



The effect of eight weeks of resveratrol supplementation on serum levels of adiponectin, lipocalin-2, interleukin-10, and CRP in inactive obese middle-aged women

Sara Sepehrzadeh¹ and Roghayeh Afroundeh^{2*} 

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

2*. Corresponding author, Department of Exercise Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, E-mail: afroundeh@gmail.com.

Received: 01/07/2025

Revised: 27/06/2026

Accepted: 30/06/2026

Abstract

Background and Objective: Obesity is a chronic and multifactorial disease and one of the major public health challenges worldwide. It is associated with persistent low-grade inflammation, metabolic disturbances, and an increased risk of cardiovascular diseases. Low-grade chronic inflammation in obesity is characterized by dysregulated adipokine secretion and elevated inflammatory markers, such as C-reactive protein (CRP) and lipocalin-2, along with reduced levels of anti-inflammatory cytokines such as interleukin-10 (IL-10). Resveratrol, a naturally occurring polyphenol with antioxidant and anti-inflammatory properties, has the potential to modulate these biomarkers. However, evidence regarding the effects of resveratrol supplementation on inflammatory profiles in inactive obese women, particularly middle-aged women, remains limited. Therefore, this study aimed to investigate the effects of eight weeks of resveratrol supplementation on serum levels of adiponectin, lipocalin-2, IL-10, and CRP in inactive obese middle-aged women.

Methodology: The present study was a quasi-experimental trial with a pretest–posttest design and a control group. Twenty inactive obese female volunteers with a body mass index (BMI) >30 kg/m² participated in the study and were randomly assigned to either an experimental group (n = 10) or a control group (n = 10). Participants in the experimental group received one capsule containing 250 mg of pure resveratrol daily for eight weeks, administered in a fasting state, whereas the control group received no intervention. To minimize potential confounding effects, all participants were instructed to refrain from using medications or dietary supplements throughout the study period. Blood samples were collected one day before the intervention and 48 h after the final supplementation session to determine serum levels of adiponectin, lipocalin-2, IL-10, and CRP. The Shapiro–Wilk test was used to assess the normality of data distribution, and Levene’s test was used to assess the homogeneity of variances. Within-group changes were evaluated using paired *t*-tests, while between-group differences were assessed using analysis of covariance (ANCOVA). Statistical significance was set at *P* < 0.05.

Results: Paired *t*-test results showed that, in the resveratrol supplementation group, serum levels of adiponectin and IL-10 significantly increased from pretest to posttest (both *P* = 0.001), whereas serum levels of lipocalin-2 and CRP significantly decreased (both *P* = 0.001). ANCOVA results demonstrated significant differences between the posttest values of the resveratrol and control



groups for adiponectin ($F = 92.49$, $P = 0.001$), IL-10 ($F = 37.61$, $P = 0.001$), lipocalin-2 ($F = 66.42$, $P = 0.001$), and CRP ($F = 12.08$, $P = 0.001$).

Conclusion: Eight weeks of resveratrol supplementation was associated with significant increases in adiponectin and IL-10 and significant decreases in lipocalin-2 and CRP in inactive obese middle-aged women. These changes suggest a potential attenuation of low-grade systemic inflammation and an improvement in the inflammatory profile of the participants. Resveratrol supplementation may therefore have potential as a complementary approach for modulating obesity-associated inflammation. However, further studies with larger sample sizes, longer intervention periods, and comprehensive assessment of anthropometric and metabolic outcomes are required to confirm these findings and establish the clinical significance of resveratrol supplementation in obese middle-aged women.

Keywords: Antioxidant, adipokine, inflammation, cytokine

تأثیر هشت هفته مصرف مکمل رزوراترول بر سطوح سرمی آدیپونکتین، لیپوکالین ۲، اینترلوکین ۱۰ و پروتئین واکنشی C در زنان چاق میان سال غیرفعال

سارا سپهرزاده^۱ و رقیه افرونده^{۲*}

۱- کارشناسی ارشد گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۲- نویسنده مسئول، استاد تمام گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران، پست الکترونیک: afroundeh@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۴/۰۱

تاریخ اصلاح نهایی: ۱۴۰۵/۰۴/۰۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۴/۰۹

چکیده

سابقه و هدف: چاقی به عنوان یک بیماری مزمن و چندعاملی، یکی از مهمترین چالش های سلامت عمومی در جهان است که با افزایش التهاب مزمن درجه پایین، اختلالات متابولیک و افزایش خطر بیماری های قلبی - عروقی همراه است. التهاب مزمن در چاقی با اختلال در ترشح آدیپوکاین ها و افزایش شاخص های التهابی مانند پروتئین واکنشی C، لیپوکالین ۲ و کاهش سایتوکین های ضدالتهابی مانند اینترلوکین ۱۰ همراه می باشد. رزوراترول به عنوان یک پلی فنول طبیعی با خواص ضدالتهابی و آنتی اکسیدانی، ظرفیت تعدیل این نشانگرهای زیستی را دارد. با این حال، شواهد مربوط به اثر مکمل سازی با رزوراترول بر پروفایل التهابی در زنان چاق غیرفعال به ویژه در سنین میان سالی محدود است. هدف از این مطالعه، بررسی اثر هشت هفته مصرف مکمل رزوراترول بر سطوح سرمی آدیپونکتین، لیپوکالین ۲، اینترلوکین ۱۰ و پروتئین واکنشی C در زنان چاق میان سال غیرفعال بود.

مواد و روش ها: این پژوهش از نوع نیمه تجربی با طرح پیش آزمون و پس آزمون با گروه کنترل بود. در این مطالعه، ۲۰ زن داوطلب غیرفعال چاق با شاخص توده بدنی بیشتر از ۳۰ کیلوگرم بر مترمربع شرکت داشتند و به صورت کاملاً تصادفی در دو گروه کنترل و تجربی (هر گروه ۱۰ نفر) قرار گرفتند. گروه تجربی روزانه یک عدد کپسول حاوی ۲۵۰ میلی گرم رزوراترول خالص را به مدت هشت هفته و به صورت ناشتا مصرف کردند، در حالی که گروه کنترل هیچ نوع مداخله ای دریافت نکرد. به منظور کنترل عوامل مزاحم، از تمامی آزمودنی ها خواسته شده بود تا در طول دوره تحقیق از هیچ دارو و مکملی استفاده نکنند. نمونه گیری خون برای ارزیابی شاخص های بیوشیمیایی شامل آدیپونکتین، لیپوکالین ۲، اینترلوکین ۱۰ و پروتئین واکنشی C، یک روز پیش از شروع دوره مکمل یاری و ۴۸ ساعت پس از آخرین روز آن انجام شد. برای بررسی نرمال بودن توزیع داده ها از آزمون شاپیرو - ویلک و برای همگنی واریانس ها از آزمون لون استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از آزمون های t زوجی برای مقایسه های درون گروهی و تحلیل کوواریانس (ANCOVA) برای تفاوت های بین گروهی انجام شد. سطح معنی داری آماری برای همه آزمون ها $P < 0.05$ در نظر گرفته شد.

نتایج: نتایج آزمون t زوجی نشان داد که در گروه مکمل در پس آزمون نسبت به پیش آزمون سطوح آدیپونکتین و اینترلوکین ۱۰ به طور معنی داری افزایش (هر دو $P = 0.001$) و سطوح لیپوکالین ۲ و پروتئین واکنشی C (هر دو $P = 0.001$)، به طور معنی داری کاهش یافت. نتایج تحلیل کوواریانس نشان داد که تفاوت معنی داری بین پس آزمون گروه مکمل و کنترل برای متغیر آدیپونکتین ($F = 92/49$ ، $P = 0.001$)، اینترلوکین ۱۰ ($F = 37/61$ ، $P = 0.001$)، لیپوکالین ۲ ($F = 66/42$ ، $P = 0.001$) و پروتئین واکنشی C ($F = 12/08$ ، $P = 0.001$) وجود دارد.

نتیجه گیری: کاهش معنادار لیپوکالین ۲، پروتئین واکنشی C و افزایش معنادار سطوح آدیپونکتین و اینترلوکین ۱۰ نشان دهنده کاهش التهاب سیستمیک، بهبود وضعیت متابولیکی و کاهش چاقی در شرکت کنندگان بود. به طور کلی، مصرف رزوراترول می تواند به عنوان یک مداخله مؤثر و کم خطر برای کاهش التهاب، بهبود شاخص های متابولیک و کنترل وزن در زنان میان سال چاق مورد استفاده قرار گیرد؛ بنابراین، مصرف این مکمل تحت نظر پزشک متخصص به عنوان یک مداخله کمکی مؤثر در کنترل و کاهش عوارض ناشی از چاقی پیشنهاد می شود.

واژه های کلیدی: آنتی اکسیدان، آدیپوکاین، التهاب، سایتوکین.

مقدمه

چاقی به عنوان یک بیماری مزمن و چندعاملی، یکی از مهم ترین چالش های سلامت عمومی در جهان است که با افزایش التهاب مزمن درجه پایین، اختلالات متابولیک و افزایش خطر بیماری های قلبی - عروقی همراه است (Lőrincz et al., 2023). عدم فعالیت بدنی نقش اساسی در بروز و تشدید چاقی ایفا می کند و از طریق افزایش التهاب مزمن درجه پایین، اختلال در تنظیم متابولیسم انرژی و تغییر در الگوی ترشح آدیپوکاین ها، پیامدهای منفی گسترده ای بر سلامت ایجاد می نماید. در این راستا، بافت چربی دیگر فقط یک مخزن ذخیره انرژی تلقی نمی شود، بلکه به عنوان یک اندام درون ریز فعال، از طریق ترشح مولکول هایی مانند آدیپونکتین، فاکتور نکروز تومور آلفا ($TNF-\alpha$)، لیپوکالین ۲ (Lcn-2)، استئوپروتئین (*Osteoprotegerin*)، اینترلوکین ۱۰ ($IL-10$) و پروتئین واکنشی C (CRP) در تنظیم متابولیسم و پاسخ های التهابی نقش دارد (Ren et al., 2022). آدیپونکتین یکی از مهم ترین آدیپوکاین های ضدالتهابی و تنظیم کننده متابولیسم گلوکز و لیپید است که کاهش سطوح سرمی آن در افراد چاق و غیرفعال به طور مکرر گزارش شده است (Yanai & Yoshida, 2019). کاهش آدیپونکتین با افزایش شاخص توده بدنی، تجمع چربی احشایی و افزایش مقاومت به انسولین همراه بوده و می تواند زمینه ساز تشدید التهاب سیستمیک و اختلال عملکرد متابولیکی شود. از این رو، آدیپونکتین به عنوان یک نشانگر کلیدی سلامت متابولیک و وضعیت التهابی در افراد چاق مورد توجه قرار گرفته است (Han et al., 2017). در مقابل، لیپوکالین ۲ به عنوان یک آدیپوکاین پیش التهابی، در شرایط چاقی و عدم فعالیت بدنی افزایش می یابد و با فرایندهایی مانند التهاب مزمن، تجمع چربی، اختلال در متابولیسم گلوکز و افزایش خطر بیماری های متابولیک مرتبط است (Lindstrom et al., 2025). شواهد نشان می دهد که سطوح بالاتر لیپوکالین ۲ با افزایش شاخص های التهابی و تشدید پاسخ های ایمنی نامطلوب همراه بوده و می تواند نقش واسطه ای مهمی در ارتباط بین چاقی، التهاب و مقاومت به انسولین ایفا کند (Daoud et al., 2025).

اینترلوکین ۱۰ یکی از مهم ترین سایتوکاین های ضدالتهابی است که با مهار تولید سایتوکاین های پیش التهابی، نقش تنظیمی حیاتی در حفظ تعادل ایمنی و کنترل التهاب دارد (York et al., 2024). کاهش سطوح گردش خون اینترلوکین ۱۰ در افراد چاق و کم تحرک گزارش شده و این کاهش می تواند به تداوم التهاب مزمن درجه پایین و پیشرفت اختلالات متابولیک منجر شود؛ بنابراین، اینترلوکین ۱۰ به عنوان یک شاخص مهم وضعیت ضدالتهابی بدن در مطالعات مرتبط با چاقی و عدم فعالیت بدنی مطرح است (Kulshrestha et al., 2018). پروتئین واکنشی C به عنوان یکی از شاخص های معتبر التهاب سیستمیک، در پاسخ به محرک های التهابی افزایش می یابد و سطوح بالای آن در افراد چاق و غیرفعال با افزایش خطر بیماری های قلبی - عروقی، اختلالات متابولیک و پیامدهای نامطلوب سلامت مرتبط است (Dos Santos et al., 2024). افزایش شاخص توده بدنی و کاهش فعالیت بدنی با افزایش غلظت سرمی CRP همراه است و این پروتئین به طور گسترده به عنوان یک نشانگر التهاب مزمن درجه پایین در چاقی استفاده می شود (Ghazizadeh et al., 2024).

در سال های اخیر، توجه به ترکیبات زیست فعال طبیعی به منظور تعدیل التهاب و بهبود وضعیت متابولیکی در افراد چاق افزایش یافته است. پلی فنول ها به عنوان گروهی از فیتوکمیکال های طبیعی، به دلیل خواص آنتی اکسیدانی و ضدالتهابی خود مورد توجه قرار گرفته اند. رزوراترول یکی از مهم ترین پلی فنول ها است که آثار متعددی از جمله کاهش التهاب، بهبود حساسیت به انسولین و تنظیم متابولیسم چربی برای آن گزارش شده است (Novakovic et al., 2022). با وجود این، نتایج مطالعات انسانی در مورد اثر رزوراترول بر آدیپوکاین ها و شاخص های التهابی همسو نیست. برخی پژوهش ها افزایش آدیپونکتین (Tomé-Carneiro et al., 2013) و اینترلوکین ۱۰ و کاهش لیپوکالین ۲ و CRP را پس از مصرف رزوراترول (Hosseini et al., 2020) گزارش کرده اند، در حالی که برخی مطالعات دیگر تغییر معنی داری در این شاخص ها مشاهده نکرده اند (Farzin et al., 2025). این

تحقیق حذف شدند. این مطالعه با رعایت کامل مفاد کمیته اخلاق در پژوهش و رعایت اصول اعلامیه هلسینکی انجام گردید. در ادامه، بعد از معاینه توسط پزشک (کنترل فشارخون، نبض، ضربان قلب و ...) اجازه فعالیت توسط پزشک صادر شد.

اندازه‌گیری شاخص‌های آنروپومتریک شامل قد، وزن، BMI و نسبت دور کمر به لگن (WHR) انجام شدند. طول قد به سانتی‌متر، بدون کفش و جوراب با استفاده از متر نواری، با دقت ۰/۱ سانتی‌متر، سه بار اندازه‌گیری گردید و میانگین آن به‌عنوان قد فرد ثبت شد. وزن آزمودنی‌ها به کیلوگرم، با استفاده از ترازوی عقربه‌ای مدل Seca ساخت کشور آلمان و با دقت ۱۰۰ گرم، با لباس سبک، بدون کفش، سه بار اندازه‌گیری و میانگین آن به‌عنوان وزن آزمودنی ثبت گردید. درصد چربی افراد با استفاده از دستگاه الکترونیکی چربی‌سنج Omron (BF-306) ساخت کشور فنلاند اندازه‌گیری شد. BMI از تقسیم وزن بر توان دوم قد و WHR نیز با لباس سبک و در فاصله بین کوچک‌ترین ناحیه زیر دنده‌ها و بالای خار ایلیاک و دور باسن به کمک متر نواری غیر قابل ارتجاع و بدون هرگونه فشاری بر بدن فرد، با دقت ۰/۱ سانتی‌متر، از تقسیم دور کمر به دور لگن به دست آمد.

آزمودنی‌ها روزانه یک عدد کپسول کوئترول رزوراترول ۲۵۰ میلی‌گرم ساخت شرکت رها را به صورت ناشتا در صبح مصرف کردند (Faghihzadeh et al., 2014). رژیم غذایی آزمودنی‌ها تحت نظر یک متخصص تغذیه از طریق فرم یاد آمد خوراکی، یک هفته قبل از شروع برنامه تمرینی تا پایان مطالعه کنترل شد. اطلاعات مربوط به رژیم غذایی آزمودنی‌ها، داده‌های مربوط به دریافت انرژی و درشت‌مغذی‌ها با استفاده از پرسش‌نامه یاد آمد خوراکی ۲۴ ساعته جمع‌آوری گردید. به افراد اطلاعاتی در رابطه با رژیم غذایی داده شد و به آنها توصیه شد بدون اطلاع محقق، هیچ تغییری در رژیم غذایی ایجاد نکنند.

خون‌گیری پس از حداقل ۱۲ ساعت ناشتایی در مرحله پیش‌آزمون و ۴۸ ساعت بعد از آخرین مصرف مکمل در مرحله پس‌آزمون، حدود ۵ میلی‌لیتر خون از ورید قدامی

تناقض در یافته‌ها می‌تواند ناشی از تفاوت در دوز مصرفی، مدت مداخله، سطح فعالیت بدنی، سن، جنسیت و وضعیت متابولیکی اولیه آزمودنی‌ها باشد (Brown et al., 2024).

با توجه به شیوع بالای چاقی در زنان میان‌سال و نقش برجسته عدم فعالیت بدنی در تشدید التهاب مزمن، بررسی اثر مداخلات تغذیه‌ای با ظرفیت ضدالتهابی در این گروه جمعیتی اهمیت ویژه‌ای دارد. باوجود شواهد موجود، اطلاعات محدودی درباره تأثیر مصرف رزوراترول بر سطوح سرمی آدیپونکتین، لیپوکالین ۲، اینترلوکین ۱۰ و پروتئین واکنشی C در زنان چاق میان‌سال غیرفعال وجود دارد؛ بنابراین، هدف این پژوهش بررسی تأثیر هشت هفته مصرف مکمل رزوراترول بر سطوح سرمی آدیپونکتین، لیپوکالین ۲، اینترلوکین ۱۰ و پروتئین واکنشی C در زنان چاق میان‌سال غیرفعال بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش از نوع نیمه‌تجربی و کاربردی و طرح آن به صورت پیش‌آزمون - پس‌آزمون با گروه کنترل بود و قبل از اجرا در کمیته اخلاق دانشگاه محقق اردبیلی تصویب شد و دارای کد اخلاق IR.UMA.REC.1403.056 می‌باشد. در این مطالعه ۲۰ نفر از داوطلبان چاق استان اردبیل به صورت هدفمند انتخاب و پس از آشنایی کامل با نحوه اجرای طرح با رضایت کامل و امضا فرم رضایت‌نامه و با تکمیل پرسش‌نامه سوابق پزشکی و ورزشی به‌طور داوطلبانه و آزاد حاضر به شرکت در طول اجرای تحقیق شدند. سپس آزمودنی‌ها به‌طور تصادفی به دو گروه ۱۰ نفری تجربی و کنترل تقسیم گردیدند. شرایط ورود به مطالعه شامل زنان میان‌سال با محدوده سنی ۴۰-۵۰ سال و BMI بالای ۳۰ کیلوگرم بر مترمربع بود که از شش ماه گذشته سابقه هیچ‌گونه فعالیت ورزشی و بیماری نداشتند و داروی خاصی مصرف نکرده بودند. همچنین آزمودنی‌ها در صورت ابتلا به بیماری‌های عفونی و قلبی - عروقی، بیماری‌های مزمن کبدی مانند سیروز، هپاتیت ویروسی، عدم مصرف مواد و داروهای نیروزا و عدم همکاری آزمودنی‌ها در طول اجرای تحقیق، از

انگلستان، با حساسیت 0.04 میلی گرم بر دسی لیتر و ضریب تغییرات بین پردازشی 5 و درون پردازشی $4/7$ درصد اندازه گیری شد.

در تجزیه و تحلیل آماری، برای بررسی نرمال بودن توزیع داده ها از آزمون شاپیرو - ویلک و برای همگنی واریانس ها از آزمون لون استفاده شد. برای بررسی میزان اختلاف میانگین ها در پس آزمون نسبت به پیش آزمون در هر گروه، از آزمون آماری t زوجی استفاده شد. برای حذف آثار پیش آزمون، از تحلیل کوواریانس برای بررسی تفاوت پس آزمون گروه ها استفاده گردید. کلیه محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه 24 در سطح معنی داری $P < 0.05$ انجام شد.

نتایج

ویژگی های دموگرافیک آزمودنی ها در جدول ۱ نشان داده شده است. در پیش آزمون بین متغیر سن، وزن، قد و BMI داوطلبان در این مطالعه بین دو گروه تجربی و کنترل از لحاظ آماری تفاوت معناداری وجود نداشت ($P \geq 0.05$).

بازویی دست چپ آزمودنی ها در وضعیت نشسته گرفته شد. نمونه گیری در ساعت معینی از روز (۸ صبح) انجام شد، تا سطح متغیرهای اندازه گیری متأثر از نوسانهای شبانه روزی آن تغییر نکند. نمونه های خونی برای جداسازی پلاسما به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت 3000 دور در دقیقه سانتریفوژ شده و بعد نمونه پلاسما در دمای -80 درجه سانتی گراد منجمد و نگهداری شد. برای اندازه گیری لیپوکالین ۲ از کیت بیووندر آمریکا با حساسیت 0.02 نانوگرم بر میلی لیتر و با ضریب تغییرات درونی $9/77 - 9/73$ درصد و بیرونی $8/38 - 7/03$ درصد استفاده شد. برای اندازه گیری IL-10 از کیت تجاری الیزا ساخت شرکت بوستر آمریکا با دقت 0.5 و حساسیت 1 پیکوگرم بر میلی لیتر استفاده گردید. آدیپونکتین به روش الایزا و با استفاده از کیت آدیپونکتین آدیوجن ساخت کره جنوبی (Adipogen South Korea) با حساسیت 0.1 میکروگرم بر میلی لیتر اندازه گیری شد. ضریب تغییرات برون آزمون این کیت، کمتر از $3/9$ درصد و ضریب تغییرات درون آزمون آن کمتر از $8/6$ درصد بود. CRP به روش الایزا و با استفاده از کیت انسانی بایندینگ سایت ساخت کشور

جدول ۱- ویژگی های دموگرافیک زنان چاق میان سال غیرفعال در دو گروه مکمل رزوراترول و کنترل

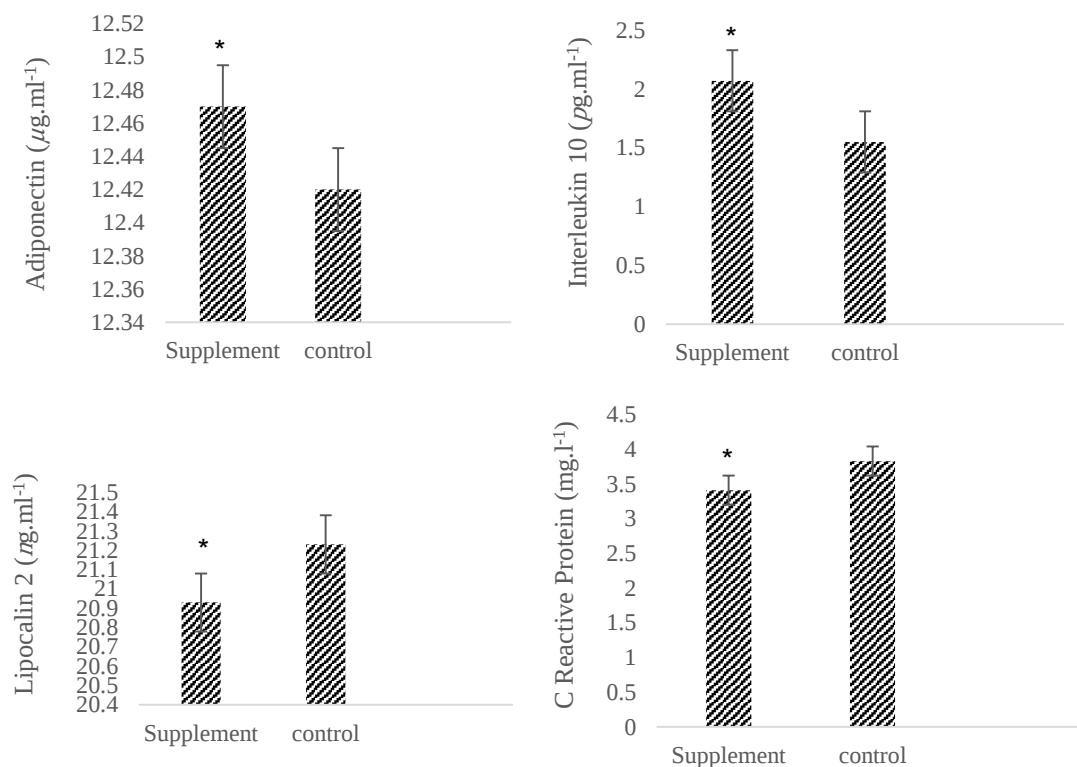
Table 1. Demographic characteristics of inactive middle-aged obese women in two resveratrol and control groups

Group	Age (year)	Weight (kg)	Mean $\pm$ SD	
			Height (m)	Body mass index (kg.m ⁻²)
Supplement (Resveratrol)	43.90 $\pm$ 3.17	85.60 $\pm$ 2.59	1.60 $\pm$ 0.04	32.20 $\pm$ 1.69
Control	45.40 $\pm$ 3.09	3.41 $\pm$ 88.21	1.61 $\pm$ 0.03	34.23 $\pm$ 2.06

در گروه تجربی سطوح سرمی آدیپونکتین ($P = 0.001$) و اینترلوکین ۱۰ ($P = 0.001$) افزایش معنی دار و سطوح سرمی لیپوکالین ۲ ($P = 0.001$) و CRP ($P = 0.001$) کاهش معنی داری در پس آزمون نسبت به پیش آزمون داشت (جدول ۲). ولی در گروه کنترل که مکمل مصرف نکردند، در هیچ یک از متغیرهای مورد مطالعه، اختلاف معناداری بین پیش آزمون و پس آزمون مشاهده نشد ($P \geq 0.05$).

نتایج مقایسه پس آزمون بین گروه های تحقیق با آزمون تحلیل کوواریانس نشان داد که بین دو گروه تجربی و کنترل تفاوت معناداری برای متغیر آدیپونکتین $F=92/49$ ، $P=0.001$ ، اینترلوکین ۱۰، $F=37/61$ ، $P=0.001$ ، لیپوکالین ۲، $F=66/44$ ، $P=0.001$ و CRP، $F=12/08$ ، $P=0.001$ وجود داشت.

این نتایج در نمودار ۱ و جدول ۲ قابل مشاهده است. نتایج آزمون t وابسته برای مقایسه درون گروهی نشان داد که



شکل ۱- تغییرات سرمی متغیرها در زنان چاق میان سال غیرفعال (هشت هفته مصرف رزوراترول ۲۵۰ میلی گرم در روز- در برابر کنترل)

Figure 1. Serum variable changes in inactive middle-aged obese women: 8-week resveratrol (250 mg.day⁻¹) consumption vs. control
*: significant difference at 5% probability level.

($P=0/001$) و دور کمر ($P=0/001$) تفاوت معنی داری وجود داشت (جدول ۲).

همچنین نتایج آزمون t وابسته نشان داد که در گروه تجربی (مکمل) بین پیش آزمون و پس آزمون برای متغیر شاخص توده بدن ($P=0/005$)، درصد چربی ($P=0/001$)، وزن

جدول ۲- تحلیل کوواریانس و t وابسته برای تغییرات بین گروهی و درون گروهی متغیرها پس از هشت هفته مصرف رزوراترول (۲۵۰ میلی گرم در روز) در زنان چاق میان سال غیرفعال

Table 2. ANCOVA and Paired t-Test for inter-group and intra-group changes of variables following 8-week resveratrol (250 mg.day⁻¹) consumption in inactive middle-aged obese women

Variable	Group	Pre-test Mean $\pm$ SD	Post-test Mean $\pm$ SD	Intra-group		Inter-group	
				T	Sig.	F	Sig.
Adiponectin ($\mu\text{g.ml}^{-1}$)	Supplement	12.33 $\pm$ 0.24	12.47 $\pm$ 0.18	-4.11	0.001*	92.49	0.001*
	Control	12.45 $\pm$ 0.32	12.42 $\pm$ 0.32	1.40	0.19		
Lipocalin 2 (ng.ml^{-1})	Supplement	23.05 $\pm$ 0.54	20.93 $\pm$ 0.52	3.08	0.001*	66.42	0.001*
	Control	21.21 $\pm$ 0.54	21.23 $\pm$ 0.55	-0.80	0.44		
Interleukin 10 (pg.ml^{-1})	Supplement	1.75 $\pm$ 0.51	2.07 $\pm$ 0.49	7.23	0.001*	37.61	0.001*
	Control	1.56 $\pm$ 0.41	1.55 $\pm$ 0.43	0.55	0.59		
CRP (mg.l^{-1})	Supplement	3.51 $\pm$ 0.41	3.41 $\pm$ 0.42	2.53	0.001*	12.08	0.001*
	Control	3.82 $\pm$ 0.32	3.83 $\pm$ 0.31	-0.55	0.31		
BMI (kg.m^{-2})	Supplement	33.85 $\pm$ 3.12	33.62 $\pm$ 3.17	3.73	0.005*	3.89	0.016*
	Control	34.15 $\pm$ 2.02	34.23 $\pm$ 2.06	-1.49	0.16		
Fat (%)	Supplement	40.20 $\pm$ 2.44	39.50 $\pm$ 2.32	3.28	0.001*	7.24	0.001*
	Control	39.60 $\pm$ 3.13	39.8 $\pm$ 2.97	-1	0.34		
Weight (kg)	Supplement	86.60 $\pm$ 4.50	85.80 $\pm$ 4.70	3.25	0.001*	6.52	0.001*
	Control	89.0 $\pm$ 0.02	90.0 $\pm$ 0.03	-1.50	0.18		
WHR	Supplement	0.88 $\pm$ 0.02	87.0 $\pm$ 0.02	3.25	0.001*	9.86	0.001*
	Control	0.89 $\pm$ 0.02	90.0 $\pm$ 0.03	-1.30	0.22		

*: significant difference at 5% probability level.

CRP: C Reactive Protein, BMI: Body Mass Index, and WHR: Waist to Hip Ratio.

بحث

هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر ۸ هفته مصرف مکمل رزوراترول بر سطوح سرمی آدیپونکتین، لیپوکالین ۲، اینترلوکین ۱۰ و CRP در زنان میان سال چاق بود. طبق نتایج به دست آمده در این مطالعه ۸ هفته مصرف مکمل رزوراترول، موجب افزایش معناداری در سطوح آدیپونکتین زنان چاق شد. نتایج این تحقیق با نتایج برخی مطالعات همسو بود (Tomé-Carneiro *et al.*, 2013; Park *et al.*, 2016). آدیپونکتین عملکردهای متعددی از جمله حساسیت به انسولین، ضدالتهاب و ضد آتروژنز در اندامهای مختلف دارد. آدیپونکتین پروتئین کیناز فعال شده با ۵-آدنوزین مونوفسفات (AMPK) و گیرنده فعال شده با تکثیرکننده پراکسی زوم α (PPAR) را از طریق گیرنده آدیپونکتین (AdipoR) ۱ و ۲ فعال می کند که برای تنظیم هموستاز لیپیدها و گلوکز و کنترل استرس اکسیداتیو حیاتی هستند. نتایج مطالعه ای نشان داد که رزوراترول با بهبود لیپوتوکسیسیتی، استرس اکسیداتیو، آپوپتوز و اختلال

عملکرد اندوتلیال از طریق افزایش بیان AdipoR1 و AdipoR2 از نفروپاتی دیابتی جلوگیری می کند (Park *et al.*, 2016).

نتیجه دیگر این مطالعه، کاهش شاخص التهابی CRP و افزایش شاخص ضدالتهابی IL-10 بود که با نتیجه مطالعه حقیقت دوست و حریری در سال ۲۰۱۹ همسو است (Haghighatdoost & Hariri, 2019). نشان داده شده است که پیش درمان با رزوراترول، اشکال فسفریله شده JAK1 و STAT3 و بیان پروتئین سرکوبگر سیگنالینگ سیتوکین ۳ (SOCS) را در سلول های فعال شده با LPS افزایش می دهد که نشان می دهد مسیر سیگنالینگ JAK-STAT در اثر ضدالتهابی اعمال شده توسط رزوراترول دخیل است (Cianciulli *et al.*, 2014).

نتیجه دیگر این مطالعه، کاهش سطوح سرمی لیپوکالین ۲ بود که با نتایج تحقیقی که تأثیر تمرین پیلاتس به همراه مصرف مکمل رزوراترول را بر سطوح لیپوکالین ۲ و برخی دیگر از شاخص های التهابی و فشار اکسایشی را در زنان

فعالیت ضدالتهابی خود را اعمال می‌کند (Prabhakar, 2013).

علاوه بر این، تعدیل فعالیت فاکتور رونویسی و فاکتور هسته‌ای تقویت‌کننده زنجیره سبک کاپا ($NF-kB$)، یکی از آثار محافظتی رزوراترول در پاسخ به التهاب و عفونت است (Jian et al., 2012). بسیاری از مطالعات نشان داده‌اند که بیان ژن سایتوکین‌های ضدالتهابی مانند $TNF-\alpha$ ، اینترلوکین ۱۰ و سایتوکین‌های پیش‌التهابی مانند $IL-1\beta$ و $MCP-1$ با فعال‌سازی $NF-kB$ کنترل می‌شود (Lira et al., 2012). $IL-10$ با مسدود کردن اتصال $NF-kB$ به DNA ، مسیرهای آپوپتوز را مهار می‌کند (Skrypnik et al., 2024). تنظیم ترشح $IL-10$ با فعال‌شدن سیگنالینگ $NF-kB$ مرتبط می‌باشد و ممکن است توسط رزوراترول افزایش یابد (Cianciulli et al., 2015).

نتیجه‌گیری

در مجموع، نتایج این مطالعه نشان داد که یک دوره مصرف مکمل رزوراترول بر افزایش آدیپونکتین و اینترلوکین ۱۰، کاهش درصد چربی، وزن، BMI و نسبت دور کمر به لگن، لیپوکالین ۲ و پروتئین واکنشی C زنان میان‌سال چاق مؤثر بود. بر این اساس، می‌توان نتیجه گرفت که مصرف رزوراترول با تنظیم این شاخص‌ها می‌تواند به تعویق انداختن بیماری‌های مرتبط با اضافه‌وزن و چاقی کمک کند و خطر بالقوه ابتلا به برخی بیماری‌های مرتبط با شاخص‌های التهابی و سندروم متابولیک را نیز کاهش دهد. این مطالعه پیشنهاد می‌کند که مصرف مکمل رزوراترول تحت نظر پزشک متخصص می‌تواند به‌عنوان مداخلات کمکی در کنترل و کاهش عوارض مرتبط با اضافه‌وزن و چاقی مؤثر باشد.

سپاسگزاری

از تمام استادان گران‌قدری که در انجام این پژوهش ما را یاری کردند، کمال تشکر و قدردانی را داریم.

میان‌سال چاق مورد مطالعه قرار دادند و نتیجه گرفتند که مصرف مکمل رزوراترول موجب کاهش سطح لیپوکالین ۲ می‌شود، همسو می‌باشد (Alipour Ghazichaki et al., 2023). نشان داده شده است که رزوراترول می‌تواند بیان ژن آدیپونکتین را افزایش دهد و بر $LCN2$ ، $SESN2$ و استرس اکسیداتیو تأثیر داشته باشد (Costa et al., 2011; Alipour Ghazichaki et al., 2023). این شاخص‌ها از بدن در مقابل اختلالات متابولیکی ناشی از چاقی محافظت می‌کنند (Alipour Ghazichaki et al., 2023). مصرف رزوراترول می‌تواند واسطه‌های التهابی مانند پروتئین واکنشی C، $TNF-\alpha$ ، $PAI-1$ ، $ICAM$ و $IL-6$ را کاهش و $IL-10$ و آدیپونکتین را افزایش دهد. همچنین در بیماران مصرف‌کننده رزوراترول بهبود وضعیت فیبرینولیتیک و التهابی مشاهده شده است (Tomé-Carneiro et al., 2012).

برخی از مطالعات نشان داده‌اند که رزوراترول با فعال‌کردن یک آنزیم به نام دی استیلاز $Sirt1$ واسطه می‌شود و از بدن در برابر پیری و بیماری‌ها محافظت می‌کند (Rogina & Tissenbaum, 2024). یکی از آثار مهم رزوراترول، کاهش چاقی است. چاقی باعث اختلال در سلول‌های چربی می‌شود که رزوراترول می‌تواند آن را تنظیم کند (Carpéné et al., 2019). رزوراترول با کاهش سولفات‌ها آثار ضد لیپولیتیک مانند کاهش تجمع گلیسرول در بافت چربی را افزایش می‌دهد و با سرکوب چربی‌زایی سفید، تحریک لیپولیز و کاهش اندازه سلول‌های چربی در بافت چربی سفید انسان، چاقی را کاهش دهد (Konings et al., 2014). مطالعات بالینی تأثیر رزوراترول را بر متابولیسم بافت چربی بررسی کرده و مشاهده کرده‌اند که این مکمل با افزایش اسیدهای چرب سالم با زنجیره بلند، به‌ویژه اسیدهای چرب غیراشباع چندانگانه مرتبط است که متابولیسم بافت چربی را بهبود می‌بخشد (Korsholm et al., 2017). مهمتر آنکه، رزوراترول با سرکوب شاخص‌های پیش‌التهابی مانند سایتوکین‌ها، کموکاین‌ها و مولکول‌های سیگنالینگ و سازوکارهای آنتی اکسیداتیو

References

- Alipour Ghazichaki, N., Abdi, A. and Barari, A., 2023. The effect of pilates training with resveratrol on serum levels of sestrin 2, lipocalin 2, oxidative stress and metabolic syndrome in obese middle-aged women. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*, 10(2): 94-109. <https://doi.org/10.22049/JAHSSP.2023.28394.1548>
- Brown, K., Theofanous, D., Britton, R.G., Aburido, G., Pepper, C., Sri Undru, S. and Howells, L., 2024. Resveratrol for the management of human health: How far have we come? A systematic review of resveratrol clinical trials to highlight gaps and opportunities. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(2): 747. <https://doi.org/10.3390/ijms25020747>
- Carpené, C., Les, F., Cásedas, G., Peiro, C., Fontaine, J., Chaplin, A., Mercader, J. and López, V., 2019. Resveratrol anti-obesity effects: Rapid inhibition of adipocyte glucose utilization. *Antioxidants*, 8(3): 74. <https://doi.org/10.3390/antiox8030074>
- Cianciulli, A., Dragone, T., Calvello, R., Porro, C., Trotta, T., Lofrumento, D.D. and Panaro, M.A., 2015. IL-10 plays a pivotal role in anti-inflammatory effects of resveratrol in activated microglia cells. *International Immunopharmacology*, 24(2): 369-376. <https://doi.org/10.1016/j.intimp.2014.12.035>. Epub 2015 Jan 7. PMID: 25576658
- Costa, C., Dos, S., Rohden, F., Hammes, T.O., Margis, R., Bortolotto, J.W., Padoin, A.V., Mottin, C.C. and Guaragna, R.M., 2011. Resveratrol upregulated SIRT1, FOXO1, and adiponectin and downregulated PPAR γ 1-3 mRNA expression in human visceral adipocytes. *Obesity Surgery*, 21(3): 356-361. <https://doi.org/10.1007/s11695-010-0251-7>
- Daoud, M.S., Alshareef, F.H., Alnaami, A.M., Amer, O.E., Hussain, S.D. and Al-Daghri, N.M., 2025. Prospective changes in lipocalin-2 and adipocytokines among adults with obesity. *Scientific Reports*, 15(1): 28794. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-14091-z>
- Dos Santos, H., Vargas, M.A., Gaio, J., Cofie, P.L., Reis, W.P., Peters, W. and Berk, L., 2024. Cardiorespiratory fitness decreases high-sensitivity c-reactive protein and improves parameters of metabolic syndrome. *Cureus*, 16(6): e63317. <https://doi.org/10.7759/cureus.63317>
- Faghihzadeh, F., Adibi, P. and Hekmatdoost, A., 2014. Effects of dietary resveratrol supplementation on liver enzymes, hs-CRP, and hepatic steatosis in patients with nonalcoholic fatty liver disease. *Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology*, 8(4): 40-49. <http://nsft.sbmu.ac.ir/article-1-1495-en.pdf>
- Farzin, L., Mansouri, E., Salehi, S., Baker, E., Amirkhizi, F. and Asghari, S., 2025. Effects of resveratrol supplementation on serum concentrations of plasminogen activator inhibitor-1, fibroblast growth factor 21, and adiponectin in patients with nonalcoholic fatty liver disease. *BMC Nutrition*, 11(1): 36. <https://doi.org/10.1186/s40795-025-00997-4>
- Ghazizadeh, H., Mansoori, A., Sahranavard, T., Nasrabadi, M., Hadiloo, K., Andalibi, N.S., Azmon, M., Tavallaei, S., Timar, A., Ferns, G.A. and Ghayour-Mobarhan, M., 2024. The associations of oxidative stress and inflammatory markers with obesity in Iranian population: MASHAD cohort study. *BMC Endocrine Disorders*, 24(1): 56. <https://doi.org/10.1186/s12902-024-01590-9>
- Haghighatdoost, F. and Hariri, M., 2019. Can resveratrol supplement change inflammatory mediators? A systematic review and meta-analysis on randomized clinical trials. *European Journal of Clinical Nutrition*, 73(3): 345-355. <https://doi.org/10.1038/s41430-018-0253-4>
- Han, S.J., Boyko, E.J., Fujimoto, W.Y., Kahn, S.E. and Leonetti, D.L., 2017. Low plasma adiponectin concentrations predict increases in visceral adiposity and insulin resistance. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 102(12): 4626-4633. <https://doi.org/10.1210/jc.2017-01703>
- Hosseini, H., Koushki, M., Khodabandehloo, H., Fathi, M., Panahi, G., Teimouri, M., Majidi, Z. and Meshkani, R., 2020. The effect of resveratrol supplementation on C-reactive protein (CRP) in type 2 diabetic patients: Results from a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Complementary Therapies in Medicine*, 49: 102251. <https://doi.org/10.1016/J.CTIM.2019.102251>
- Jian, B., Yang, S., Chaudry, I.H. and Raju, R., 2012. Resveratrol improves cardiac contractility following trauma-hemorrhage by modulating sirt1. *Molecular Medicine*, 18(2): 209-214. <https://doi.org/10.2119/molmed.2011.00365>
- Konings, E., Timmers, S., Boekschooten, M.V., Goossens, G.H., Jocken, J.W., Afman, L.A.,

- Müller, M., Schrauwen, P., Mariman, E.C. and Blaak, E.E., 2014. The effects of 30 days resveratrol supplementation on adipose tissue morphology and gene expression patterns in obese men. *International Journal of Obesity*, 38(3): 470-473.
<https://doi.org/10.1038/ijo.2013.155>
- Korsholm, A., Kjær, T., Ornstrup, M. and Pedersen, S., 2017. Comprehensive metabolomic analysis in blood, urine, fat, and muscle in men with metabolic syndrome: A randomized, placebo-controlled clinical trial on the effects of resveratrol after four months' treatment. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(3): 554.
<https://doi.org/10.3390/ijms18030554>
 - Kulshrestha, H., Gupta, V., Mishra, S., Mahdi, A.A., Awasthi, S. and Kumar, S., 2018. Interleukin-10 as a novel biomarker of metabolic risk factors. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 12(4): 543-547.
<https://doi.org/10.1016/j.dsx.2018.03.019>
 - Lindstrom, E., Deis, J., Bernlohr, D.A. and Chen, X., 2025. Lipocalin 2 in obesity and diabetes: Insights into its role in energy metabolism. *Endocrines*, 6(1): 4.
<https://doi.org/10.3390/endocrines6010004>
 - Lira, F.S., Rosa, J.C., Pimentel, G.D., Seelaender, M., Damaso, A.R., Oyama, L.M. and Oller do Nascimento, C., 2012. Both adiponectin and interleukin-10 inhibit LPS-induced activation of the NF- κ B pathway in 3T3-L1 adipocytes. *Cytokine*, 57(1): 98-106.
<https://doi.org/10.1016/j.cyto.2011.10.001>
 - Lőrincz, H., Somodi, S., Ratku, B., Harangi, M. and Paragh, G., 2023. Crucial regulatory role of organokines in relation to metabolic changes in non-diabetic obesity. *Metabolites*, 13(2): 270.
<https://doi.org/10.3390/METABO13020270>
 - Novakovic, R., Rajkovic, J., Gostimirovic, M., Gojkovic-Bukarica, L. and Radunovic, N., 2022. Resveratrol and reproductive health. *Life*, 12(2): 294.
<https://doi.org/10.3390/life12020294>
 - Park, H.S., Lim, J.H., Kim, M.Y., Kim, Y., Hong, Y.A., Choi, S.R., Chung, S., Kim, H.W., Choi, B.S., Kim, Y.S., Chang, Y.S. and Park, C.W., 2016. Resveratrol increases AdipoR1 and AdipoR2 expression in type 2 diabetic nephropathy. *Journal of Translational Medicine*, 14(1): 176.
<https://doi.org/10.1186/s12967-016-0922-9>. Erratum in: *J Transl Med*. 2016 Jul 13;14(1):210. doi: 10.1186/s12967-016-0967-9. PMID: 27286657; PMCID: PMC4902973
 - Prabhakar, O., 2013. Cerebroprotective effect of resveratrol through antioxidant and anti-inflammatory effects in diabetic rats. *Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology*, 386(8): 705-710. <https://doi.org/10.1007/s00210-013-0871-2>
 - Ren, Y., Zhao, H., Yin, C., Lan, X., Wu, L., Du, X., Griffiths, H.R. and Gao, D., 2022. Adipokines, hepatokines and myokines: focus on their role and molecular mechanisms in adipose tissue inflammation. *Frontiers in Endocrinology*, 13: 873699.
<https://doi.org/10.3389/fendo.2022.873699>
 - Rogina, B. and Tissenbaum, H.A., 2024. SIRT1, resveratrol and aging. *Front Genet*, 9(15): 1393181.
doi: 10.3389/fgene.2024.1393181. PMID: 38784035; PMCID: PMC11112063
 - Skrypnyk, M., Yatsenko, T., Riabets, O., Salama, Y., Skikevych, M., Osada, T., Tobita, M., Takahashi, S., Hattori, K. and Heissig, B., 2024. Interleukin-10 induces TNF-driven apoptosis and ROS production in salivary gland cancer cells. *Heliyon*, 10(11): e31777.
doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e31777
 - Tomé-Carneiro, J., González, M., Larrosa, M., Yáñez-Gascón, M.J., García-Almagro, F.J., Ruiz-Ros, J.A., García-Conesa, M.T., Tomás-Barberán, F.A. and Espín, J.C., 2012. One-year consumption of a grape nutraceutical containing resveratrol improves the inflammatory and fibrinolytic status of patients in primary prevention of cardiovascular disease. *The American Journal of Cardiology*, 110(3): 356-363.
<https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2012.03.030>
 - Tomé-Carneiro, J., González, M., Larrosa, M., Yáñez-Gascón, M.J., García-Almagro, F.J., Ruiz-Ros, J.A., Tomás-Barberán, F.A., García-Conesa, M.T. and Espín, J.C., 2013. Grape resveratrol increases serum adiponectin and downregulates inflammatory genes in peripheral blood mononuclear cells: A triple-blind, placebo-controlled, one-year clinical trial in patients with stable coronary artery disease. *Cardiovascular Drugs and Therapy*, 27(1): 37-48.
<https://doi.org/10.1007/s10557-012-6427-8>
 - Yanai, H. and Yoshida, H., 2019. Beneficial effects of adiponectin on glucose and lipid metabolism and atherosclerotic progression: Mechanisms and perspectives. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(5): 1190.
<https://doi.org/10.3390/ijms20051190>
 - York, A.G., Skadow, M.H., Oh, J., Qu, R., Zhou,

Q.D., Hsieh, W.Y., Mowel, W.K., Brewer, J.R., Kaffe, E., Williams, K.J., Kluger, Y., Smale, S.T., Crawford, J.M., Bensinger, S.J. and Flavell, R.A., 2024. IL-10 constrains sphingolipid metabolism to

limit inflammation. *Nature*, 627(8004): 628-635.
<https://doi.org/10.1038/s41586-024-07098-5>