

## اثر یک دوره تمرین مقاومتی و مصرف مکمل اسید اورسولیک بر سطوح سرمی آدیپونکتین و انسولین مردان غیرفعال دارای اضافه وزن

فاطمه قدیری<sup>۱</sup>، رامبد خواجه‌ای<sup>۲</sup>، آمنه برجسته یزدی<sup>۳</sup>، امیر رشید لمیر<sup>۴</sup>

### چکیده

**زمینه و هدف:** به نظر می‌رسد فعالیت بدنی و مصرف برخی مکمل‌ها بتواند از طریق افزایش تولید سطوح در گردش آدیپونکتین، بر بهبود هومئوستاز گلوکز و چربی‌های خون موثر باشد. این پژوهش با هدف ارزیابی اثر هشت هفته تمرین مقاومتی و مصرف مکمل اسید اورسولیک بر سطح سرمی آدیپونکتین و انسولین مردان غیرفعال دارای اضافه وزن انجام شد. **مواد و روش‌ها:** این پژوهش نیمه‌تجربی بود که تعداد ۳۴ مرد غیرفعال دارای اضافه‌وزن (سن  $23/35 \pm 1/7$  سال، وزن  $75/64 \pm 2/15$  کیلوگرم، نمایه توده بدن  $29/2 \pm 3/6$  کیلوگرم/مترمربع) داوطلبانه در آن شرکت کردند و به طور تصادفی به سه گروه تمرین مقاومتی+اسید اورسولیک (۱۲ نفر)، تمرین مقاومتی+دارونما (۱۲ نفر) و اسید اورسولیک (۱۰ نفر) تقسیم شدند. برنامه تمرینات مقاومتی شامل چهار حرکت بالاتنه و چهار حرکت پایین‌تنه بود که با شدت ۸۵-۷۰ درصد یک تکرار بیشینه انجام شد. آزمودنی‌ها با هر وعده غذایی ۱۵۰ میلی‌گرم اسید اورسولیک مصرف کردند. تحلیل آماری داده‌ها با کمک آزمون آماری آنالیز واریانس یک طرفه و با استفاده از نرم‌افزار SPSS صورت گرفت.

**نتایج:** آدیپونکتین به طور معنی‌داری در گروه‌های تمرین مقاومتی+اسید اورسولیک و تمرین مقاومتی+دارونما افزایش یافت. از طرفی، سطح سرمی انسولین به طور معنی‌داری در این دو گروه کاهش یافت. تغییرات سرمی آدیپونکتین و انسولین بین گروه‌های تمرین مقاومتی+اسید اورسولیک با تمرین مقاومتی+دارونما ( $P < 0/001$  برای هر دو)، تمرین مقاومتی+اسید اورسولیک با اسید اورسولیک به تنهایی ( $P < 0/001$  برای هر دو) و همچنین بین گروه‌های تمرین مقاومتی+دارونما با اسید اورسولیک ( $P < 0/001$  برای هر دو) تفاوت معنی‌داری داشت.

**نتیجه‌گیری:** احتمال می‌رود تمرینات مقاومتی همراه با مصرف مکمل اسید اورسولیک سودمندی بهتری در پیشگیری از بیماری‌های قلبی عروقی داشته باشد.

**واژه‌های کلیدی:** تمرین ورزشی، مکمل‌های غذایی، آدیپونکتین، بی‌حرکی، هومئوستاز گلوکز

<sup>۱</sup> دانشجوی دکترای فیزیولوژی ورزش، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران

<sup>۲</sup> گروه تربیت بدنی و فیزیولوژی ورزشی، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران، نویسنده مسئول: r.khajeie@gmail.com

<sup>۳</sup> گروه تربیت بدنی و فیزیولوژی ورزشی، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران

<sup>۴</sup> گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

## مقدمه

امروزه ماشینی شدن فعالیت‌ها، کم‌تحركی افراد جامعه را به همراه دارد که این کم‌تحركی می‌تواند منجر به افزایش وزن، افزایش اندازه سلول‌های چربی و همچنین کاهش تدریجی و اجتناب‌ناپذیری در توده عضلات (سارکوپنیا) شود (Dunstan, 2011). از سوی دیگر، تغییر تعادل انرژی بدن و تغییرات فیزیولوژیکی و متابولیکی ناشی از افزایش بافت چربی، می‌تواند باعث بروز برخی بیماری‌های قلبی - عروقی مانند آترواسکلروز و پرفشارخونی و بیماری‌های متابولیکی نظیر سندروم متابولیک و دیابت نوع دو شود (Pouzesh Jadidi J et al., 2020). در این رابطه، تمرکز بیشتر بر متابولیسم بافت چربی منجر شده است تا دیدگاه سنتی در خصوص سلول‌های چربی به عنوان انبار غیر فعال ذخیره‌سازی و سوخت اسیدهای چرب به سرعت تغییر یابد (Kumagai et al., 2017). مطالعات انجام شده در این زمینه نشان می‌دهد که پروتئین‌های ویژه‌ای به نام آدیپوکاین‌ها از بافت چربی ترشح می‌شوند (Goodpaster et al., 2003) که در مدیریت تعادل انرژی دارای اهمیت زیادی هستند (Martínez-Sánchez, 2020).

در افراد سالم ترشح انسولین با حساسیت انسولین بدن مرتبط است که به وسیله تغییر مناسب در ترشح انسولین توسط سلول‌های بتای پانکراس اجازه جبران هرگونه تغییر در حساسیت کل بدن نسبت به انسولین را می‌دهد. بر این اساس بین ترشح انسولین و حساسیت انسولین نوعی ارتباط متقابل گزارش شده است. در این میان شناخت علائم و سیگنال‌های مولکولی مرتبط با حساسیت انسولین و ترشح انسولین از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Retnakaran et al., 2005). آدیپونکتین فراوانترین هورمون فعال زیستی در گردش است که عمدتاً توسط بافت چربی سفید تولید می‌شود و دارای خواص حساس به انسولین، ضد آتروژنیک و ضد التهابی است (Gh R Mohammad Rahimi et al., 2020; Wang et al., 2018)؛ و غلظت آن بر خلاف سایر آدیپوسایتوکاین‌ها، در وضعیت چاقی، دیابت، بیماری‌های عروق کرونر و فشارخون کاهش می‌یابد (Li et al., 2020). در واقع، آدیپونکتین به عنوان یک هورمون حساس نسبت به انسولین شناخته شده که سطح گلوکز خون را کاهش داده و از تجمع چربی در عضلات اسکلتی جلوگیری می‌کند (Funcke & Scherer, 2019; Gholam Rasul Mohammad Rahimi et al., 2020).

پژوهش‌ها نشان داده‌اند که افزایش در میزان فعالیت بدنی، یکی از راه‌حل‌های مؤثر و کم‌هزینه برای مقابله با شیوع بسیاری از بیماری‌ها می‌باشد (Corder et al., 2019; Smith & Biddle, 2008). امروزه، ارزش بالقوه انواع تمرینات مقاومتی در زمینه توسعه سلامت و بهبود آمادگی جسمانی افراد جامعه درک شده است (Acosta-Manzano et al., 2020; Allman et al., 2019). تمرینات مقاومتی، بخش بسیار مهمی از تمرینات ورزشی است که با اثرات سودمند خود بر افزایش توده بدون چربی می‌تواند باعث افزایش میزان متابولیسم پایه شود (MacKenzie-Shalders et al., 2020). علاوه بر این، محققان بر این باورند که هنگام انجام تمرینات مقاومتی، نیاز به هماهنگی عصبی - عضلانی فرد بالا رفته که در ادامه می‌تواند منجر به هایپرتروفی عضلانی گردد. در این زمینه مکمل‌هایی با ترکیبات گیاهی برای بالا بردن توان عملکردی و ساختاری در تمرین مقاومتی، توجه بسیاری از پژوهشگران را به خود معطوف ساخته است. اسید اورسولیک (UA) یک ایزومر مشتق شده از اسید اولیونیک و یک ترکیب تری‌ترپنوئید لیپوفیلیک بوده که عمدتاً در سیب و تعداد زیادی از گیاهان یافت می‌شود (Bang et al., 2014). اخیراً، اسید اورسولیک به سبب نقش مهم آن در حفظ و یا افزایش توده عضلانی که

در محیط آزمایشگاه و خارج آن دارا می‌باشد که ممکن است اثر تمرینات مقاومتی بر انسان را افزایش دهد؛ توجه بسیاری از پژوهشگران را به خود معطوف ساخته است (Asghari et al., 2020; Bang et al., 2014). در زمینه اثر تمرینات مقاومتی بر سطوح آدیپونکتین و انسولین نتایج محدود و متناقضی وجود دارد؛ به طوری که افزایش میزان آدیپونکتین در زنان غیرفعال دارای اضافه وزن به دنبال هشت هفته تمرین مقاومتی (Maleki et al., 2019)، افزایش آدیپونکتین و کاهش مقاومت به انسولین به دنبال هشت هفته تمرین مقاومتی بالاتنه، پایین تنه و ترکیبی در زنان سالم تمرین نکرده (Pouzesh Jadidi J et al., 2020) و از طرفی عدم تغییر میزان آدیپونکتین پلاسما و کاهش معنادار سطوح انسولین در مردان دارای اضافه وزن به دنبال ۱۲ هفته تمرین مقاومتی پیش رونده گزارش شده است (Banaii Broojeni et al., 2019). همچنین، در رابطه با اثرات مکمل اسید اورسولیک نیز مطالعات اندک با نتایج متفاوت وجود دارد. به طوری که در پژوهشی که اثرات اسید اورسولیک بر مقاومت به انسولین و هایپرانسولینمی در موش‌های چاق ناشی از رژیم غذایی مورد مطالعه قرار گرفته بود، نتایج از قابلیت درمانی بالقوه اسید اورسولیک برای بهبود مقاومت به انسولین، هایپرانسولینمی و التهاب مشاهده شده در چاقی و دیابت پشتیبانی می‌کند (González-Garibay et al., 2020). از طرفی، در پژوهش دیگری اثرات مثبتی از مصرف اسید اورسولیک بر قدرت و توده عضلانی در مردان جوانی که تمرینات مقاومتی را انجام دادند و رژیم غذایی با پروتئین بالا مصرف کردند، مشاهده نشد (Lobo et al., 2020). بر اساس این نتایج، پژوهشگران از جمله دلایل ناهمخوانی یافته‌های آدیپونکتین و انسولین در پاسخ به تمرینات مقاومتی و مصرف مکمل اسید اورسولیک را تفاوت‌های آزمودنی‌ها (سن، جنس، وضعیت سلامتی و ترکیب بدن)، تفاوت پروتکل‌های تمرینی (نوع، شدت و مدت)، تفاوت در دوز مصرفی اسید اورسولیک و رژیم غذایی بیان کرده‌اند.

با توجه به اینکه تمرینات مقاومتی به علت افزایش حساسیت انسولین و بهبود ترکیب بدن به عنوان یک راهکار موثر در درمان و پیشگیری برخی بیماری‌های متابولیکی ناشی از کم‌تحرکی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Ismail et al., 2020; Pina et al., 2020)، و از سوی دیگر، به دلیل اثرات احتمالی و پیشنهادی مصرف اسید اورسولیک بر بهبود مقاومت انسولینی و ترکیب بدن (González-Garibay et al., 2020)؛ نیاز به پژوهش‌های بیشتر در این زمینه و بررسی اثر ترکیبی تمرینات مقاومتی و مصرف مکمل‌هایی مانند اسید اورسولیک احساس می‌شود. با این حال، با توجه به نقش آدیپونکتین در تنظیم سوخت و ساز گلوکز و ترشح انسولین و از طرفی به دلیل تناقض در یافته‌های پژوهشی در زمینه تاثیر تمرینات مقاومتی و مصرف اسید اورسولیک در بهبود هموستاز گلوکز، به نظر می‌رسد یافتن ساز و کاری که بتوان از طریق آن تغییرات مثبت ترشح آدیپونکتین را سبب شد، در پیشگیری از بیماری‌های متابولیکی ناشی از بی‌تحرکی موثر باشد. بنابراین با توجه به شیوع بیماری‌های متابولیکی و مزمن به دلیل کم‌تحرکی و تمایل جامعه به سمت مکمل‌های طبیعی، غنی و بدون ماده افزودنی از یک طرف، و از طرف دیگر به دلیل عدم بررسی تاثیر تمرین مقاومتی توأم با مصرف مکمل اسید اورسولیک و همچنین پیشینه محدود و متناقض در این زمینه، مطالعه حاضر با هدف بررسی تاثیر هشت هفته تمرین مقاومتی و مصرف مکمل اسید اورسولیک بر سطح سرمی آدیپونکتین و انسولین مردان غیرفعال دارای اضافه وزن انجام شد.

### روش پژوهش

روش پژوهش حاضر نیمه تجربی و با طرح سه گروهی پیش - پس‌آزمون است. جامعه آماری این پژوهش را کلیه مردان غیرفعال دارای اضافه وزن (سنین بین ۲۰ تا ۳۰ سال) شهرستان نیشابور تشکیل داده که از بین آن‌ها تعداد

۳۴ نفر که سابقه شرکت در تمرینات مقاومتی را نداشته‌اند به صورت داوطلبانه وارد پژوهش شدند و پس از پر کردن فرم رضایت‌نامه و فرم سابقه پزشکی — ورزشی جهت بررسی کنترل سابقه بیماری و نداشتن مشکلات ساختاری و آناتومیکی به صورت تصادفی به سه گروه تمرین مقاومتی + اسید اورسولیک (۱۲ نفر)، تمرین مقاومتی + دارونما (۱۲ نفر) و اسید اورسولیک (۱۰ نفر) تقسیم شدند. مشخصات فردی آزمودنی‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است. لازم به ذکر است که پژوهش حاضر دارای تاییدیه کمیته اخلاق دانشگاه آزاد اسلامی واحد نیشابور (IR.IAU.NEYSHABUR.REC.1399.003) می‌باشد.

### جدول ۱. ویژگی‌های آزمودنی‌ها در گروه‌های مختلف آزمون

متغیر گروه	سن (سال)	نمایه توده بدن (کیلوگرم/مترمربع)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	چربی بدن (%)
تمرین + مکمل	۲۴/۵۶±۴/۶	۲۹/۲±۳/۵	۱۷۳/۴۱±۱۸/۲	۷۹/۶۵ ±۹/۵	۲۸/۱±۳/۵
تمرین + دارونما	۲۵/۳۱±۵/۱	۲۹/۶±۳/۷	۱۷۱/۴۶±۱۶/۹	۸۱/۲۱ ±۹/۹	۲۹/۳±۲/۹
مکمل	۲۳/۹۶±۴/۳	۲۸/۸±۳/۱	۱۷۵/۳۲±۱۹/۴	۷۷/۸۱ ±۸/۵	۲۷/۵±۴/۱

### روش جمع‌آوری اطلاعات

آزمودنی‌ها پس از پر کردن فرم رضایت‌نامه، سوابق پزشکی و پرسش‌نامه سلامتی و آشنا شدن با طرح پژوهش، آمادگی خود را برای شرکت در پژوهش اعلام کردند. قبل از اعمال متغیر مستقل، اندازه‌های آنتروپومتریک و ترکیب بدن شامل قد، وزن، درصد چربی بدن و ضربان قلب بیشینه آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. مطابق برنامه زمان‌بندی، آزمودنی‌ها طی دو هفته با نحوه اجرای آزمون آشنا شدند و پس از آن جلسه تمرین اصلی (ساعت پنج بعد از ظهر) را شروع کردند.

در روز نخست با استفاده از قدسنج و ترازو با مارک seca ساخت کشور آلمان به ترتیب طول قد ایستاده بر حسب سانتی‌متر و وزن آزمودنی‌ها با حداقل لباس و بدون کفش بر حسب کیلوگرم اندازه‌گیری شد. به منظور اندازه‌گیری نمایه توده بدن و درصد چربی آزمودنی‌ها، از دستگاه آنالیز ترکیب بدن (In Body مدل ۷۲۰ ساخت کره جنوبی) در دو مرحله پیش آزمون و پس آزمون استفاده شد. بدین منظور، آزمودنی با لباس سبک و پای برهنه در شرایطی که مثانه خالی بود، روی دستگاه قرار می‌گرفت و سپس اطلاعات دقیق درباره سن و قد آزمودنی ثبت دستگاه می‌شد. همچنین از مایع مخصوص برای ایجاد رطوبت و برقراری تماس کامل پا و دست‌ها با الکترودها استفاده شد. ضربان قلب آزمودنی‌ها نیز در حالت استراحت و در حین تمرین به وسیله ضربان‌سنج پولار ساخت کشور فنلاند اندازه‌گیری شد. بخش حسگر واقع در بند این دستگاه روی سینه آزمودنی قرار گرفته و تا حدی که برای آزمودنی ایجاد ناراحتی نکند، کشیده می‌شد. فرستنده ضربان‌سنج به طور اتوماتیک وقتی روی پوست بدن قرار می‌گرفت

شروع به کار می کرد و علائم را به ساعت مچی مخصوص ارسال می نمود. ضربان قلب بیشینه آزمودنی ها نیز با استفاده از فرمول (سن - ۲۲۰) محاسبه گردید. پس از آشنایی آزمودنی ها با حرکات و دستگاه های مورد استفاده و شیوه مناسب جابه جا کردن وزنه ها و تکنیک صحیح نفس گیری، یک تکرار بیشینه آن ها در حرکات مورد نظر با استفاده از فرمول برزیسکی (MA, 1995) محاسبه شد.

$$\text{وزنه جابجا شده (کیلوگرم)} = \frac{\text{یک تکرار بیشینه}}{1.0278 - (0.0278 \times \text{تعداد تکرار تا خستگی})}$$

**برنامه تمرین مقاومتی:** مداخله تمرینی محقق ساخته مشتمل بر هشت هفته متوالی با تواتر سه جلسه تمرین مقاومتی در هفته و هر جلسه به مدت ۶۰ دقیقه در گروه های تجربی بود (جدول ۲). حرکات شامل: پرس پا، اکستشن زانو، فلکشن زانو، سیم کش پارویی (قایقی)، پشت بازو سیم کش، پرس سینه و کشش دوطرفه به پایین، دربرگیرنده عضلات بزرگ بالا و پایین تنه بود. حرکات مقاومتی بر اساس توصیه های کالج پزشکی ورزشی امریکا برای افراد دارای اضافه وزن/چاق بود (Levinger et al., 2009). علت انتخاب نوع حرکات با توجه به بررسی پیشینه پژوهش با تحقیقات مختلف با اندازه اثر معتبر، برای همه آزمودنی ها ترتیب حرکات از عضلات بزرگ به سمت کوچک قرار داده شد. در هر جلسه آزمودنی ها پس از ۱۵-۱۰ دقیقه گرم کردن به انجام تمرینات مذکور می پرداختند. حرکات طوری طراحی شدند که گروه عضلات بزرگ بدن بیشتر درگیر شود و دو حرکت پشت سر هم عضلات مشابهی را درگیر نکند. در انتهای تمرین نیز آزمودنی ها ۱۰-۵ دقیقه به سرد کردن می پرداختند. شدت تمرین با ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه در هفته اول و دوم شروع شد و در نهایت در هفته های هفتم و هشتم به ۸۵ درصد یک تکرار بیشینه رسید. در هر جلسه تمرینی محقق بر کار آزمودنی ها نظارت داشته و هر دو هفته یکبار آزمون یک تکرار بیشینه از آزمودنی ها گرفته شد و بر اساس آن، شدت تمرین متناسب با توسعه عملکرد هر فرد افزایش یافت.

جدول ۲. پروتکل تمرین مقاومتی

مدت استراحت بین دورها	شدت (1-RM)	تعداد تکرارها	تعداد دورها	زمان
۱ دقیقه	۷۰ درصد	۱۰-۱۲	۳ دور	هفته ۱-۲
۱ دقیقه	۷۵ درصد	۱۰-۱۲	۳ دور	هفته ۳-۴
۱/۳۰ دقیقه	۸۰ درصد	۸-۱۰	۵ دور	هفته ۵-۶
۲ دقیقه	۸۵ درصد	۶-۸	۵ دور	هفته ۷-۸

### نحوه استفاده از مکمل اسید اورسولیک

مکمل اسید اورسولیک ( $3\beta$ -hydroxyl-urs-12-en-28-oic acid) به صورت کپسول های ۱۵۰ میلی- گرمی خریداری شده از شرکت لابرادا (هوستون امریکا) در این تحقیق استفاده شد. به طوری که گروه های تمرین

مقاومتی + مکمل و گروه مکمل به تنهایی روزانه ۳ کپسول محتوی ۱۵۰ میلی‌گرم اسید اورسولیک را بعد از صرف هر یک از سه وعده غذایی (در مجموع ۴۵۰ میلی‌گرم اسید اورسولیک) دریافت کردند. به دلیل حلالیت محدود اسید اورسولیک در آب (Liu, 2005)، به آزمودنی‌ها توصیه شد که بعد از هر وعده غذایی یک کپسول مصرف کنند و الگوی غذایی خود را در طول مطالعه حفظ کنند. گروه تمرین مقاومتی + دارونما نیز روزانه ۳ عدد کپسول محتوی ۴۵۰ میلی‌گرم از ماده مشابه (دارونما) را استفاده کردند. قابل ذکر است که این مطالعه به صورت یک سو کور انجام شد و هیچ کدام از آزمودنی‌ها از محتوای کپسول‌هایی که استفاده می‌کردند اطلاعی نداشتند. جهت کنترل بیشتر بر نحوه زندگی و جلوگیری از فعالیت‌های جانبی، آزمودنی‌های این پژوهش از طریق تماس تلفنی، ارسال پیام و بازدید از نزدیک توسط پژوهشگر کنترل گردیدند.

### سطح سرمی آدیپونکتین و انسولین

شرکت‌کنندگان طبق برنامه هماهنگ شده قبلی، ۲۴ ساعت قبل از شروع و ۴۸ ساعت بعد از اتمام آخرین جلسه تمرینی، ضمن اینکه ۱۲ ساعت ناشتا بودند و طی ۲۴ ساعت اخیر هیچگونه فعالیت ورزشی شدیدی نداشتند، برای اخذ نمونه خون به آزمایشگاه معرفی شدند. برای جلوگیری از تاثیر ریتم شبانه روزی، نمونه‌گیری خونی در هر دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون بین ساعت ۸ تا ۱۰ صبح انجام شد. بدین منظور مقدار ۱۰ سی‌سی خون از سیاهرگ بازویی دست چپ شرکت‌کنندگان در حالت نشسته گرفته شد و داخل لوله‌های حاوی ماده ضدانعقاد خون (EDTA) جمع‌آوری شد. نمونه‌های خون پس از سانتریفیوژ با ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه و جدا کردن سرم، تا زمان انجام آزمون‌ها در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. مقادیر سرمی آدیپونکتین و انسولین با استفاده از روش الایزا اندازه‌گیری شد. مقادیر آدیپونکتین با استفاده از کیت الایزا (EASTBIOPHARM، Cat.No:CK-10871E ساخت چین) اندازه‌گیری شد. ضریب تغییرات درون گروهی و بین گروهی و همچنین میزان حساسیت آن به ترتیب کمتر از ۱۲ و ۱۰ درصد و ۰/۱۱ میلی‌گرم بر لیتر بود. همچنین مقادیر انسولین نیز با استفاده از کیت الایزا (EASTBIOPHARM، Cat.No:CK-10732 E ساخت چین) اندازه‌گیری شد. ضریب تغییرات درون گروهی و بین گروهی و همچنین میزان حساسیت آن به ترتیب کمتر از ۱۲ و ۱۰ درصد و ۰/۱۱ mIU/L بود.

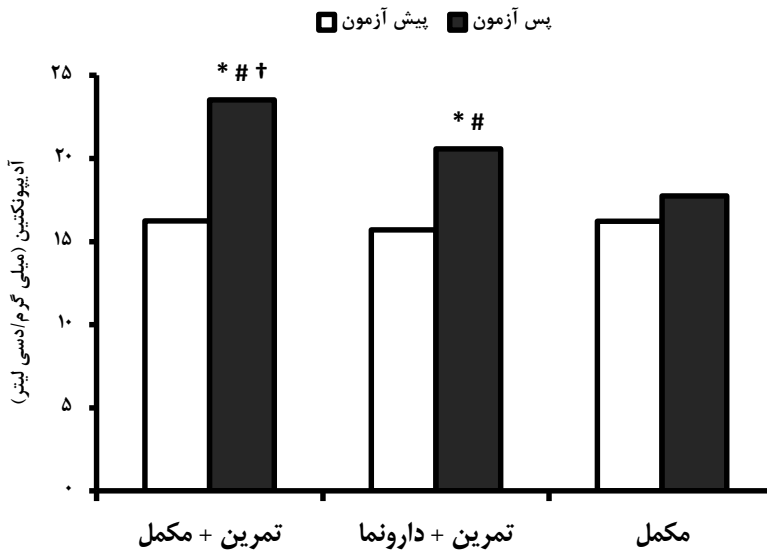
### روش‌های آماری

از آمار توصیفی برای تعیین شاخص‌های پراکندگی میانگین، انحراف معیار استفاده شد. پس از کسب اطمینان از طبیعی بودن توزیع داده‌ها توسط آزمون شاپیرو-ویلک و همگنی واریانس‌ها توسط آزمون لون، با استفاده از آزمون آماری آنالیز واریانس یک طرفه جهت بررسی اختلاف معنادار در پس‌آزمون استفاده گردید. سپس در صورت وجود تفاوت معنادار، به منظور مقایسه میانگین‌ها بین گروه‌ها از آزمون تعقیبی بنفرونی استفاده شد. کلیه عملیات و تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ انجام شد. همچنین، سطح معناداری ( $P < 0/05$ ) در نظر گرفته شد.

### یافته‌ها

نتایج در ارتباط با سطوح سرمی آدیپونکتین نشان داد که پس از هشت هفته تمرین مقاومتی + مکمل از ۰/۶۳ ± ۱۶/۲۵ میلی‌گرم/دسی‌لیتر به ۱/۴۸ ± ۲۳/۵۳ میلی‌گرم/دسی‌لیتر افزایش یافت (معادل ۴۴/۸ درصد). علاوه بر این، سطوح سرمی آدیپونکتین در گروه تمرین + دارونما نیز از ۰/۵۲ ± ۱۵/۷ میلی‌گرم/دسی‌لیتر به ۰/۹۷ ± ۲۰/۵۸

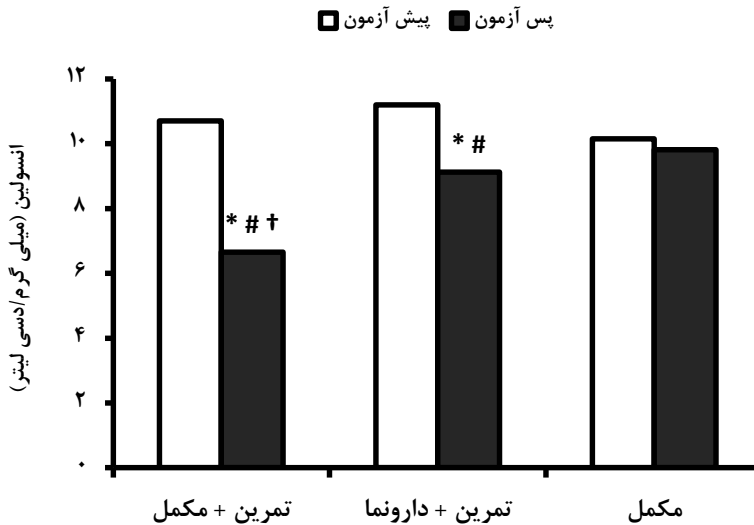
میلی گرم/دسی لیتر افزایش یافت (معادل ۳۱/۰۸ درصد). این در حالی است که در گروه مکمل پس از گذشت هشت هفته تغییر معناداری در سطوح سرمی آدیپونکتین مشاهده نشد (از ۰/۷۷ ± ۱۶/۲۳ میلی گرم/دسی لیتر به ۱/۲ ± ۱۷/۷۴ میلی گرم/دسی لیتر؛ معادل ۹/۳ درصد) (شکل ۱). همانطور که نتایج آزمون آنالیز واریانس نشان می‌دهد، تغییرات آدیپونکتین بین گروه‌ها نیز تفاوت معناداری دارد ( $f=۵۹/۶$ ،  $p<۰/۰۰۱$ ). از این رو، برای مقایسه جفتی گروه‌ها از آزمون تعقیبی بنفرونی استفاده گردید. نتایج حاصل از آزمون تعقیبی بنفرونی نشان داد تغییرات آدیپونکتین بین گروه‌های تمرین مقاومتی + مکمل با تمرین مقاومتی + دارونما، بین گروه‌های تمرین مقاومتی + مکمل با گروه مکمل و همچنین بین گروه‌های تمرین مقاومتی + دارونما با گروه مکمل تفاوت معناداری داشت ( $P<۰/۰۵$ ).



شکل ۱. تغییرات سطوح سرمی آدیپونکتین در مراحل پیش و پس از آزمون در گروه‌ها. \* تفاوت معنادار نسبت به پیش آزمون ( $p<۰/۰۵$ )؛ # تفاوت معنادار نسبت به گروه مکمل ( $p<۰/۰۵$ )؛ † تفاوت معنادار بین گروه تمرین + مکمل با گروه تمرین + دارونما ( $p<۰/۰۵$ ).

نتایج در ارتباط با سطوح سرمی انسولین نشان داد که پس از هشت هفته تمرین مقاومتی + مکمل از ۰/۸۶ ± ۱۰/۷ میلی گرم/دسی لیتر به ۰/۶۲ ± ۶/۶۵ میلی گرم/دسی لیتر کاهش یافت (معادل ۳۷/۵ درصد). علاوه بر این، سطوح سرمی انسولین در گروه تمرین + دارونما نیز از ۰/۷۵ ± ۱۱/۲ میلی گرم/دسی لیتر به ۰/۹۷ ± ۹/۱۲ میلی گرم/دسی لیتر کاهش یافت (معادل ۱۸/۶ درصد). این در حالی است که در گروه مکمل پس از گذشت هشت هفته تغییر معناداری در سطوح سرمی انسولین مشاهده نشد (از ۰/۷۸ ± ۱۰/۱۵ میلی گرم/دسی لیتر به ۰/۷۵ ± ۹/۸۱ میلی گرم/دسی لیتر؛ معادل ۳ درصد) (شکل ۲). همانطور که نتایج آزمون تحلیل کوواریانس نشان می‌دهد، تغییرات انسولین بین گروه‌ها نیز تفاوت معناداری دارد ( $f=۴۹/۱$ ،  $p<۰/۰۰۱$ ). از این رو، برای مقایسه جفتی گروه‌ها از آزمون تعقیبی بنفرونی استفاده گردید. نتایج حاصل از آزمون تعقیبی بنفرونی نشان داد تغییرات انسولین

بین گروه‌های تمرین مقاومتی + مکمل با تمرین مقاومتی + دارونما، بین گروه‌های تمرین مقاومتی + مکمل با گروه مکمل و همچنین بین گروه‌های تمرین مقاومتی + دارونما با گروه مکمل تفاوت معناداری داشت ( $p < 0.05$ ).



شکل ۲. تغییرات سطوح سرمی انسولین در مراحل پیش و پس از آزمون در گروه‌ها. \* تفاوت معنادار نسبت به پیش آزمون ( $p < 0.05$ ); # تفاوت معنادار نسبت به گروه مکمل ( $p < 0.05$ ); † تفاوت معنادار بین گروه تمرین + مکمل با گروه تمرین + دارونما ( $p < 0.05$ ).

## بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به دانش ما، این اولین مطالعه‌ای بود که اثر تمرین مقاومتی با و بدون مصرف مکمل اسید اورسولیک را بر سطح سرمی آدیپونکتین و انسولین در مردان غیرفعال دارای اضافه‌وزن بررسی کرد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد بین اثر تمرین مقاومتی با و بدون مصرف مکمل اسید اورسولیک بر سطح سرمی آدیپونکتین تفاوت معناداری وجود داشت؛ به طوری که مقادیر آدیپونکتین در گروه تمرین مقاومتی + مکمل (۴۴/۸ درصد) نسبت به دو گروه تمرین مقاومتی + دارونما (۳۱/۰۸ درصد) و مکمل (۹/۳ درصد) افزایش بیشتری را نشان داد. این نتایج با یافته‌های پژوهش جدیدی و همکاران (۱۳۹۸) و ملکی و همکاران (۱۳۹۸) همخوانی دارد (Maleki Sh et al., 2019; Pouzesh Jadidi J et al., 2020); اما با یافته‌های بنائی بروجنی و همکاران (۲۰۱۹) و گونزالس-گاریبای و همکاران (۲۰۲۰) همخوانی ندارد (Banaii Broojeni et al., 2019; González-Garibay et al., 2020).

پوزش جدیدی و همکاران (۱۳۹۸) در مطالعه خود اثر هشت هفته تمرین مقاومتی بالاتنه، پایین تنه و ترکیبی بر سطوح سرمی آدیپونکتین، هموسیستئین و مقاومت به انسولین زنان سالم غیرفعال را بررسی کردند که در پایان یافته‌های آنها افزایش معنادار سطوح آدیپونکتین را هر سه گروه تمرین مقاومتی بالاتنه، پایین تنه و ترکیبی نشان داد که بیشترین افزایش در گروه تمرینی پایین تنه و کمترین افزایش در گروه تمرینی بالاتنه بود (Pouzesh



Jadidi J et al., 2020). همچنین، ملکی و همکاران (۱۳۹۸) نیز که اثر هشت هفته تمرین مقاومتی و مکمل‌یاری دارچین بر سطوح پلاسمایی لپتین و آدیپونکتین در زنان غیر فعال دارای اضافه‌وزن را بررسی کرده بودند، افزایش معنادار مقادیر آدیپونکتین به دنبال تمرین مقاومتی + دارچین، تمرین مقاومتی و مکمل دارچین گزارش شد؛ که تمرین مقاومتی + مصرف دارچین در مقایسه با تمرین مقاومتی و مصرف مکمل دارچین به تنهایی تاثیر بیشتری بر آدیپونکتین داشت (Maleki Sh et al., 2019). با این حال، گونزالس - گاریبای و همکاران (۲۰۲۰) اثر اسید اورسولیک بر مقاومت به انسولین و هیپرانسولینمی در موش‌های صحرایی با چاقی ناشی از رژیم غذایی را بررسی کردند که نتایج آنها حاکی از کاهش معنادار مقاومت به انسولین، هایپرانسولینمی، تری‌گلیسرید و کلسترول و برعکس افزایش معنادار آدیپونکتین بود (González-Garibay et al., 2020). مطالعات نشان داده‌اند که دوز مصرفی اسید اورسولیک می‌تواند یکی از دلایل متفاوت بودن یافته‌ها باشد (Lobo et al., 2020). از این‌رو، احتمالاً شاید بتوان تفاوت نتایج تحقیق حاضر در گروه مکمل با یافته‌های گونزالس - گاریبای و همکاران را به دوز مصرفی مکمل ارتباط داد؛ به طوری که در تحقیق حاضر دوز مصرفی اسید اورسولیک ۴۵۰ میلی‌گرم در روز بود اما در تحقیق مذکور، آزمودنی‌ها ۵۰۰ میلی‌گرم در روز اسید اورسولیک مصرف کردند. بنایی بروجنی و همکاران (۲۰۱۹) نیز که اثر ۱۲ هفته تمرین مقاومتی فزاینده را بر مقاومت به انسولین و سطوح پلاسمایی آدیپونکتین در مردان دارای اضافه وزن بررسی کردند، با وجود کاهش معنادار وزن بدن و شاخص مقاومت به انسولین، تغییر معناداری در سطوح پلاسمایی آدیپونکتین مشاهده نکردند (Banaii Broojeni et al., 2019). احتمالاً دلیل عدم همخوانی این نتایج با یافته‌های مطالعه حاضر را بتوان به شدت تمرینات نسبت داد. به طوری که در مطالعه حاضر شدت تمرینات مقاومتی ۷۰-۸۵ درصد یک تکرار بیشینه بود اما در تحقیق بنایی بروجنی و همکاران شدت تمرینات از ۵۰ درصد یک تکرار بیشینه شروع شد و به طور تدریجی به ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه رسید.

در ارتباط با ساز و کار اثر تمرینات بر مقادیر آدیپونکتین می‌توان بیان کرد که احتمالاً فعالیت بدنی و تمرینات ورزشی با تأثیر بر افزایش سنتز آدنوزین تری فسفات و افزایش فعالیت بیوژنز میتوکندریایی بتواند افزایش آدیپونکتین را به دنبال داشته باشد (Souri et al., 2011). از این رو احتمال دارد انجام تمرینات مقاومتی همزمان با مصرف مکمل اسید اورسولیک در این مطالعه با تأثیری که بر مجموعه عوامل نامبرده گذاشته است، توانسته باشد سبب افزایش معنادار آدیپونکتین شده باشد. یکی دیگر از ساز و کارهای احتمالی افزایش آدیپونکتین بعد از تمرینات مقاومتی، بهبود مقاومت به انسولین به دنبال انجام تمرینات است (Ciroma et al., 2017) که به دلیل افزایش سوخت و ساز اسیدهای چرب و مهار تولید گلوکز کبدی ایجاد می‌شود (Lihn et al., 2005). در واقع، همانطور که هوتا و همکاران (۲۰۰۰) بیان کردند کاهش سطوح آدیپونکتین یکی از علل ایجاد چاقی و بالا بودن مقاومت به انسولین است و افزایش آدیپونکتین با مداخله‌ای مانند تمرینات مقاومتی می‌تواند با فعالسازی AMP کیناز و آشار پیام‌رسانی وابسته به آنها منجر به افزایش حساسیت انسولین و افزایش بیان پروتئین‌های درگیر در انتقال و سوخت و ساز لیپیدها گردد (Hotta et al., 2000). توماس و همکاران (۲۰۰۴) در پژوهش خود نشان دادند که فعالیت این آنزیم با توده عضلانی درگیر در فعالیت ارتباط دارد (Tomas et al., 2004)؛ بنابراین، این احتمال وجود دارد که افرادی که طی فعالیت ورزشی از توده عضلانی بیشتری بهره می‌برند، برای تنظیم جریان متابولیکی به آدیپونکتین بیشتری نیاز داشته باشند (Deminice et al., 2016). در این ارتباط نتایج تحقیق حاضر همچنین

نشان داد بین اثر تمرین مقاومتی با و بدون مصرف مکمل اسید اورسولیک بر سطح سرمی انسولین تفاوت معناداری وجود داشت؛ به طوری که مقادیر انسولین در گروه تمرین مقاومتی + مکمل (۳۷/۵ درصد) نسبت به دو گروه تمرین مقاومتی + دارونما (۱۸/۶ درصد) و مکمل (۳ درصد) کاهش بیشتری را نشان داد. این یافته‌ها شواهدی را ارائه می‌دهد که تمرین مقاومتی می‌تواند از طریق تغییرات عملکردی در عضلات اسکلتی مانند بهبود در آبخار پیام‌رسانی انسولین، گلیکوژن سنتاز و حامل گلوکز GLUT-4 (Holten et al., 2004; Krisan et al., 2004) به بهبود عملکرد انسولین کمک کند. بنابراین، تغییرات کیفی و کمی در عضلات اسکلتی ممکن است بهبود عملکرد انسولین را پس از یک برنامه تمرین مقاومتی توضیح دهد. جیا و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که مصرف مکمل اسید اورسولیک در مقایسه با موش‌های کنترل تغذیه شده با رژیم پرچرب، تحمل گلوکز و حساسیت به انسولین را به طور قابل توجهی بهبود بخشید. این محققان بیان کردند اسید اورسولیک سوخت و ساز لیپید و گلوکز را در موش‌های تغذیه شده با رژیم پرچرب در درجه اول با فعال سازی PPAR $\alpha$  و القای مسیر اتوفاژی کبد بهبود می‌بخشد. از نقطه نظر دیگر، اسید اورسولیک اثرات دارویی گسترده‌ای از جمله خواص ضد تومور، ضد التهابی، ضد اکسیدان و ضد آلرژی دارد (Alam et al., 2018; Jia et al., 2015; Seo et al., 2018). همچنین، نقش اسید اورسولیک در کنترل چاقی، دیس لیپیدمی و تصلب شرایین مشخص شده است (Nguyen et al., 2018). اثرات احتمالی درمانی اسید اورسولیک بر کاهش هایپرانسولینمی، به افزایش جابجایی GUT-4 نسبت داده شده است (Castro et al., 2015)؛ که اشاره شده است این اثر ممکن است مربوط به مهار پروتئین تیروزین فسفاتاز B-1، آنزیم تنظیم‌کننده مسیر پیام‌رسانی انسولین، باشد (Zhang et al., 2006). علاوه بر این، افزایش سطح آدیپونکتین در حیوانات تحت درمان با اسید اورسولیک مشاهده شده است، که باعث کاهش سطح TNF-a و IL-6 در بیماران چاق می‌شود و خطر ابتلا به مقاومت به انسولین، هایپرانسولینمی و دیابت نوع دو را کاهش می‌دهد (Abdella & Mojiminiyi, 2018). با این حال، در تحقیق حاضر با وجود اینکه در گروه مکمل تفاوت معناداری در تغییرات آدیپونکتین و انسولین سرمی مشاهده نشد، اما تغییرات هر دو متغیر در گروه تمرین مقاومتی + مکمل نسبت به گروه تمرین مقاومتی + دارونما به طور معناداری بیشتر بود؛ از این رو، احتمالاً اسید اورسولیک توانسته اثرات تمرینات مقاومتی را بر آدیپونکتین و انسولین فزونی بخشد. با این وجود، برای تایید این نتایج به تحقیقات بیشتری نیاز است. از محدودیت‌های مطالعه حاضر می‌توان به حجم کم نمونه در گروه‌ها و وجود تعداد اندک مطالعات بر روی نمونه‌های انسانی در زمینه بررسی تاثیر همزمان تمرین مقاومتی + مکمل اسید اورسولیک بر آدیپونکتین و انسولین اشاره کرد که این تحلیل و تفسیر نتایج را مشکل می‌نماید. همچنین، در مطالعه حاضر رژیم غذایی آزمودنی‌ها در کل دوره تحقیق کنترل نگردید، که می‌تواند از دیگر محدودیت‌های این تحقیق باشد. با این حال با توجه به محدودیت‌های موجود و کسب نتایج دقیق‌تر، مطالعات بیشتری با حجم نمونه‌های انسانی بیشتر در این زمینه مورد نیاز می‌باشد.

به طور کلی نتایج نشان داد تمرینات مقاومتی همراه با مصرف مکمل اسید اورسولیک، به واسطه بهبود مقادیر آدیپونکتین و انسولین خطر احتمالی ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی را کاهش می‌دهد و می‌توان از این پروتکل به عنوان روش غیردارویی موثر به منظور پیشگیری از این بیماری‌ها استفاده نمود.

## تقدیر و تشکر

این مقاله مستخرج از رساله دکتری نویسنده اول در گروه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد نیشابور است که حمایت مالی نداشته و با هزینه شخصی انجام شد. از تمام عزیزانی که ما را در راستای انجام پژوهش حاضر، یاری نمودند، صمیمانه تشکر می شود.

## تضاد منافع

در این مقاله هیچ تضاد منافی وجود ندارد.

## منابع

- Abdella, N. A., & Mojiminiyi, O. A. (2018). Clinical applications of adiponectin measurements in Type 2 diabetes mellitus: Screening, diagnosis, and marker of diabetes control. *Disease markers*, 2018.
- Acosta-Manzano, P., Rodriguez-Ayllon, M., Acosta, F. M., Niederseer, D., & Niebauer, J. (2020). Beyond general resistance training. Hypertrophy versus muscular endurance training as therapeutic interventions in adults with type 2 diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*, 21(6), e13007.
- Alam, P., Al-Yousef, H. M., Siddiqui, N. A., Alhowiriny, T. A., Alqasoumi, S. I., Amina, M., Hassan, W. H. B., Abdelaziz, S., & Abdalla, R. H. (2018). Anticancer activity and concurrent analysis of ursolic acid,  $\beta$ -sitosterol and lupeol in three different Hibiscus species (aerial parts) by validated HPTLC method. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 26(7), 1060-1067.
- Allman, B. R., Morrissey, M. C., Kim, J.-S., Panton, L. B., Contreras, R. J., Hickner, R. C., & Ormsbee, M. J. (2019). Fat metabolism and acute resistance exercise in trained women. *Journal of Applied Physiology*, 126(3), 739-745.
- Asghari, E., Rashidlamir, A., Hosseini, S. R., Moazzami, M., Samarghandian, S., & Farkhondeh, T. (2020). Synergism effects of ursolic acid supplementation on the levels of irisin, C-reactive protein, IL-6, and TNF- $\alpha$  during high-intensity resistance training in low activity men. *Cardiovascular & Haematological Disorders-Drug Targets (Formerly Current Drug Targets-Cardiovascular & Hematological Disorders)*, 20(2), 138-144.
- Banaii Broojeni, J., Keshavarz, S., & Zakavi, I. (2019). Effect of progressive resistance training on insulin resistance and plasma adiponectin concentration in overweight men. *Jorjani Biomedicine Journal*, 7(1), 51-64.
- Bang, H. S., Seo, D. Y., Chung, Y. M., Oh, K.-M., Park, J. J., Arturo, F., Jeong, S.-H., Kim, N., & Han, J. (2014). Ursolic Acid-induced elevation of serum irisin augments muscle strength during resistance

- training in men. *The Korean Journal of Physiology & Pharmacology*, 18(5), 441-446.
- Castro, A. J. G., Frederico, M. J. S., Cazarolli, L. H., Mendes, C. P., Bretanha, L. C., Schmidt, É. C., Bouzon, Z. L., de Medeiros Pinto, V. A., da Fonte Ramos, C., & Pizzolatti, M. G. (2015). The mechanism of action of ursolic acid as insulin secretagogue and insulinomimetic is mediated by cross-talk between calcium and kinases to regulate glucose balance. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*, 1850(1), 51-61.
- Ciroma, F., Ayo, J., Mohammed, A., Akor-Dewu, M., Kana, M., & Kase, S. (2017). Association between adiponectin, serum lipids and obesity in a University setting in Nigeria. *Nigerian Journal of Physiological Sciences*, 32(1), 69-74.
- Corder, K., Winpenny, E., Love, R., Brown, H. E., White, M., & Van Sluijs, E. (2019). Change in physical activity from adolescence to early adulthood: a systematic review and meta-analysis of longitudinal cohort studies. *British journal of sports medicine*, 53(8), 496-503.
- Deminice, R., Ribeiro, D. F., & Frajacom, F. T. T. (2016). The effects of acute exercise and exercise training on plasma homocysteine: a meta-analysis. *PloS one*, 11(3), e0151653.
- Dunstan, D. (2011). Exercise and T2DM—move muscles more often! *Nature Reviews Endocrinology*, 7(4), 189-190.
- Funcke, J.-B., & Scherer, P. E. (2019). Beyond adiponectin and leptin: adipose tissue-derived mediators of inter-organ communication. *Journal of lipid research*, 60(10), 1648-1684.
- González-Garibay, A. S., López-Vázquez, A., García-Bañuelos, J., Sánchez-Enríquez, S., Sandoval-Rodríguez, A. S., Del Toro Arreola, S., Bueno-Topete, M. R., Muñoz-Valle, J. F., González Hita, M. E., & Domínguez-Rosales, J. A. (2020). Effect of Ursolic Acid on Insulin Resistance and Hyperinsulinemia in Rats with Diet-Induced Obesity: Role of Adipokines Expression. *Journal of Medicinal Food*, 23(3), 297-304.
- Goodpaster, B. H., Katsiaras, A., & Kelley, D. E. (2003). Enhanced fat oxidation through physical activity is associated with improvements in insulin sensitivity in obesity. *Diabetes*, 52(9), 2191-2197.
- Holten, M. K., Zacho, M., Gaster, M., Juel, C., Wojtaszewski, J. F., & Dela, F. (2004). Strength training increases insulin-mediated glucose uptake, GLUT4 content, and insulin signaling in skeletal muscle in patients with type 2 diabetes. *Diabetes*, 53(2), 294-305.
- Hotta, K., Funahashi, T., Arita, Y., Takahashi, M., Matsuda, M., Okamoto, Y., Iwahashi, H., Kuriyama, H., Ouchi, N., & Maeda, K. (2000).

- Plasma concentrations of a novel, adipose-specific protein, adiponectin, in type 2 diabetic patients. *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology*, 20(6), 1595-1599.
- Ismail, A. D. (2020). *Resistance training, insulin sensitivity & metabolic health* University of Glasgow].
- Jia, Y., Kim, S., Kim, J., Kim, B., Wu, C., Lee, J. H., Jun, H. j., Kim, N., Lee, D., & Lee, S. J. (2015). Ursolic acid improves lipid and glucose metabolism in high-fat-fed C57BL/6J mice by activating peroxisome proliferator-activated receptor alpha and hepatic autophagy. *Molecular nutrition & food research*, 59(2), 344-354.
- Krisan, A. D., Collins, D. E., Crain, A. M., Kwong, C. C., Singh, M. K., Bernard, J. R., & Yaspelkis III, B. B. (2004). Resistance training enhances components of the insulin signaling cascade in normal and high-fat-fed rodent skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology*, 96(5), 1691-1700.
- Kumagai, H., Zempo-Miyaki, A., Yoshikawa, T., Eto, M., So, R., Tsujimoto, T., Nishiyasu, T., Tanaka, K., & Maeda, S. (2017). Which cytokine is the most related to weight loss-induced decrease in arterial stiffness in overweight and obese men? *Endocrine Journal*, EJ17-0117.
- Levinger, I., Goodman, C., Hare, D. L., Jerums, G., Toia, D., & Selig, S. (2009, Mar). The reliability of the 1RM strength test for untrained middle-aged individuals. *J Sci Med Sport*, 12(2), 310-316.
- Li, X., Zhang, D., Vatner, D. F., Goedeke, L., Hirabara, S. M., Zhang, Y., Perry, R. J., & Shulman, G. I. (2020). Mechanisms by which adiponectin reverses high fat diet-induced insulin resistance in mice. *Proceedings of the National Academy of Sciences*.
- Lihn, A., Pedersen, S. B., & Richelsen, B. (2005). Adiponectin: action, regulation and association to insulin sensitivity. *Obesity Reviews*, 6(1), 13-21.
- Liu, J. (2005). Oleanolic acid and ursolic acid: research perspectives. *Journal of ethnopharmacology*, 100(1-2), 92-94.
- Lobo, P. C., Vieira, I. P., Pichard, C., Marques, B. S., Gentil, P., da Silva, E. L., & Pimentel, G. D. (2020). Ursolic acid has no additional effect on muscle strength and mass in active men undergoing a high-protein diet and resistance training: a double-blind, placebo-controlled trial. *Clinical Nutrition*.
- MA, B. (1995). Practical approach to strength training *Indianapolis Master Press*, 5(2), 62-65.
- MacKenzie-Shalders, K., Kelly, J. T., So, D., Coffey, V. G., & Byrne, N. M. (2020). The effect of exercise interventions on resting metabolic rate:

- A systematic review and meta-analysis. *Journal of Sports Sciences*, 1-15.
- Maleki Sh, Behpour N, & V., T. (2019). Effect of 8 weeks of resistance training and supplementation of cinnamon on plasma levels of leptin and adiponectin in overweight women. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport*, 8(16), 132-142.
- Martínez-Sánchez, N. (2020). There and back again: leptin actions in white adipose tissue. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(17), 6039.
- Mohammad Rahimi, G. R., Bijeh, N., & Rashidlamir, A. (2020). Effects of exercise training on serum leptin, undercarboxylated osteocalcin and high molecular weight adiponectin in adults with metabolic syndrome. *Experimental physiology*, 105(3), 449-459.
- Mohammad Rahimi, G. R., Niyazi, A., & Alaei, S. (2020). The effect of exercise training on osteocalcin, adipocytokines, and insulin resistance: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Osteoporosis international*, 1-12.
- Nguyen, H. N., Ahn, Y. J., Medina, E. A., & Asmis, R. (2018). Dietary 23-hydroxy ursolic acid protects against atherosclerosis and obesity by preventing dyslipidemia-induced monocyte priming and dysfunction. *Atherosclerosis*, 275, 333-341.
- Pina, F. L., Nunes, J. P., Ribeiro, A. S., Nascimento, M. A., Cyrino, L., Carneiro, N., Venturini, D., Barbosa, D., Mayhew, J., & Cyrino, E. (2020). Comparison of the effects of different weekly frequencies of resistance training on metabolic health markers and body fat in older women. *J Sports Med Phys Fitness*.
- Pouzesh Jadidi J, Pouzeg Jadidi R, Seifi F, & B., A. (2020). Effect of Eight Weeks of Upper Body, Lower Body, and Concurrent Resistance Training on the Levels of Homocysteine, Adiponectin, and Insulin Resistance in Healthy Untrained Females. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*, 9(3), 83-92.
- Retnakaran, R., Hanley, A., Raif, N., Hirning, C., Connelly, P., Sermer, M., Kahn, S., & Zinman, B. (2005). Adiponectin and beta cell dysfunction in gestational diabetes: pathophysiological implications. *Diabetologia*, 48(5), 993-1001.
- Seo, D. Y., Lee, S. R., Heo, J. W., No, M. H., Rhee, B. D., Ko, K. S., Kwak, H. B., & Han, J. (2018, May). Ursolic acid in health and disease. *Korean J Physiol Pharmacol*, 22(3), 235-248.
- Smith, A. L., & Biddle, S. (2008). *Youth physical activity and sedentary behavior: challenges and solutions*. Human Kinetics.

- Souri, R., Hasani Ranjbar, S., Vahabi, K., & Shabkhiz, F. (2011). The effect of aerobic exercise on serum RBP4 and insulin resistance index in type 2 diabetic patients. *Iranian Journal of Diabetes and lipid*, 10(4), 388-397.
- Tomas, E., Kelly, M., Xiang, X., Tsao, T.-S., Keller, C., Keller, P., Luo, Z., Lodish, H., Saha, A. K., & Unger, R. (2004). Metabolic and hormonal interactions between muscle and adipose tissue. *Proceedings of the nutrition society*, 63(2), 381-385.
- Wang, S., Li, D., Huang, C., Wan, Y., Wang, J., Zan, X., & Yang, B. (2018). Overexpression of adiponectin alleviates intracerebral hemorrhage-induced brain injury in rats via suppression of oxidative stress. *Neuroscience letters*, 681, 110-116.
- Zhang, W., Hong, D., Zhou, Y., Zhang, Y., Shen, Q., Li, J.-y., Hu, L.-h., & Li, J. (2006). Ursolic acid and its derivative inhibit protein tyrosine phosphatase 1B, enhancing insulin receptor phosphorylation and stimulating glucose uptake. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*, 1760(10), 1505-1512.

## **Effect of resistance training and Ursolic acid supplementation on serum levels of adiponectin and insulin in inactive overweight male**

Fatemeh Ghadiri<sup>1</sup>, Rambod Khajei<sup>1\*</sup>, Ameneh Barjasteh Yazdi<sup>1</sup>, Amir Rashidlamir<sup>2</sup>

1 Department of Physical Education and Sports Science, Neyshabur Branch, Islamic Azad University, Neyshabur, Iran.

2 Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

\* **Corresponding author:** r.khajeie@gmail.com

### **Abstract**

**Background & Purpose:** It appears that exercise training and consumption of some supplementation can be effective in improving glucose homeostasis and blood lipids by increasing circulating level of adiponectin. The purpose of this study was to investigate the effects of eight weeks of resistance training (RT) and Ursolic Acid (UA) supplementation on serum level of adiponectin and insulin in inactive overweight men.

**Methodology:** This was a semi-experimental study that a total of 34 inactive overweight men (age:  $23.35 \pm 1.7$  years old, weight:  $75.64 \pm 2.15$  kg, body mass index:  $29.2 \pm 3.6$  kg/m<sup>2</sup>) voluntarily participated in, and randomly assigned into three groups: RT + UA (n=12), RT + placebo (n=12), and UA (n=10). RT program included four upper body and four lower-body movements performed at 70-85% one-repetition maximum. Participants consumed 150 mg of UA along with every meal. Data were analyzed using one-way analysis of variance (one-way ANOVA) test by SPSS.

**Results:** Adiponectin was significantly increased in RT + UA and RT + placebo groups. On the other hand, the serum level of insulin was significantly decreased in these two groups. Changes of both serum adiponectin and insulin were significantly different between the RT + UA and RT + placebo ( $p < 0.001$  for both variables), RT + UA and placebo ( $p < 0.001$  for both variables), and RT + placebo and placebo groups ( $p < 0.001$  for both variables).

**Conclusion:** Resistance training with ursolic acid supplementation is likely to be more beneficial in preventing cardiovascular disease.

**Key Words:** Exercise, Dietary Supplements, Adiponectin, Inactivity, Glucose Homeostasis.