری نشده است. با اینحال، مکانیسم تغییر وزن بدن هرچه که باشد، در یک فراتحلیل آماری اخیر در مورد تأثیر

<sup>1</sup>. Xanthigen

<sup>2</sup>. Excess post-exercise oxygen consumption



- bioavailability and metabolism in the rat of punicalagin, an antioxidant polyphenol from pomegranate juice. *European journal of nutrition*, 42(1), 18-28.
- Chalfoun-Mounayar, A., Nemr, R., Yared, P., Khairallah, S., & Chahine, R. (2012). Antioxidant and Weight Loss Effects of Pomegranate Molasses .
  - Basu, A., Newman, E. D., Bryant, A. L., Lyons, T. J., & Betts, N. M. (2013). Pomegranate polyphenols lower lipid peroxidation in adults with type 2 diabetes but have no effects in healthy volunteers: a pilot study. *Journal of nutrition and metabolism*, 2013 .
  - El-Alfy, N. Z., Ahmed, H. H., Mahmoud, M. F., & Yahya, S. (2014). Regression of liver fibrosis by punica granatum peel extract in the experimental model. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 3, 22-44.
  - Pasini, E., Lahaye, S. L. D., Flati, V., Assanelli, D., Corsetti, G., Specia, S., . . . Marzetti, E. (2012). Effects of treadmill exercise and training frequency on anabolic signaling pathways in the skeletal muscle of aged rats. *Experimental gerontology*, 47(1), 23-28.
  - Vroegrijk, I. O., van Diepen, J. A., van den Berg, S., Westbroek, I., Keizer, H., Gambelli, L., . . . Romijn, J. A. (2011). Pomegranate seed oil, a rich source of punicic acid, prevents diet-induced obesity and insulin resistance in mice. *Food and Chemical Toxicology*, 49(6), 1426-1430 .
  - Lei, F., Zhang, X., Wang, W., Xing, D., Xie, W., Su, H., & Du, L. (2007). Evidence of anti-obesity effects of the pomegranate leaf extract in high-fat diet induced obese mice. *International Journal of Obesity*, 31(6), 1023.
  - Aviram, M., Volkova, N., Coleman, R., Dreher, M., Reddy, M. K., Ferreira, D., & Rosenblat, M. (2008). Pomegranate phenolics from the peels, arils, and flowers are antiatherogenic: studies in vivo in atherosclerotic apolipoprotein E-deficient (E0) mice and in vitro in cultured macrophages and lipoproteins. *Journal of agricultural and food chemistry*, 56(3), 1148-1157
  - Al-Muammar, M. N., & Khan, F. (2012). Obesity: the preventive role of the pomegranate (*Punica granatum*). *Nutrition*, 28(6), 595-604 .
  - Wu, D., Ma, X., & Tian, W. (2013). Pomegranate husk extract, punicalagin and ellagic acid inhibit fatty acid synthase and adipogenesis of 3T3-L1 adipocyte. *Journal of Functional Foods*, 5(2), 633-641 .
  - Huang, T. H. W., Peng, G., Kota, B. P., Li, G. Q., Yamahara, J., Roufogalis, B. D., & Li, Y. (2005). Pomegranate flower improves cardiac lipid metabolism in a diabetic rat model: role of lowering circulating lipids. *British journal of pharmacology*, 145(6), 767-774.
  - Jang, A., Srinivasan, P., Lee, N. Y., Song, H. P., Lee, J. W., Lee, M., & Jo, C. (2008). Comparison of hypolipidemic activity of synthetic gallic acid-linoleic acid ester with mixture of gallic acid and
- مساله به دليل تأثير خود ورزش در افزايش حساسيت انسوليني به واسطه افزايش تعداد و در معرض قرار گرفتن گيرنده‌هاي انسوليني در بافت‌هاي محيطي و به ويژه عضلات مي‌باشد که در نهايت موجب کاهش نياز به انسولين و کاهش حضور انسولين در پلاسما خواهد شد (۲۹). با اين حال، اثرات ورزش بر حساسيت انسوليني معمولاً ۴۸ ساعت پس از وهله ورزش آغاز مي‌شوند و بنا بر اين براي بيشينه کردن اثرات متابوليك ورزش بر کنترل قند خون، پيشنهاده شده است که بايد ورزش به طور منظم و به طور ايده آل در اکثر روزهاي هفته انجام شود.
- به هر حال، پژوهش حاضر در توجيه اينکه چرا با وجود کاهش انسولين خون و بهبود حساسيت انسوليني در گروه‌هاي تمرين و مصرف عصاره پوست انار، تبيري در مقدار گلوکز خون مشاهده نشد، ناتوان بود. ولي تصور بر اين است که شايد همان کاهش سطوح انسولين با وجود بهبود عملکرد آن در نهايت سبب شده است که تبيري در مقدار گلوکز خون مشاهده نشود. به بيان ديگر تصور بر اين بود که اينکه تمرين بدني تا اندازه زيادي و شايد مصرف عصاره پوست انار تا حدی در بهبود حساسيت انسوليني مؤثر است، ولي براي کاهش چشمگير قند خون بيماران ديابتي و افراد در معرض افزايش مقاومت انسوليني مانند افراد چاق، حتماً بايد کنترل‌هاي تغذيه‌اي لازم براي پرهيز از مصرف غذاهای دارای کربوهيدرات‌های ساده را کاهش دهند و تمرين بدني به تنهائي نمی تواند کاهش قند خون را به بار آورد، هر چند که با بهبود عمل انسولين همراه باشد. لازم به ذکر است که اين استنباط دقيقاً در راستای تمام دستورالعمل‌هاي مطرح شده از سوی مراجع معتبر براي کنترل قند خون (۳۰، ۳۱، ۱) می‌باشد.
- در کل نتيجه‌گيري شد که فقط تمرين می تواند باعث کاهش وزن بدن، انسولين و حساسيت انسوليني شود و عصاره پوست انار تأثير معناداری در اين موارد ندارد. با اينکه، هيچ يک از مداخلات تأثير معناداری بر گلوکز نداشتند. نکات قوت پژوهش حاضر شامل استفاده از نمونه‌هاي حيواني و حذف تفاوت‌هاي فردي، کنترل مستقيم بر جزئيات انجام پروتکل تمرين، حذف تأثير مزاحم بسياری از متغيرها مانند تغذيه و ... بودند. عدم توجه به در مصرف عصاره پوست انار بر حسب وزن بدن، عدم بررسي موش‌هاي تحت تغذيه با رژيم پرچرب، همچنين تعداد کم آزمودنی‌ها، عدم اندازه گيري ترکيب بدن در طول تمرينات و عدم اندازه گيري مقدار دقيق هزينه انرژی ورزش از محدوديت‌هاي اصلی پژوهش حاضر بودند.

## منابع

- Buresh, R., & Berg, K. (2017). Exercise for the management of Type 2 Diabetes Mellitus. Factors to consider with current guidelines. *The Journal of sports medicine and physical fitness*.
- MCFARLIN, B. K., STROHACKER, K. A., & KUEHT, M. L. (2009). Pomegranate seed oil consumption during a period of high-fat feeding reduces weight gain and reduces type 2 diabetes risk in CD-1 mice. *British journal of nutrition*, 102(1), 54-59 .
- Kohrt, W., Obert, K., & Holloszy, J. (1992). Exercise training improves fat distribution patterns in 60-to 70-year-old men and women. (*The Journals of gerontology*, 47(4), M99-M105 .
- Cerdá, B., Llorach, R., Cerón, J. J., Espín, J. C., & Tomás-Barberán, F. A. (2003). Evaluation of the



- pancreatic islets of Langerhans in streptozotocin-nicotinamide induced type 2 diabetic Sprague-Dawley rats. *BMC complementary and alternative medicine*, 17(1), 156.
24. Scalbert, A., Manach, C., Morand, C., Rémésy, C., & Jiménez, L. (2005). Dietary polyphenols and the prevention of diseases. *Critical reviews in food science and nutrition*, 45(4), 287-306.
  25. Waltner-Law, M. E., Wang, X. L., Law, B. K., Hall, R. K., Nawano, M., & Granner, D. K. (2002). Epigallocatechin gallate, a constituent of green tea, represses hepatic glucose production. *Journal of Biological Chemistry*, 277(38), 34933-34940.
  26. Cheng, J.-T., & Liu, I.-M. (2000). Stimulatory effect of caffeic acid on a 1A-adrenoceptors to increase glucose uptake into cultured C 2 C 12 cells. *Naunyn-Schmiedeberg's archives of pharmacology*, 362(2), 122-127.
  27. Ohno, T., Kato, N., Ishii, C., Shimizu, M., Ito, Y., Tomono, S., & Kawazu, S. (1993). Genistein augments cyclic adenosine 3' 5'-monophosphate (cAMP) accumulation and insulin release in MIN6 cells. *Endocrine research*, 19(4), 273-285.
  28. Shakil-ur-Rehman, S., Karimi, H., & Gilani, S. A. (2017). Effects of supervised structured aerobic exercise training program on fasting blood glucose level, plasma insulin level, glycaemic control, and insulin resistance in type 2 diabetes mellitus.
  29. Shields, N. (2014). Exercise training decreases fasting insulin levels and improves insulin resistance in children and adolescents. *J Physiother*, 60(3), 165. doi: 10.1016/j.jphys.2014.06.009.
  30. Riddell, M. C., Gallen, I. W., Smart, C. E., Taplin, C. E., Adolfsson, P., Lumb, A. N., . . . Hume, C. (2017). Exercise management in type 1 diabetes: a consensus statement. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*.
  31. Pesta, D. H., Goncalves, R. L., Madiraju, A. K., Strasser, B., & Sparks, L. M. (2017). Resistance training to improve type 2 diabetes: working toward a prescription for the future. *Nutrition & metabolism*, 14(1), 24.
  - linoleic acid, gallic acid, and linoleic acid on high-fat diet induced obesity in C57BL/6 Cr Slc mice. *Chemico-biological interactions*, 174(2), 109-117.
  16. Sen, S., & Simmons, R. A. (2010). Maternal antioxidant supplementation prevents adiposity in the Offspring of Western Diet-Fed Rats. *Diabetes*, 59(12), 3058-3065.
  17. Hursel, R., Viechtbauer, W., Dulloo, A. G., Tremblay, A., Tappy, L., Rumpler, W., & Westerterp-Plantenga, M. (2011). The effects of catechin rich teas and caffeine on energy expenditure and fat oxidation: a meta-analysis. *Obesity reviews*, 12(7).
  18. Abidov, M., Ramazanov, Z., Seifulla, R., & Grachev, S. (2010). The effects of Xanthigen™ in the weight management of obese premenopausal women with non-alcoholic fatty liver disease and normal liver fat. *Diabetes, obesity and metabolism*, 12(1), 72-81.
  19. Williams, C. B., Zelt, J. G., Castellani, L. N., Little, J. P., Jung, M. E., Wright, D. C., . . . Gurd, B. J. (2013). Changes in mechanisms proposed to mediate fat loss following an acute bout of high-intensity interval and endurance exercise. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 38(12), 1236-1244.
  20. Rohani, H., Azali Alamdari, K., & Helali zadeh, M. (2016). Effect of Aerobic Training on Overall Metabolic Risk and Indices Levels in Patients with Metabolic Syndrome: A Meta-Analysis Study. *Sport Physiology*, 8(31), 17-44. doi: 10.22089/spj.2016.810
  21. Kissebah, A. H., & Krakower, G. R. (1994). Regional adiposity and morbidity. *Physiological reviews*, 74(4), 761-811.
  22. Grace, A., Chan, E., Giallauria, F., Graham, P. L., & Smart, N. A. (2017). Clinical outcomes and glycaemic responses to different aerobic exercise training intensities in type II diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Cardiovascular diabetology*, 16(1), 37.
  23. Rouhi, S. Z. T., Sarker, M. M. R., Rahmat, A., Alkahtani, S. A., & Othman, F. (2017). The effect of pomegranate fresh juice versus pomegranate seed powder on metabolic indices, lipid profile, inflammatory biomarkers, and the histopathology of