

ارتباط اسیدهای چرب پلاسما و رژیم غذایی با بیان ژن آمتین در بافت چربی احشایی و زیرجلدی

محمد نصرتی اسکویی^۱، دکتر محمد صفریان^۲، عماد یوزباشیان^۳، دکتر گلاله اصغری^۴، دکتر مریم زرکش^۵،

نازنین سادات عقیلی مقدم^۶، دکتر مهدی هدایتی^۴، دکتر پروین میرمیران^۶، دکتر علیرضا خلیج^۷

۱) کمیته پژوهشی دانشجویان، گروه تغذیه بالینی و رژیم درمانی، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران، ۲) مرکز تحقیقات سندرم متابولیک، دانشگاه علوم پزشکی شهید، مشهد، ایران، ۳) مرکز تحقیقات تغذیه در بیماری‌های غدد درون‌ریز، پژوهشکده علوم غدد درون‌ریز و متابولیسم، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران، ۴) مرکز تحقیقات سلولی و مولکولی غدد درون‌ریز، پژوهشکده علوم غدد درون‌ریز و متابولیسم، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران، ۵) کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران، ۶) گروه تغذیه بالینی و رژیم درمانی، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران، ۷) مرکز درمان چاقی تهران، گروه جراحی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران، نشانی مکاتبه‌ی نویسنده‌ی مسئول: تهران، ولنجک، خیابان یمن، ابتدای خیابان پروانه، پلاک ۲۴، پژوهشکده علوم غدد درون‌ریز و متابولیسم، دکتر پروین میرمیران،

e-mail: mirmiran@endocrine.ac.ir

چکیده

مقدمه: آمتین آدیپوکتینی است که دارای اثرات ضدالتهابی بوده و منجر به کاهش مقاومت به انسولین می‌گردد، بنابراین، می‌تواند در پیشگیری از بیماری‌های قلبی‌عروقی و دیابت نقش مهمی داشته باشد. هدف مطالعه‌ی حاضر، بررسی ارتباط غلظت پلاسمایی و دریافت اسیدهای چرب با بیان ژن آمتین در بافت چربی احشایی و زیرجلدی بود. مواد و روش‌ها: بافت چربی احشایی و زیرجلدی و خون ناشتا از ۵۰ فرد چاق و ۴۷ فرد غیرچاق بزرگسال که تحت جراحی شکم قرار گرفته بودند، جمع‌آوری شد. دریافت‌های غذایی از طریق پرسش‌نامه بسامد خوراکی ارزیابی گردید. میزان بیان نسبی ژن آمتین در بافت‌های چربی با روش Real-Time PCR و اسیدهای چرب پلاسما با روش کروماتوگرافی گازی تعیین شد. یافته‌ها: بیان ژن آمتین در بافت چربی احشایی افراد غیرچاق بالاتر از افراد چاق بود، درحالی که در بافت چربی زیرجلدی تفاوتی مشاهده نشد. بیان ژن آمتین در بافت چربی احشایی با اسیدهای چرب تک غیراشباع رژیم غذایی ($\beta=0.394$ و $P=0.011$) در افراد چاق و نسبت پلاسمایی اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳ ($\beta=0.385$ و $P=0.029$) در افراد غیرچاق پس از تعدیل مخدوشگرها ارتباط مستقیم نشان داد. ارتباطی بین اسیدهای چرب دریافتی و پلاسمایی با بیان ژن آمتین در بافت چربی زیرجلدی مشاهده نشد. نتیجه‌گیری: دریافت غذایی اسیدهای چرب تک غیراشباع افراد چاق و نسبت پلاسمایی اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳ افراد غیرچاق با بیان ژن آمتین در بافت چربی احشایی ارتباط مستقیم داشت. بنابراین، به نظر می‌رسد که افزایش دریافت اسیدهای چرب تک غیراشباع به واسطه‌ی افزایش بیان ژن آمتین می‌تواند در بهبود چاقی و عوارض مرتبط با آن در ارتباط باشد.

واژگان کلیدی: آمتین، اسید چرب اشباع (SFA)، اسید چرب تک غیراشباع (MUFA)، اسید چرب چند غیراشباع (PUFA)، نسبت

امگا-۶ به امگا-۳، بافت چربی احشایی، بافت چربی زیرجلدی

دریافت مقاله: ۹۸/۵/۲۷ - دریافت اصلاحیه ۹۸/۶/۱۶ - پذیرش مقاله: ۹۸/۶/۲۵

مقدمه

که با ابتلا به بیماری‌های قلبی‌عروقی، دیابت نوع ۲ و اختلال لیپید خون در ارتباط است.^۱ با توجه به شیوع رو به افزایش چاقی در جوامع مختلف، شناسایی عوامل مؤثر بر بروز و پیشگیری از عوارض آن اهمیت ویژه‌ای پیدا کرده است. بر اساس آمار سازمان بهداشت جهانی، شیوع اضافه‌وزن و

چاقی^۱ و اضافه‌وزن به عنوان یک مشکل اساسی سلامت اقتصادی و عمومی از اهمیت جهانی ویژه‌ای برخوردار است^۱

اُمتین ممکن است پیش‌بینی‌کننده‌ی بیماری‌های همراه با چاقی یا عوارض ناشی از آن باشد.^{۱۱}

عوامل تعیین‌کننده‌ی رژیم غذایی بر سطوح آدیپوکین‌ها هنوز به‌طور کامل شناخته شده نیست.^{۱۶-۱۴} در کنار سایر مواد مغذی، چربی‌های رژیم غذایی به‌ویژه ترکیبات اسیدهای چرب، در مرکز توجه مطالعات مربوط به آدیپوکین‌ها قرار داشته‌اند.^{۲۰-۱۷} تا به امروز تنها در مطالعات اندکی به بررسی ارتباط اسیدهای چرب رژیم غذایی بر غلظت سرمی اُمتین پرداخته‌اند. برخی از این مطالعات نشان دادند که افزایش اسیدهای چرب اشباع دریافتی با سطوح پایین‌تر اُمتین ارتباط دارد، این درحالی است که چربی کل دریافتی، اسیدهای چرب تک غیراشباع و چند غیراشباع ارتباطی را با سطوح اُمتین نشان ندادند.^{۲۲-۲۱} در مطالعه‌ای که توسط دی‌لویس^{xiii} و همکاران صورت گرفته است، مشاهده شد که رژیم کم‌چرب باعث افزایش سطوح اُمتین گردید، درحالی که رژیم پرچرب ارتباط معناداری را نشان نداد.^{۳۳} به‌علاوه در یک مطالعه‌ی کارآزمایی دیگر، نشان داده شد که رژیم غذایی غنی از روغن زیتون در مقایسه با رژیم غذایی معمول، تاثیر معناداری بر روی سطوح اُمتین نداشت.^{۴۴} براساس دانسته‌های ما، مطالعات تاکنون تنها به بررسی ارتباط اسیدهای چرب رژیم غذایی با سطح سرمی اُمتین محدود بوده است و مطالعه‌ای تاکنون به ارتباط اسیدهای چرب رژیم غذایی و پلازما با بیان ژن اُمتین در بافت چربی احشایی و زیرجلدی نپرداخته است؛ بنابراین، مطالعه‌ی حاضر به‌منظور بررسی ارتباط اسیدهای چرب اشباع، تک غیراشباع، چند غیراشباع و نسبت اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳ در پلازما و رژیم غذایی با بیان ژن اُمتین در بافت چربی احشایی و زیرجلدی صورت می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

جمعیت مطالعه

در این مطالعه‌ی مقطعی تحلیلی، ۹۷ فرد بزرگسال (در محدوده سنی ۱۸ تا ۸۲ سال) از بین بیماران بستری در نوبت جراحی‌های شکمی مراجعه‌کننده به بیمارستان‌های مصطفی خمینی و خاتم الانبیاء تهران انتخاب شدند. حجم نمونه براساس خطای نوع اول برابر ۰/۰۵ و توان ۰/۹۵ و اندازه‌ی اثر ۰/۳ محاسبه گردید. معیارهای عدم ورود به مطالعه

چاقی در سال ۲۰۱۶ در مردان و زنان ۱۸ سال و بالاتر ۳۹ درصد اعلام شد.^۲ همچنین، در ایران نیز شیوع چاقی و اضافه‌وزن براساس BMI در مطالعه‌ی مروری برزین و همکاران که به صورت سیستماتیک در سال ۲۰۱۸ انجام شد، در سنین کمتر از ۲۰ سال، ۲۰/۸ درصد و بیشتر از ۲۰ سال، ۶۳/۶ درصد بود.^۴ چاقی تحت تاثیر فاکتورهای ژنتیکی و محیطی بوده که به‌تازگی مطالعات در زمینه‌ی بررسی تاثیر ژن بر چاقی نیز بسیار قوت گرفته است.^۵

بافت چربی به عنوان یک غده‌ی درون‌ریز فعال، پپتیدها و میانجی‌گرهای فعال زیستی زیادی را تحت عنوان آدیپوکین‌ها، از قبیل لپتینⁱⁱⁱ، ویسفاتینⁱⁱⁱ، آدیپونکتین^{iv}، آپلین^v، واسپین^{vi} و اُمتین^{vii} با عملکرد هورمونی، پاراکرینی و اتوکرینی به گردش خون ترشح می‌کند.^۱ اُمتین آدیپوکینی به وزن ۳۸ تا ۴۰ کیلودالتون بوده که به‌طور عمده توسط بافت چربی احشایی و اُمتال به‌خصوص در بافت چربی اپیکاردیال^{viii} و دور عروقی^{viii} و سپس در سلول‌های اندوتلیال، سلول‌های پانته‌ی روده و سلول‌های هم‌بند عروق چربی احشایی بیان و ترشح می‌شود.^{۱۰، ۷، ۹}

پیشنهاد شده است که بیان ژن اُمتین در بافت چربی احشایی با مقاومت به انسولین و چاقی کاهش می‌یابد.^{۱۱} همچنین، سطح پلاسمایی اُمتین رابطه‌ی معکوسی با دور کمر، نمایه‌ی توده بدنی^{ix} (BMI)، HOMA-IR^x (به‌عنوان شاخص مقاومت به انسولین) و سطح لپتین داشته و به‌طور مثبتی با سطوح HDL^{xi} و آدیپونکتین مرتبط است.^{۱۱} اُمتین ممکن است از طریق تنظیم مقادیر آدیپونکتین به‌طور غیرمستقیم (با افزایش حساسیت به انسولین) در توزیع چربی بدن انسان، تعدیل متابولیسم انرژی و همچنین متابولیسم لیپید دخالت داشته باشد.^{۱۲، ۷} در مطالعه‌ای که در محیط آزمایشگاهی (*in vitro*) صورت گرفته است، با افزودن اُمتین به محیط کشت سلول‌های بافت چربی انسان، جذب گلوکز به واسطه‌ی انسولین افزایش یافت که می‌تواند از طریق مسیر سیگنال‌دهی AKT^{۱۳} بدین ترتیب سطح

i - Adipokine

ii - Leptin

iii - Visfatin

iv - Adiponectin

v - Apelin

vi - Vaspin

vii - Omentin

viii - Epicardial

ix - Body mass index

x - The homeostasis Model Assessment of Insulin resistance

xi - High-density lipoprotein

ساز کارⁱⁱ (MET) بر حسب واحد دقیقه در هفته محاسبه شد.

ارزیابی متغیرهای تن‌سنجی و فشار خون

پیش از انتقال به اتاق عمل، وزن افراد با حداقل لباس و بدون کفش و با استفاده از ترازوی Seca (707) Seca ساخت کشور آمریکا) و با دقت ۰/۱ کیلوگرم و قد، بدون کفش توسط متر نصب شده به دیوار با دقت ۰/۵ سانتی‌متر اندازه‌گیری و نمایه‌ی توده‌ی بدن از تقسیم وزن (کیلوگرم) بر مجذور قد (متر) حاصل شد. دور کمر در باریک‌ترین ناحیه بین پایین‌ترین دنده استخوان ایلیاک و با دقت ۰/۱ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. فشار خون افراد، پس از ۱۵ دقیقه استراحت، دو بار به فاصله زمانی ۱۵ دقیقه، با استفاده از فشارسنج جیوه‌ای اندازه‌گیری شد و گزارش میانگین آن ثبت گردید.

اندازه‌گیری‌های بیوشیمیایی و اسیدهای چرب پلاسما

نمونه‌ی خون تمام افراد شرکت‌کننده در مطالعه، در لوله‌های حاوی پتاسیم-EDTA پیش از عمل جراحی و پس از ۱۰ تا ۱۲ ساعت ناشتایی جمع‌آوری شد. سپس، نمونه‌ها با سرعت ۳۰۰۰ تا ۳۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شده و به مدت ۱۰ دقیقه در دمای محیط قرار داده شد و پلاسما جدا گردید. با استفاده از روش رنگ‌سنجی آنزیمی گلوکز اکسیداز، میزان گلوکز پلاسما در حالت ناشتاⁱⁱⁱ (FPG) اندازه‌گیری شد. ضرایب تغییرات درون و برون آزمون^{iv} (CV) برای هر دو، برابر ۱/۰ درصد بود. از روش کالری‌متری آنزیمی با گلیسرول فسفات اکسیداز نیز برای اندازه‌گیری تری‌گلیسرید استفاده شد. CV برون و درون آزمون نیز به ترتیب ۴/۰ و ۲/۱ درصد بود. اندازه‌گیری کلاسترول تام به روش Enzymatic Photometric انجام شد و CV برون و درون آزمون به ترتیب ۰/۵ و ۱/۷ درصد بود. اندازه‌گیری کلاسترول، گلوکز و تری‌گلیسرید با استفاده از کیت‌های تجاری شرکت پارس‌آزمون صورت گرفت. سطح انسولین با استفاده از روش ELISA^v با کیت (Uppsala) Mercodia ساخت کشور سوئد) اندازه‌گیری شد. CV برون و درون آزمون به ترتیب ۲/۳ و ۱/۷ درصد بود.

شامل ابتلا به هر نوع سرطان و بیماری‌های بدخیم، بستری بودن بیش از ۲ روز در بیمارستان پیش از جراحی، بارداری و شیردهی، ابتلا به دیابت یا مصرف داروهای کاهنده‌ی قند خون (متفورمین، تیازولیدین‌دیون‌ها، انسولین) و سابقه‌ی فیبروز کبدی بود. این مطالعه توسط کمیته اخلاق پژوهشکده‌ی علوم غدد درون‌ریز و متابولیسم دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی تأیید شده است (کد اخلاق: IR.SBMU.ENDOCRINE.REC.1398.010). همه‌ی شرکت‌کنندگان، رضایت‌نامه‌ای را که توسط این کمیته تأیید شده است، امضا کردند.

ارزیابی متغیرهای دموگرافیک، تاریخچه پزشکی و

داروهای مصرفی

تکمیل فرم مشخصات عمومی شامل جنس، سن، وضعیت مصرف سیگار (مصرف سیگار/ عدم مصرف سیگار) بود. سابقه‌ی مصرف دارویی به صورت طبقه‌بندی شده (از جمله داروهای کاهنده‌ی قند خون، داروهای کاهنده‌ی چربی، داروهای کاهنده‌ی فشار خون، داروهای قلبی، داروهای هورمونی، مکمل‌ها و سایر موارد) و همچنین تاریخچه پزشکی به شکل سابقه‌ی ابتلا به بیماری‌ها نیز از افراد پرسیده و ثبت شد.

ارزیابی رژیم غذایی و فعالیت بدنی

با استفاده از پرسش‌نامه نیمه‌کمی بسامد خوراک (FFQ) که روایی و پایایی آن مورد ارزیابی قرار گرفته،^{۲۵،۲۶} دریافت‌های غذایی معمول افراد توسط مصاحبه‌گر متخصص مورد بررسی قرار گرفت. در طول مصاحبه‌ی چهره به چهره از افراد خواسته شد تا در هر یک از موارد غذایی مصرف‌شده، تناوب مصرف خود را در طی سال گذشته به صورت روزانه، هفتگی و یا ماهانه گزارش دهند. اندازه‌ی هر واحد مواد غذایی مصرف شده به صورت مقیاس‌های خانگی استاندارد شده توسط انجمن کشاورزی ایالات متحده^{۲۷} (USDA) بود که سپس واحدها به گرم تبدیل شد. محتوای اسیدهای چرب و دیگر مواد مغذی هر یک از موارد غذایی با استفاده از جدول ترکیبات مواد غذایی انجمن کشاورزی ایالات متحده محاسبه شد. فعالیت بدنی نیز با استفاده از پرسش‌نامه بین المللی فعالیت بدنی هفت‌روزه تعیین شد. طبق دستورالعمل استفاده از پرسش‌نامه، ابتدا معادل سوخت و

ii -Metabolic equivalent of task

iii -Fasting plasma glucose

iv -Inter- and intra- assay coefficients of variation

v - Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay

i -United states department of agriculture

برای بررسی پروفایل اسیدهای چرب پلاسما از روش کروماتوگرافی گازی (GCⁱ) استفاده شد. به‌طور خلاصه، کلروفورم، متانول (۲:۱) و سپس نرمال سالین ۰/۹ درصد در نمونه‌ی پلاسما ریخته و با استفاده از میکروپیوژ به‌طور یکنواخت مخلوط گردید. سپس، سانتریفیوژ با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه به‌مدت ۴ دقیقه انجام شد. کلروفورم شفاف که محتوی اسیدهای چرب است (مایع زیر لایه رسوبی)، جدا شد. سپس، N- هپتان جهت حل کردن چربی‌ها و KOH متانولی ۲ مولار پس از تبخیر نمودن حلال با استفاده از روتاری، به نمونه‌ها افزوده شد و در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه در بن ماری قرار داده شد. در نهایت، لوله‌ها با سرعت ۶۰۰۰ دور در دقیقه به‌مدت ۶ دقیقه سانتریفیوژ شدند و فاز بالایی حاوی متیل استرها (شفاف) در یک ستون موئی شیشه‌ای جدا و با استفاده از آشکارساز یونیزاسیون تابشی (FIDⁱⁱ) اندازه‌گیری شدند. شناسایی کیفی و کمی متیل‌استر افراد به ترتیب از طریق انطباق با منحنی مخلوط استاندارد معتبر FAME Mixⁱⁱⁱ حاوی C4-C24 (SIGMA-ALDRICH)، ساخت کشور آمریکا) و سطح مقطع هر پیک انجام شد. اسیدهای چرب پلاسما به‌عنوان درصدی از کل اسیدهای چرب آزاد پلاسما بیان شدند.

بیان ژن اُمنتین

حدود ۵۰ میلی‌گرم بافت چربی احشایی و ۵۰ میلی‌گرم بافت چربی زیرجلدی افراد در طی عمل جراحی توسط تکنیک بیوپسی جداسازی شده و در میکروتیوب‌های حاوی تثبیت‌کننده RNA^{iv} (RNAlater، شرکت کیازن، آلمان) جمع‌آوری شد. پس از انتقال به آزمایشگاه، محلول RNAlater تخلیه و نمونه‌ها ابتدا در ازت مایع قرار گرفتند و سپس به فریزر ۸۰- درجه سانتی‌گراد منتقل شدند. بیان ژن اُمنتین با استفاده از Real-time PCR اندازه‌گیری شد. ابتدا ملوکول RNA بافت‌های چربی زیرجلدی و احشایی با استفاده از کیت RNX-plus (شرکت سیناژن، ایران) و طبق دستورالعمل شرکت سازنده استخراج شد. برای از بین بردن آلودگی احتمالی نمونه‌ها با DNA و افزایش خلوص آن‌ها از آنزیم DNase I استفاده شد. کیفیت RNA استخراج شده با دستگاه اسپکتروفتومتر (NanoDrop ساخت کشور آلمان)

i - Gas Chromatography
ii - Flame ionization detector
iii - Fatty acid methyl ester
iv - RNA stabilization reagent

اندازه‌گیری شده و نسبت جذب نور (۲۸۰/۲۶۰ نانومتر) در تمام نمونه‌ها بیش از ۰/۸ به‌دست آمد. برای سنتز مولکول تک‌رشته‌ای cDNA از کیت Fermentas (شرکت Thermo Fische Scientific، آمریکا) و طبق دستورالعمل شرکت سازنده استفاده شد. محصول سنتز شده در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری گردید. مولکول‌های RNA مورد نظر به روش RT-PCR با استفاده از رنگ فلورسانس SYBER green و دستگاه Rotor-Gene 6000 (ساخت کشور استرالیا) به شیوه‌ی نسبی اندازه‌گیری و مراحل زیر به ترتیب انجام شد. ۱) مرحله واسرشت اولیه در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه (۲) مرحله تکثیر (۴۰ سیکل) شامل: دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ ثانیه مرحله اتصال پرایمرها در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۰ ثانیه مرحله طویل‌سازی در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۰ ثانیه.

پرایمرهای مناسب برای ژن‌های مورد نظر با استفاده از داده‌های بانک ژنتیک مرکز ملی اطلاعات زیست‌فناور (NCBI^v) طراحی شد. برای آنالیز میزان بیان ژن اُمنتین، ژن GAPDH به‌عنوان ژن مرجع انتخاب گردید. توالی پرایمرهای مورد استفاده برای RT-PCR برای تکثیر ژن اُمنتین و GAPDH در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج به صورت نسبت mRNA ژن اُمنتین به مرجع با استفاده از روش $2^{-\Delta\Delta CT}$ بیان شد.^{۲۷}

جدول ۱- طراحی پرایمر ژن‌های مورد نظر

نام پرایمر	توالی پرایمر (3' → 5')	طول قطعه پرایمر	دمای ذوب	GC%	طول قطعه محصول
(مستقیم) اُمنتین	AGGAGCTCTCTGTACCCAAG	۲۰	۵۸/۱۴	۵۵	۱۱۹
(معکوس) اُمنتین	TAGCCTCATCTGTACTCCATC	۲۱	۵۷/۰۵	۴۷/۶۲	
(مستقیم) GAPDH	CTGCTCCTCTGTTTCGACAGT	۲۱	۶۱/۷۶	۵۷/۱۴	۱۰۰
(معکوس) GAPDH	CCGTGACTCCGACCTTCAC	۲۰	۶۰/۶۷	۶۰	

روش‌های تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

در این مطالعه تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS^{vi} (نسخه ۱۴، شیکاگو) انجام شد. نرمال بودن توزیع متغیرها توسط آزمون کولموگوروف - اسمیرنوف^{vii} و هیستوگرام مورد بررسی قرار گرفت.

v- National Center for Biotechnology Information
vi- Statistical package for the social science program
vii- Kolmogorov- Smirnov

سن و انسولین و مدل تعدیل شده برای سن، انسولین و کل انرژی دریافتی تعریف شد. سطح معناداری برای کلیه آزمون‌ها کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

مشخصات عمومی و آنتروپومتریک افراد مورد مطالعه براساس وضعیت چاقی در جدول ۲ نشان داده شده است. افراد شرکت‌کننده در این مطالعه‌ی مقطعی بر اساس وضعیت نمایه‌ی توده بدنی (چاق K و غیر چاق > $30</math> کیلوگرم بر مترمربع) به دو گروه تقسیم شدند که شامل ۵۰ فرد چاق با میانگین سنی $28/6 \pm 11/9$ سال (در محدوده سنی ۱۸ تا ۸۲ سال) و میانگین نمایه‌ی توده بدنی $24/8 \pm 5/8$ کیلوگرم بر مترمربع و ۴۷ فرد غیرچاق با میانگین سنی $26/7 \pm 13/9$ سال و میانگین نمایه‌ی توده بدنی $24/8 \pm 2/8$ کیلوگرم بر مترمربع بودند. دور کمر، نمایه‌ی توده بدن، انسولین، تری‌گلیسرید و فشار خون سیستولیک و دیاستولیک در افراد چاق به‌طور معناداری بالاتر از افراد غیرچاق بود.$

متغیرهای کیفی به صورت درصد و متغیرهای کمی نرمال به صورت میانگین \pm انحراف معیار و متغیرهای کمی غیرنرمال به‌صورت میانه و فاصله میان‌چارکی گزارش شد. افراد شرکت‌کننده در مطالعه بر اساس وضعیت نمایه‌ی توده بدنی به دو گروه تقسیم شدند؛ گروه اول، افراد غیر چاقی که نمایه‌ی توده بدنی آن‌ها بین ۱۸/۵ تا ۲۹/۹ بود و گروه دوم، افراد چاقی که نمایه‌ی توده بدنی آن‌ها بیشتر از ۳۰ بود. مقایسه داده‌های کمی نرمال بین دو گروه با استفاده از آزمون Independent Sample T-test، داده‌های کمی غیرنرمال با استفاده از Mann-Whitney U و داده‌های کیفی با استفاده از Chi-square انجام شد. همبستگی بین بیان ژن اُمنتین در بافت چربی احشایی و زیرجلدی با اسیدهای چرب پلاسما و رژیم غذایی با استفاده از آزمون همبستگی اسپیرمنⁱ در کل افراد و به تفکیک گروه‌های وزنی انجام شد. برای تعیین ارتباط اسیدهای چرب پلاسما و رژیم غذایی با بیان ژن اُمنتین در بافت چربی احشایی و زیرجلدی از رگرسیون خطیⁱⁱ استفاده گردید، و برای کنترل عوامل تأثیرگذار سه مدل، شامل مدل خام، مدل تعدیل شده برای

جدول ۲- اطلاعات دموگرافیک و شاخص‌های آنتروپومتریک افراد شرکت‌کننده در مطالعه به تفکیک وضعیت چاقی*

خصوصیات	افراد چاق	افراد غیر چاق	†P value
دموگرافیک			
سن (سال)	$28/6 \pm 11/9$	$26/7 \pm 13/9$	۰/۰۰۲
جنس مونث (درصد)	٪ ۸۳/۰	٪ ۷۳/۵	۰/۲۶۰
فعالیت بدنی پایین (درصد)	٪ ۹۵/۷	٪ ۸۴/۰	۰/۰۵۷
عدم مصرف سیگار (درصد)	٪ ۹۵/۵	٪ ۹۰/۵	۰/۵۰۸
شاخص‌های آنتروپومتریک و متابولیک			
دور کمر (سانتی‌متر)	$118/3 \pm 14/8$	$87/8 \pm 10/7$	< ۰/۰۰۱
نمایه توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	$24/8 \pm 5/8$	$24/8 \pm 2/8$	< ۰/۰۰۱
فشارخون سیستولیک (میلی‌متر جیوه)	۱۲۰ (۱۱۰-۱۲۵)	۱۱۰ (۱۰۰-۱۲۰)	۰/۰۰۱
فشارخون دیاستولیک (میلی‌متر جیوه)	۸۰ (۷۰-۸۰)	۷۰ (۶۰-۸۰)	۰/۰۰۲
قند خون ناشتا (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	$78/4 \pm 21/0$	$86/2 \pm 13/4$	۰/۰۷۰
انسولین (میکرویونیت بر میلی‌لیتر)	$9/58 (4/77-13/75)$	$4/39 (2/71-7/71)$	< ۰/۰۰۱
تری‌گلیسرید (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	$104/0 (73/0-159/0)$	$70/0 (61/7-107/5)$	۰/۰۰۲
سطح کلسترول پلاسما (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	$176/9 \pm 42/0$	$172/7 \pm 49/4$	۰/۶۵۵

* میانگین و انحراف معیار برای متغیرها با توزیع نرمال و میانه (دامنه میان‌چارکی) برای متغیرهای با توزیع غیرنرمال و درصد برای متغیرهای کیفی. † سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شده است.

معناداری بالاتر از افراد غیرچاق بود ($P=0/002$). این در حالی است که اختلاف معناداری در سایر دریافت‌های غذایی بین دو گروه مشاهده نشد.

اطلاعات مربوط به دریافت‌های غذایی افراد در دو گروه چاق و غیرچاق در جدول ۳ نشان داده شده است. براساس این جدول، کل انرژی رژیم غذایی در افراد چاق به‌طور

جدول ۳- میانگین دریافت انرژی و مواد مغذی افراد شرکت‌کننده در مطالعه به تفکیک وضعیت چاقی*

دریافت غذایی	افراد چاق	افراد غیر چاق	†P value
کل انرژی رژیم غذایی (کیلوکالری در روز)	۳۰۷۱/۶±۱۰۴۱/۵	۲۴۹۰/۴±۷۲۵/۷	۰/۰۰۲
پروتئین (درصد از انرژی)	۱۴/۷±۲/۷۹	۱۴/۰±۲/۰۲	۰/۲۰۳
کربوهیدرات (درصد از انرژی)	۵۵/۳±۷/۳۲	۵۸/۰±۶/۶۵	۰/۰۵۴
چربی رژیم غذایی (درصد از انرژی)	۳۲/۳±۵/۷۰	۳۰/۳±۵/۶۰	۰/۰۸۳
چربی‌های اشباع شده (درصد از کل چربی)	۳۱/۰۲±۴/۹۳	۳۱/۵۵±۵/۳۸	۰/۸۷۷
اسیدهای چرب تک غیر اشباع (درصد از کل چربی)	۳۳/۶۳±۳/۸۵	۳۳/۴۳±۳/۶۴	۰/۵۵۶
اسیدهای چرب چند غیر اشباع (درصد از کل چربی)	۲۰/۳±۵/۰۶	۲۰/۶±۴/۰۹	۰/۴۸۲
اسیدهای چرب امگا-۳ (درصد از کل چربی)	۱/۵۰±۰/۷۶	۱/۵۴±۰/۶۵	۰/۳۲۱
اسیدهای چرب امگا-۶ (درصد از کل چربی)	۱۷/۴±۳/۶۹	۱۷/۴۸±۴/۰۱	۰/۷۹۸
نسبت اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳	۱۳/۲۷±۴/۶۴	۱۲/۷۱±۵/۰۲	۰/۵۳۷
فیبر (گرم در روز)	۴۸/۱±۲۳/۶	۴۴/۲±۱۶/۸	۰/۳۴۲

* داده‌های کمی به صورت میانگین و انحراف معیار گزارش شده است. † سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شده است.

چرب امگا-۶ به امگا-۳ (۷/۸-۱۱/۹) در ۹/۵ در افراد چاق در مقابل (۶/۳-۱۰/۹) در ۸/۰ در افراد غیر چاق؛ $P=0/038$ در افراد چاق نسبت به افراد غیر چاق بالاتر بود، در حالی که SFA (۲۸/۹۵-۳۳/۶۲) در ۳۱/۵۰ در افراد چاق در مقابل (۳۶/۱-۳۷/۱) در ۳۰/۶ در افراد غیر چاق؛ $P=0/048$ پایین‌تری در افراد چاق مشاهده شد.

در جدول ۴ سطح اسیدهای چرب پلاسما در دو گروه چاق و غیر چاق نشان داده شده است. کل اسیدهای چرب پلاسما (۵/۰۳-۹/۷۷) در ۷/۲۵ در افراد چاق در مقابل (۷/۴۰-۴/۷۳) در ۵/۸۹ در افراد غیر چاق؛ $P=0/029$ ، اسیدهای چرب امگا-۶ (۴۲/۴-۴۸/۹) در ۴۶/۸ در افراد چاق در مقابل (۴۶/۴-۴۱/۴) در ۴۴/۴ در افراد غیر چاق؛ $P=0/038$ و نسبت اسیدهای

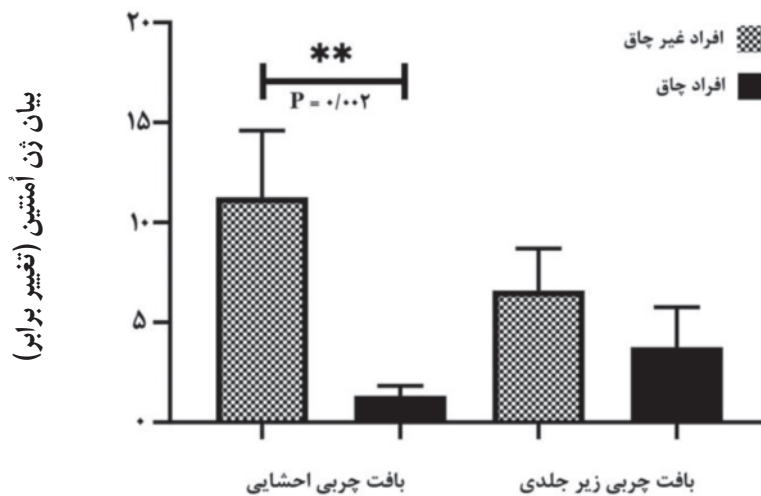
جدول ۴- سطح اسیدهای چرب پلاسما افراد شرکت‌کننده در مطالعه به تفکیک وضعیت چاقی*

اسیدهای چرب پلاسما	افراد چاق	افراد غیر چاق	†P value
کل اسیدهای چرب پلاسما (میلی‌گرم بر میلی‌لیتر)	۷/۲۵ (۵/۰۳-۹/۷۷)	۵/۸۹ (۴/۷۳-۷/۴۰)	۰/۰۲۹
اسید چرب اشباع پلاسما (درصد از کل اسیدهای چرب پلاسما)	۳۱/۵۰ (۲۸/۹۵-۳۳/۶۲)	۳۲/۷۱ (۳۰/۶-۳۶/۱)	۰/۰۴۸
اسید چرب تک غیر اشباع پلاسما (درصد از کل اسیدهای چرب پلاسما)	۱۸/۲ (۱۶/۷-۱۹/۸)	۱۸/۳ (۱۶/۳-۲۰/۴)	۰/۷۷۳
اسید چرب چند غیر اشباع پلاسما (درصد از کل اسیدهای چرب پلاسما)	۵۱/۱ (۴۶/۶-۵۳/۲)	۴۹/۱ (۴۵/۳-۵۱/۶)	۰/۰۷۱
اسیدهای چرب امگا-۳ (درصد از کل اسیدهای چرب پلاسما)	۴/۵ (۳/۳-۵/۶)	۵/۲ (۴/۸-۵/۸)	۰/۵۴۹
اسیدهای چرب امگا-۶ (درصد از کل اسیدهای چرب پلاسما)	۴۶/۸ (۴۲/۴-۴۸/۹)	۴۴/۴ (۴۱/۴-۴۶/۴)	۰/۰۳۸
نسبت اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳	۹/۵ (۷/۸-۱۱/۹)	۸/۰ (۶/۳-۱۰/۹)	۰/۰۳۸

* داده‌های کمی به صورت میانگین (دامنه میان چارکی) گزارش شده است. † سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شده است.

آمد $P=0/002$ ، در حالی که در بافت چربی زیرجلدی تفاوت به صورت معناداری بین دو گروه غیر چاق و چاق مشاهده نشد.

میانگین و خطای معیار بیان ژن اُمنتین در بافت چربی احشایی و زیرجلدی به تفکیک وضعیت چاقی در نمودار ۱ نشان داده شده است. بیان ژن اُمنتین در بافت چربی احشایی افراد غیر چاق به طور معناداری بالاتر از افراد چاق به دست



نمودار ۱- میزان بیان ژن اُمنتین به تفکیک وضعیت چاقی در بافت چربی احشایی و زیرجلدی نشان داده شده است. داده‌ها به صورت میانگین و خطای معیار گزارش شده است. مقایسه بین دو گروه با آزمون t-test انجام شده است.

با بیان ژن اُمنتین در بافت چربی احشایی در افراد چاق ارتباط مثبت و معناداری ملاحظه شد $P=0/030$. این ارتباط با تعدیل برای سن، انسولین و کل انرژی دریافتی ($\beta=0/394$) و همچنان معنادار باقی ماند. ($P=0/011$)

جدول ۷ آنالیز رگرسیون خطی را در چند مدل شامل مدل خام، تعدیل شده برای سن و انسولین و تعدیل شده برای سن و انسولین و کل انرژی دریافتی جهت تعیین ارتباط مستقل بین بیان ژن اُمنتین با اسیدهای چرب رژیم غذایی در بافت چربی احشایی و زیرجلدی نشان می‌دهد. بین نسبت اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳ پلاسما با بیان ژن اُمنتین در بافت چربی احشایی در افراد غیرچاق ارتباط مثبت و معناداری ملاحظه شد. این ارتباط با تعدیل برای سن، انسولین و کل انرژی دریافتی ($\beta=0/385$ و $P=0/029$) همچنان معنادار باقی ماند.

همبستگی بین اسیدهای چرب پلاسما و رژیم غذایی با بیان ژن اُمنتین در بافت چربی احشایی و زیرجلدی در جدول ۵ نشان داده شده است. اسیدهای چرب MUFA ($r=0/350$) و PUFA ($P=0/016$ ، $r=0/306$ و $P=0/036$) و امگا-۶-۷ ($r=0/365$ و $P=0/012$) رژیم غذایی به طور معناداری همبستگی مثبتی با بیان ژن اُمنتین در بافت چربی احشایی افراد غیر چاق نشان دادند، در حالی که، فقط اسیدچرب MUFA ($r=0/296$ و $P=0/043$) پلاسما به طور معناداری همبستگی مثبت با بیان ژن اُمنتین در بافت چربی زیرجلدی افراد غیر چاق نشان داد.

جدول ۶ آنالیز رگرسیون خطی را در چند مدل شامل مدل خام، تعدیل شده برای سن و انسولین و تعدیل شده برای سن، انسولین و کل انرژی دریافتی جهت تعیین ارتباط اسیدهای چرب رژیم غذایی و بیان ژن اُمنتین در بافت چربی احشایی و زیرجلدی، نشان می‌دهد. بین MUFA رژیم غذایی

جدول ۵ - همبستگی بین اسیدهای چرب پلاسما و رژیم غذایی با بیان ژن اُمنین در بافت چربی احشایی و زیرجلدی به تفکیک وضعیت چاقی

بافت چربی زیرجلدی			بافت چربی احشایی				
چاق		غیر چاق		چاق		غیر چاق	
† P value	* r	† P value	* r	† P value	* r	† P value	* r
۰/۰۴۷۹	۰/۰۸۰۳	۰/۰۷۱۲	-۰/۰۰۵۵	۰/۰۹۹۹	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۶۰	-۰/۰۳۷۷
۰/۰۱۲۹	۰/۰۳۱۷	۰/۰۴۱۰	۰/۰۱۲۳	۰/۰۵۳۹	-۰/۰۰۹۰	۰/۰۰۱۶	۰/۰۳۵۰
۰/۰۸۹۰	-۰/۰۰۲۰	۰/۰۸۳۶	-۰/۰۰۳۳	۰/۰۸۲۸	-۰/۰۰۳۲	۰/۰۰۳۶	۰/۰۳۰۶
۰/۰۷۱۹	-۰/۰۰۵۲	۰/۰۵۲۱	-۰/۰۰۹۶	۰/۰۵۰۳	-۰/۰۰۹۸	۰/۰۳۱۷	۰/۰۱۸۳
۰/۰۵۸۰	۰/۰۰۸۰	۰/۰۳۲۷	۰/۰۰۵۰	۰/۰۹۶۹	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۱۲	۰/۰۳۶۵
۰/۰۳۵۹	۰/۰۱۳۲	۰/۰۳۵۱	۰/۰۱۷۱	۰/۰۵۵۸	۰/۰۰۸۶	۰/۰۵۹۶	۰/۰۰۷۹
۰/۰۳۸۸	-۰/۰۱۲۵	۰/۰۴۹۵	۰/۰۰۰۲	۰/۰۷۰۰	-۰/۰۰۵۷	۰/۰۳۵۲	۰/۰۱۳۹
۰/۰۶۳۸	۰/۰۰۶۸	۰/۰۰۴۳	۰/۰۲۹۶	۰/۰۹۸۹	۰/۰۰۰۲	۰/۰۷۷۶	۰/۰۰۴۳
۰/۰۷۰۸	۰/۰۰۵۴	۰/۰۰۶۸	-۰/۰۰۳۶۹	۰/۰۷۷۹	۰/۰۰۴۱	۰/۰۴۱۸	-۰/۰۱۲۱
۰/۰۴۸۷	-۰/۰۱۰۱	۰/۰۰۹۶	-۰/۰۰۴۶۶	۰/۰۳۰۱	-۰/۰۱۵۱	۰/۰۷۵۸	-۰/۰۰۴۶
۰/۰۴۴۲	۰/۰۱۱۱	۰/۰۱۳۳	-۰/۰۰۳۲۲	۰/۰۶۳۹	۰/۰۰۶۹	۰/۰۴۹۸	-۰/۰۱۰۱
۰/۰۵۰۰	۰/۰۰۰۲	۰/۰۶۵۷	۰/۰۰۷۵	۰/۰۱۱۶	۰/۰۳۳۸	۰/۰۸۶۴	-۰/۰۰۲۹

* از ضریب همبستگی اسپیرمن (Spearman Correlation) جهت تعیین میزان همبستگی استفاده شده است. † سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شده است.

اسیدهای چرب رژیم غذایی

چربی های اشباع شده (درصد از کل چربی)

اسیدهای چرب تک غیراشباع (درصد از کل چربی)

اسیدهای چرب چند غیراشباع (درصد از کل چربی)

اسیدهای چرب امگا-۲ (درصد از کل چربی)

اسیدهای چرب امگا-۶ (درصد از کل چربی)

نسبت اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۲

اسیدهای چرب پلاسما

اسیدهای چرب اشباع (درصد از کل اسیدهای چرب پلاسما)

اسیدهای چرب تک غیراشباع (درصد از کل اسیدهای چرب پلاسما)

اسیدهای چرب چند غیراشباع (درصد از کل اسیدهای چرب پلاسما)

اسیدهای چرب امگا-۲ (درصد از کل اسیدهای چرب پلاسما)

اسیدهای چرب امگا-۶ (درصد از کل اسیدهای چرب پلاسما)

نسبت اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۲

جدول ۶- ارتباط اسیدهای چرب رژیم غذایی با بیان ژن آمیتین به تفکیک در بافت چربی احشایی و زیرجلدی وضعیت چاقی

اسیدهای چرب رژیم غذایی	مدل ۱			مدل ۲			مدل ۳		
	بافت چربی احشایی	چاق	غیر چاق	چاق	غیر چاق	چاق	غیر چاق	چاق	غیر چاق
	β	β	β	β	β	β	β	β	β
چربی های اشباع شده (درصد از کل چربی)	-/۰.۰۳	-/۰.۱۲۱	-/۰.۰۳	-/۰.۰۳	-/۰.۰۳	-/۰.۰۳	-/۰.۰۳	-/۰.۰۳	-/۰.۰۳
اسیدهای چرب تک غیراشباع (درصد از کل چربی)	-/۰.۰۷۴	-/۰.۳۱۱	-/۰.۰۷۴	-/۰.۰۷۴	-/۰.۰۷۳	-/۰.۰۷۴	-/۰.۰۷۴	-/۰.۰۷۴	-/۰.۰۷۴
اسیدهای چرب چند غیراشباع (درصد از کل چربی)	-/۰.۱۴۹	-/۰.۲۲۲	-/۰.۱۴۹	-/۰.۱۴۹	-/۰.۱۴۹	-/۰.۱۴۹	-/۰.۱۴۹	-/۰.۱۴۹	-/۰.۱۴۹
اسیدهای چرب امگا-۲ (درصد از کل چربی)	-/۰.۰۶۹	-/۰.۱۰۴	-/۰.۰۶۹	-/۰.۰۶۹	-/۰.۰۶۹	-/۰.۰۶۹	-/۰.۰۶۹	-/۰.۰۶۹	-/۰.۰۶۹
اسیدهای چرب امگا-۳ (درصد از کل چربی)	-/۰.۰۷۰	-/۰.۰۲۰	-/۰.۰۷۰	-/۰.۰۷۰	-/۰.۰۷۰	-/۰.۰۷۰	-/۰.۰۷۰	-/۰.۰۷۰	-/۰.۰۷۰
نسبت اسیدهای چرب امگا-۲ به امگا-۳	-/۰.۰۴۳	-/۰.۰۱۸	-/۰.۰۴۳	-/۰.۰۴۳	-/۰.۰۴۳	-/۰.۰۴۳	-/۰.۰۴۳	-/۰.۰۴۳	-/۰.۰۴۳
بافت چربی احشایی									
چربی های اشباع شده (درصد از کل چربی)	-/۰.۰۸۶	-/۰.۰۶۴	-/۰.۰۸۶	-/۰.۰۸۶	-/۰.۰۸۶	-/۰.۰۸۶	-/۰.۰۸۶	-/۰.۰۸۶	-/۰.۰۸۶
اسیدهای چرب تک غیراشباع (درصد از کل چربی)	-/۰.۰۵۷	-/۰.۲۴۹	-/۰.۰۵۷	-/۰.۰۵۷	-/۰.۰۵۷	-/۰.۰۵۷	-/۰.۰۵۷	-/۰.۰۵۷	-/۰.۰۵۷
اسیدهای چرب چند غیراشباع (درصد از کل چربی)	-/۰.۰۳۱	-/۰.۱۶۸	-/۰.۰۳۱	-/۰.۰۳۱	-/۰.۰۳۱	-/۰.۰۳۱	-/۰.۰۳۱	-/۰.۰۳۱	-/۰.۰۳۱
اسیدهای چرب امگا-۲ (درصد از کل چربی)	-/۰.۰۶۱	-/۰.۱۲۵	-/۰.۰۶۱	-/۰.۰۶۱	-/۰.۰۶۱	-/۰.۰۶۱	-/۰.۰۶۱	-/۰.۰۶۱	-/۰.۰۶۱
اسیدهای چرب امگا-۳ (درصد از کل چربی)	-/۰.۰۳۴	-/۰.۰۷۳	-/۰.۰۳۴	-/۰.۰۳۴	-/۰.۰۳۴	-/۰.۰۳۴	-/۰.۰۳۴	-/۰.۰۳۴	-/۰.۰۳۴
نسبت اسیدهای چرب امگا-۲ به امگا-۳	-/۰.۰۵۹	-/۰.۰۲۲	-/۰.۰۵۹	-/۰.۰۵۹	-/۰.۰۵۹	-/۰.۰۵۹	-/۰.۰۵۹	-/۰.۰۵۹	-/۰.۰۵۹
بافت چربی احشایی									
چربی های اشباع شده (درصد از کل چربی)	-/۰.۰۸۳	-/۰.۰۲۳	-/۰.۰۸۳	-/۰.۰۸۳	-/۰.۰۸۳	-/۰.۰۸۳	-/۰.۰۸۳	-/۰.۰۸۳	-/۰.۰۸۳
اسیدهای چرب تک غیراشباع (درصد از کل چربی)	-/۰.۰۲۲	-/۰.۰۵۱	-/۰.۰۲۲	-/۰.۰۲۲	-/۰.۰۲۲	-/۰.۰۲۲	-/۰.۰۲۲	-/۰.۰۲۲	-/۰.۰۲۲
اسیدهای چرب چند غیراشباع (درصد از کل چربی)	-/۰.۰۳۰	-/۰.۰۸۴	-/۰.۰۳۰	-/۰.۰۳۰	-/۰.۰۳۰	-/۰.۰۳۰	-/۰.۰۳۰	-/۰.۰۳۰	-/۰.۰۳۰
اسیدهای چرب امگا-۲ (درصد از کل چربی)	-/۰.۰۲۹	-/۰.۰۶۴	-/۰.۰۲۹	-/۰.۰۲۹	-/۰.۰۲۹	-/۰.۰۲۹	-/۰.۰۲۹	-/۰.۰۲۹	-/۰.۰۲۹
اسیدهای چرب امگا-۳ (درصد از کل چربی)	-/۰.۰۵۴	-/۰.۰۳۹	-/۰.۰۵۴	-/۰.۰۵۴	-/۰.۰۵۴	-/۰.۰۵۴	-/۰.۰۵۴	-/۰.۰۵۴	-/۰.۰۵۴
نسبت اسیدهای چرب امگا-۲ به امگا-۳	-/۰.۰۷۴	-/۰.۰۲۲	-/۰.۰۷۴	-/۰.۰۷۴	-/۰.۰۷۴	-/۰.۰۷۴	-/۰.۰۷۴	-/۰.۰۷۴	-/۰.۰۷۴

* محاسبه ضریب β با استفاده از آزمون linear regression. سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شده است. مدل ۱: مدل خام، مدل ۲: تعدیل شده برای سن و انسوئین، مدل ۳: تعدیل شده برای سن و انسوئین و انرژی

جدول ۷- ارتباط اسیدهای چرب پلازما با بیان ژن آمینین در بافت چربی احشایی و زیرجلدی به تفکیک وضعیت چاقی

بیمای چرب پلازما	مدل ۱			مدل ۲			مدل ۳		
	چاق	غیر چاق	چاق	غیر چاق	چاق	غیر چاق	چاق	غیر چاق	
	† P value	*β	† P value	*β	† P value	*β	† P value	*β	
بافت چربی احشایی									
اسیدهای چرب اشباع	۰/۶۷۷	۰/۸۰۷	۰/۳۷۰	۰/۰۵۴	۰/۸۱۳	۰/۷۱۰	۰/۳۷۰	۰/۱۳۴	
(درصد از کل اسیدهای چرب پلازما)									
اسیدهای چرب تک غیر اشباع	۰/۴۷۷	۰/۸۰۷	۰/۶۳۸	۰/۱۰۲	۰/۴۷۶	۰/۶۲۵	۰/۶۳۸	۰/۰۰۷	
(درصد از کل اسیدهای چرب پلازما)									
اسیدهای چرب چند غیر اشباع	۰/۶۰۰	۰/۸۲۴	۰/۵۲۴	۰/۰۹۲	۰/۵۳۱	۰/۸۴۷	۰/۵۲۴	۰/۰۳۳	
(درصد از کل اسیدهای چرب پلازما)									
اسیدهای چرب امگا-۲	۰/۸۵۲	۰/۰۲۸	۰/۶۵۰	۰/۰۱۸	۰/۹۰۰	۰/۶۶۶	۰/۶۵۰	۰/۰۶۸	
(درصد از کل اسیدهای چرب پلازما)									
اسیدهای چرب امگا-۱	۰/۶۴۲	۰/۰۷۱	۰/۹۴۶	۰/۰۷۸	۰/۵۴۶	۰/۹۷۹	۰/۹۴۶	۰/۰۱۰	
(درصد از کل اسیدهای چرب پلازما)									
نسبت اسیدهای چرب امگا-۱ به امگا-۲	۰/۸۲۹	۰/۰۳۲	۰/۰۳۶	۰/۰۳۳	۰/۸۷۸	۰/۰۳۷	۰/۰۳۶	۰/۳۴۲	
بافت چربی زیرجلدی									
اسیدهای چرب اشباع	۰/۲۹۳	۰/۱۵۸	۰/۷۹۰	۰/۱۴۸	۰/۳۰۶	۰/۵۶۰	۰/۳۰۶	۰/۰۴۹	
(درصد از کل اسیدهای چرب پلازما)									
اسیدهای چرب تک غیر اشباع	۰/۶۷۷	۰/۰۶۳	۰/۵۶۷	۰/۰۸۸	۰/۵۴۶	۰/۳۱۰	۰/۵۴۶	۰/۱۱۲	
(درصد از کل اسیدهای چرب پلازما)									
اسیدهای چرب چند غیر اشباع	۰/۳۸۵	۰/۱۲۰	۰/۶۰۶	۰/۱۳۹	۰/۳۳۵	۰/۵۸۰	۰/۳۳۵	۰/۱۳۳	
(درصد از کل اسیدهای چرب پلازما)									
اسیدهای چرب امگا-۲	۰/۷۲۹	۰/۰۳۲	۰/۹۲۰	۰/۰۱۱	۰/۸۳۳	۰/۹۳۹	۰/۸۳۳	۰/۰۲۴	
(درصد از کل اسیدهای چرب پلازما)									
اسیدهای چرب امگا-۱	۰/۳۴۴	۰/۰۴۲	۰/۵۲۳	۰/۱۰۲	۰/۲۹۹	۰/۵۰۲	۰/۲۹۹	۰/۱۴۵	
(درصد از کل اسیدهای چرب پلازما)									
نسبت اسیدهای چرب امگا-۱ به امگا-۲	۰/۷۴۶	۰/۰۳۰	۰/۸۰۷	۰/۰۴۵	۰/۸۰۳	۰/۸۰۵	۰/۸۰۳	۰/۰۱۰	

* محاسبه ضریب β با استفاده از آزمون linear regression. † سطح معناداری کم تر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شده است. مدل ۱: مدل خام، مدل ۲: تعدیل شده برای سن و آنسولین، مدل ۳: تعدیل شده برای سن و آنسولین و آنژدی

بحث

پژوهش حاضر به ارزیابی ارتباط اسیدهای چرب پلاسما و رژیم غذایی با بیان ژن اُمنتین در بافت چربی احشایی و زیرجلدی در دو گروه چاق و غیرچاق پرداخته است. در این مطالعه‌ی مقطعی نشان داده شد که در مدل نهایی پس از کنترل عوامل بالقوه مخدوشگر، اسیدهای چرب MUFA رژیم غذایی در افراد چاق و نسبت اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳ در پلاسمای افراد غیرچاق، ارتباط مستقیمی با بیان ژن اُمنتین در بافت چربی احشایی دارد. این در حالی است که اسیدهای چرب دریافتی و پلاسمایی با بیان ژن اُمنتین در بافت چربی زیرجلدی ارتباطی را نشان نداد.

با بررسی ارتباط اسیدهای چرب رژیم غذایی با بیان ژن اُمنتین در مدل نهایی پس از کنترل سن، انسولین و کل انرژی دریافتی، ارتباط معناداری تنها با MUFA رژیم غذایی در بافت چربی احشایی افراد چاق مشاهده شد. مطالعات مقطعی - تحلیلی پیشین برخلاف نتایج حاضر، ارتباط معناداری بین دریافت چربی و MUFA رژیم غذایی با غلظت اُمنتین در افراد چاق مشاهده نکردند.^{۲۱،۲۲} علاوه بر این، در کارآزمایی بالینی کبیری و همکاران مشاهده شد که غلظت اُمنتین در طول رژیم غنی از روغن زیتون (۱۶ درصد MUFA و ۸ درصد SFA) افزایش و در طول رژیم معمول (۱۶ درصد SFA و ۸ درصد MUFA) کاهش یافت، اما علی‌رغم اختلاف زیاد بین دو گروه، نتایج معنادار نبود.^{۲۴} لازم به ذکر است که در این مطالعات اثر انسولین در بررسی ارتباط چربی‌های رژیم غذایی با اُمنتین سنجیده نشده است. از آنجایی که سطح انسولین بالا با سطوح در گردش اُمنتین در ارتباط است و موجب مهار در ترشح و بیان آن می‌شود،^{۲۸،۲۹} به نظر می‌رسد که سطوح اُمنتین با کاهش وزن از طریق حساسیت به انسولین افزایش یابد؛^{۳۰} در حالی که مطالعه حاضر نشان داد، MUFA رژیم غذایی مستقل از انسولین با اُمنتین ارتباط دارد. علاوه بر این، عدم هم‌سویی نتایج در این مطالعات می‌تواند به دلیل تفاوت در ویژگی‌های کلی جمعیت مورد مطالعه یعنی نمایه‌ی توده بدن، سن، توزیع چربی بدنی و روش ارزیابی اسیدهای چرب و دریافت‌های رژیم غذایی باشد. همچنین، بیان این نکته حائز اهمیت است که هیچ یک از مطالعات دیگر به ارزیابی بیان ژن اُمنتین نپرداخته‌اند و فقط سطح سرمی را مورد بررسی قرار

داده‌اند. لذا، امکان دارد سطح سرمی علی‌رغم تغییر در سطح بیان ژن، همچنان ثابت باقی بماند.

بر اساس دانسته‌های ما، به نظر می‌رسد پژوهش حاضر اولین مطالعه‌ای است که به بررسی ارتباط بین اسیدهای چرب پلاسما با بیان ژن اُمنتین در بافت چربی احشایی و زیرجلدی انسان می‌پردازد. بنابراین، نتایج مطالعات گذشته بر روی سایر آدیپوکتین‌ها به‌ویژه آدیپونکتین که ویژگی‌های مشابه و همبستگی مثبت آن با اُمنتین در مطالعات نشان داده شده است را شاید بتوان به اُمنتین تعمیم داد.^{۳۱-۳۸} هم‌راستا با نتایج مطالعه حاضر، مطالعات دیگر ارتباطی بین SFA، MUFA و PUFA (ارزیابی شده در سرم و اریتروسیت) با غلظت آدیپونکتین را نشان ندادند.^{۳۹،۴۰} البته قابل ذکر است، مطالعه‌ی حاضر همبستگی مثبتی بین MUFA پلاسما و بیان ژن اُمنتین در بافت چربی زیرجلدی افراد غیرچاق نشان داد. اگرچه پس از کنترل برای سن و انسولین و همچنین کل انرژی دریافتی در مدل نهایی، این ارتباط پایدار باقی نماند. در برخی مطالعات مشاهده شده است که غلظت اُمنتین در افراد با مقاومت به انسولین پایین‌تر از افراد نرمال است.^{۴۱-۴۳} که می‌تواند نشان دهنده‌ی نقش انسولین در تعدیل سطوح اُمنتین باشد. همچنین، انرژی دریافتی را می‌توان به‌عنوان عامل احتمالی موثر دیگر در سطوح اُمنتین دانست. در حمایت از این فرضیه می‌توان به افزایش غلظت اُمنتین در بیماران آنورکسی نروزا^{۴۴} با کاهش شدید دریافت انرژی اشاره کرد.^{۴۵-۴۶}

همچنین، نتایج مطالعه حاضر ارتباط مستقیمی بین بیان ژن اُمنتین و نسبت اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳ را پس از کنترل عوامل مخدوشگر، تنها در بافت چربی احشایی افراد غیرچاق نشان داد. این در حالی است که هیچ گونه ارتباطی بین اسیدهای چرب امگا-۳ و امگا-۶ با بیان ژن اُمنتین در این مطالعه ملاحظه نشد. با توجه به این مطلب که تاکنون هیچ مطالعه‌ای به بررسی این ارتباط با بیان ژن اُمنتین نپرداخته است، یافته‌های مطالعات پیشین در بررسی ارتباط بین اسیدهای چرب امگا-۳ و امگا-۶ اریتروسیت با غلظت آدیپونکتین، به ترتیب ارتباط معکوس و مستقیمی با سطح سرمی آدیپونکتین نشان دادند.^{۴۰،۴۷}

در مطالعه‌ی حاضر نسبت اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳ در افراد غیرچاق ۱۲/۷ به ۱/۰ و ۸/۱ به ۱/۰ به ترتیب

غیرمستقیم به واسطه آنزیم‌های خاص مثل سیکلوآکسیژناز، لپوکسیژناز، پروتئین کیناز C، اسفنگومیلیناز و یا از طریق تغییر در ترکیب لیپیدهای غشایی که بر روی سیالیت غشا و مسیر سیگنال‌دهی موثر هستند میانجی‌گری شوند.^{۶۹-۶۱} پروتئین گیرنده در ترکیب با اسید چرب به‌عنوان یک فاکتور رونویسی فعالیت می‌کند و PPAR با توجه به نقشی که در تمایز آدیپوسیت‌ها نیز دارد،^{۶۲} به‌عنوان یکی از مهمترین آن‌ها شناخته شده است.^{۶۳} لازم به ذکر است که بین PPAR- γ و آمنتین همبستگی مثبت نیز وجود دارد.^{۶۴} مشاهده شده است که اسیدهای چرب امگا-۶ و متابولیت‌های آن از طریق اتصال با PPAR- γ می‌توانند آن را فعال کنند.^{۶۵} از سوی دیگر، اسیدهای چرب غیراشباع به‌طور غیرمستقیم به واسطه تغییر در تولید و ترشح سیتوکین‌ها و عوامل التهابی و پیش‌التهابی می‌توانند سطح بیان ژن آمنتین را تنظیم کنند.^{۶۶}

این مطالعه دارای تعدادی محدودیت و نقاط قوت است که لازم است به آن‌ها اشاره شود. پژوهش حاضر یک مطالعه مشاهده‌ای مقطعی است که نمی‌تواند شواهدی برای رابطه علیتی ارائه کند؛ اما، یافته‌های مطالعه‌ی حاضر برای فرضیه‌های تحقیقاتی که ممکن است توسط کارآزمایی‌های بالینی در آینده تأیید شوند، مناسب است. اگرچه اندازه‌گیری غلظت پروتئین همراه با بیان ژن می‌تواند بسیار کمک‌کننده باشد، در این مطالعه به علت محدودیت در تأمین هزینه‌ها انجام نشد. از آنجایی که تمام افراد در مطالعه‌ی حاضر شهروندان تهرانی بودند، ممکن است ارتباط مشاهده شده بین اسیدهای چرب و بیان ژن آمنتین به علت تفاوت در سبک زندگی و رژیم غذایی، به‌طور مستقیم برای مناطق دیگر قابل تعمیم نباشد.

مطالعه‌ی حاضر همچنین دارای چندین نقطه قوت نیز بود. این پژوهش اولین مطالعه‌ای است که به بررسی ارتباط بین اسیدهای چرب رژیم غذایی و پلازما با بیان ژن آمنتین در بافت چربی احشایی و زیرجلدی در انسان می‌پردازد. همچنین، در این مطالعه اسیدهای چرب به دو روش مستقیم در پلازما و حاصل از پرسش‌نامه بسامد خوراکی (FFQ) اندازه‌گیری شدند و نیز به دلیل بررسی مستقیم بافت چربی جهت اندازه‌گیری بیان ژن، از شواهد غیرمستقیم اجتناب شده است. از آنجایی که افراد شرکت‌کننده در مطالعه از مکمل‌های غذایی استفاده نمی‌کردند، یافته‌های ما براساس غلظت فیزیولوژیک پلازما می‌باشد؛ بنابراین، این اطلاعات که

برای اسیدهای چرب رژیم غذایی و پلازما ملاحظه شد. این درحالی است که نسبت مناسب اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳، ۱ به ۱ تا ۲ به ۱ پیشنهاد شده است،^{۶۸} و نسبت بالاتر این اسیدهای چرب با افزایش در سیتوکین التهابی همراه می‌باشد.^{۶۹-۵۱} با توجه به مصرف پایین ماهی و غذاهای دریایی غنی از امگا-۳ در ایران،^{۷۰} به نظر می‌رسد نسبت اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳ در مطالعه‌ی حاضر تحت تأثیر اسیدهای چرب امگا-۶ قرار گرفته باشد و همان‌طور که اسیدهای چرب امگا-۳ و امگا-۶ برای آنزیم‌های دخیل در واسرشت و طول‌سازی با یکدیگر رقابت می‌کنند، تصور می‌شود که افزایش دریافت اسیدهای چرب امگا-۶ و اسیدهای چرب آزاد در گردش ممکن است منجر به افزایش فاکتورهای التهابی و درنهایت افزایش احتمال بیماری قلبی‌عروقی و مقاومت به انسولین شود.^{۷۱-۷۰} این به نوبه‌ی خود منجر به این مفهوم شده است که نسبت پایین اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳، اغلب برای نشان دادن تعادل مناسب اسیدهای چرب در رژیم غذایی به کار می‌رود، به طوری که در ارتباط با التهاب و خطر بیماری قلبی‌عروقی یک عامل محافظتی در نظر گرفته می‌شود.^{۷۲} بنابراین، از آنجایی که آمنتین ارتباط معکوسی با مقاومت به انسولین و بیماری‌های قلبی‌عروقی دارد و می‌تواند به‌عنوان یک آدیپوکین ضدالتهابی موجب مهار مسیر NFkappaBⁱ شود، این فرضیه محتمل است که ارتباط مثبت مشاهده شده بین بیان ژن آمنتین و نسبت اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳، به‌عنوان یک رفتار جبرانی در پاسخ به اثرات مخرب ناشی از افزایش نسبت امگا-۶ به امگا-۳ دریافتی و پلاسمایی در بدن تلقی شود؛ افزایش این نسبت با افزایش فاکتورهای التهابی، مقاومت به انسولین و بیماری‌های قلبی‌عروقی قویا در ارتباط است.^{۷۳،۷۴،۷۵}

اگرچه به‌طور کامل اثرات اسیدهای چرب روی آدیپوکین‌ها شناخته شده نیست، به نظر می‌رسد این اثرات می‌تواند به‌صورت مستقیم از طریق تنظیم فاکتورهای رونویسی از قبیل PPAR،ⁱⁱⁱ LXR،ⁱⁱⁱ HNF-4،^{iv} NFkappaB و SREBP^v که به نواحی تنظیمی خاصی از DNA متصل و منجر به رونویسی ژن‌های خاصی می‌شوند و یا به‌صورت

- i - Nuclear factor-kB
- ii - Peroxisome proliferator activated receptor
- iii - Liver X receptor
- iv - Hepatocyte nuclear factor
- v - Sterol-regulatory element binding protein

غذایی به واسطه‌ی افزایش بیان ژن اُمنتین می‌تواند در بهبود چاقی و عوارض مرتبط با آن در ارتباط باشد. مطالعات بالینی جهت بررسی ارتباط اسیدهای چرب پلاسما و رژیم غذایی با بیان ژن اُمنتین مورد نیاز است.

سپاسگزاری: پژوهش حاضر برگرفته از طرح تحقیقاتی مصوب پژوهشکده علوم غدد درون‌ریز و متابولیسم (۹۸۰۰۶) و طرح تحقیقاتی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی (۳-۴-۱۰۴۹۰) است. نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تضاد منافی در پژوهش حاضر وجود ندارد.

وابسته به دریافت و متابولیسم اسیدهای چرب است، دقت بیشتری دارد.

نتیجه‌گیری

یافته‌های مطالعه‌ی حاضر نشان داد که نسبت اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳ پلاسما در افراد غیرچاق و MUFA رژیم غذایی در افراد چاق با بیان ژن اُمنتین در بافت چربی احشایی پس از کنترل عوامل مخدوشگر سن، انسولین و کل انرژی دریافتی ارتباط مثبتی دارد. بنابراین، به نظر می‌رسد افزایش دریافت اسیدهای چرب تک غیراشباع از طریق رژیم

References

- Yanovski SZ, Yanovski JA. Obesity. *N Engl J Med* 2002; 346: 591-602.
- Berenson GS; Bogalusa Heart Study group. Health consequences of obesity. *Pediatr Blood Cancer* 2012; 58: 117-21.
- World Health Organization. Prevalence of obesity among adults, BMI \geq 30, age-standardized – Estimates by WHO region 2017. Available from: URL: www.who.int/gho/data/view.main.REGION2480A?lang=en
- Barzin M, Valizadeh M, Serahati S, Mahdavi M, Azizi F, Hosseinpah F. Overweight and Obesity: Findings from 20 Years of the Tehran Lipid and Glucose Study. *Int J Endocrinol Metab* 2018; 16: e84778.
- Rankinen T, Zuberi A, Chagnon YC, Weisnagel SJ, Argyropoulos G, Walts B, et al. The human obesity gene map: the 2005 update. *Obesity (Silver Spring)* 2006; 14: 529-644.
- Filippatos TD, Randeve HS, Derdemezis CS, Elisaf MS, Mikhailidis DP. Viscerality/PBEF and atherosclerosis-related diseases. *Curr Vasc Pharmacol* 2010; 8: 12-28.
- Yang RZ, Lee MJ, Hu H, Pray J, Wu HB, Hansen BC, et al. Identification of omentin as a novel depot-specific adipokine in human adipose tissue: possible role in modulating insulin action. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2006; 290: E1253-61.
- Sacks HS, Fain JN. Human epicardial adipose tissue: a review. *Am Heart J* 2007; 153: 907-17.
- Komiya T, Tanigawa Y, Hirohashi S. Cloning of the novel gene intelectin, which is expressed in intestinal paneth cells in mice. *Biochem Biophys Res Commun* 1998; 251: 759-62.
- Lee JK, Schnee J, Pang M, Wolfert M, Baum LG, Morem KW, et al. Human homologs of the *Xenopus* oocyte cortical granule lectin XL35. *Glycobiology* 2001; 11: 65-73.
- de Souza Batista CM, Yang RZ, Lee MJ, Glynn NM, Yu DZ, Pray J, et al. Omentin plasma levels and gene expression are decreased in obesity. *Diabetes* 2007; 56: 1655-61.
- Herder C, Ouwens DM, Carstensen M, Kowall B, Huth C, Meisinger C, et al. Adiponectin may mediate the association between omentin, circulating lipids and insulin sensitivity: results from the KORA F4 study. *Eur J Endocrinol* 2015; 172: 423-32.
- Yang RZ, Lee MJ, Hu H, Pray J, Wu HB, Hansen BC, et al. Identification of omentin as a novel depot-specific adipokine in human adipose tissue: possible role in modulating insulin action. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2006; 290: E1253-61.
- Paniagua JA, de la Sacristana AG, Sanchez E, Romero I, Vidal-Puig A, Berral FJ, et al. A MUFA-rich diet improves postprandial glucose, lipid and GLP-1 responses in insulin-resistant subjects. *J Am Coll Nutr* 2007; 26: 434-44.
- Perez-Martinez P, Lopez-Miranda J, Cruz-Teno C, Delgado-Lista J, Jimenez-Gomez Y, Fernandez JM, et al. Adiponectin gene variants are associated with insulin sensitivity in response to dietary fat consumption in Caucasian men. *J Nutr* 2008; 138: 1609-14.
- Yeung EH, Appel LJ, Miller ER, 3rd, Kao WHL. The effects of macronutrient intake on total and high-molecular weight adiponectin: results from the OMNI-Heart trial. *Obesity (Silver Spring, Md)* 2010; 18: 1632-7.
- Santos S, Oliveira A, Lopes C. Systematic review of saturated fatty acids on inflammation and circulating levels of adipokines. *Nutr Res* 2013; 33: 687-95.
- Stryjecki C, Mutch DM. Fatty acid-gene interactions, adipokines and obesity. *Eur J Clin Nutr* 2011; 65: 285-97.
- Moreno-Aliaga MJ, Lorente-Cebrian S, Martinez JA. Regulation of adipokine secretion by n-3 fatty acids. *Proc Nutr Soc* 2010; 69: 324-32.
- Drevon CA. Fatty acids and expression of adipokines. *Biochim Biophys Acta* 2005; 1740: 287-92.
- Zabetian-Targhi F, Mirzaei K, Keshavarz SA, Hossein-Nezhad A. Modulatory Role of Omentin-1 in Inflammation: Cytokines and Dietary Intake. *J Am Coll Nutr* 2016; 35: 670-8.
- Bienertová-Vašků J, Novák J, Zlámal F, Forejt M, Havlenová S, Jackowská A, et al. The prediction role of indexes of circulating adipokines for common anthropometric and nutritional characteristics of obesity in the obese Central European population. *Eat Behav* 2014; 15: 244-51.
- de Luis DA, Izaola O, Primo D, Aller R. Impact of 2 Different Hypocaloric Diets on Serum Omentin Levels in Obese Subjects. *Ann Nutr Metab* 2018; 73: 138-44.
- Kabiri A, Hosseinzadeh-Attar MJ, Haghghatdoost F, Eshraghian M, Esmailzadeh A. Impact of olive oil-rich diet on serum omentin and adiponectin levels: a randomized cross-over clinical trial among overweight women. *Int J Food Sci Nutr* 2017; 68: 560-8.
- Asghari G, Rezazadeh A, Hosseini-Esfahani F, Mehrabi Y, Mirmiran P, Azizi F. Reliability, comparative validity and stability of dietary patterns derived from an FFQ in the Tehran Lipid and Glucose Study. *Br J Nutr* 2012; 108: 1109-17.

26. Mirmiran P, Esfahani FH, Mehrabi Y, Hedayati M, Azizi F. Reliability and relative validity of an FFQ for nutrients in the Tehran lipid and glucose study. *Public Health Nutr* 2010; 13: 654-62.
27. Livak KJ, Schmittgen TD. Analysis of relative gene expression data using real-time quantitative PCR and the 2(-Delta Delta C(T)) method. *Methods* 2001; 25: 402-8.
28. Tan BK, Adya R, Farhatullah S, Lewandowski KC, O'Hare P, Lehnert H, et al. Omentin-1, a novel adipokine, is decreased in overweight insulin-resistant women with polycystic ovary syndrome: ex vivo and in vivo regulation of omentin-1 by insulin and glucose. *Diabetes* 2008; 57: 801-8.
29. Moreno-Navarrete JM, Catalan V, Ortega F, Gomez-Ambrosi J, Ricart W, Fruhbeck G, et al. Circulating omentin concentration increases after weight loss. *Nutr Metab (Lond)* 2010; 7: 27.
30. Lesná J, Tichá A, Hyspler R, Musil F, Bláha V, Sobotka L, et al. Omentin-1 plasma levels and cholesterol metabolism in obese patients with diabetes mellitus type 1: impact of weight reduction. *Nutrition & Diabetes* 2015; 5: e183.
31. de Souza Batista CM, Yang RZ, Lee MJ, Glynn NM, Yu DZ, Pray J, et al. Omentin plasma levels and gene expression are decreased in obesity. *Diabetes* 2007; 56:1655-61.
32. Wei X, Wei S, Kong Y, Tian S, Wang W, Jiang H. Association of serum omentin and adiponectin levels with the occurrence of liver cirrhosis. *Int J Clin Exp Med* 2017; 5011-9.
33. Matsubara M, Maruoka S, Katayose S. Decreased plasma adiponectin concentrations in women with dyslipidemia. *J Clin Endocrinol Metab* 2002; 87: 2764-9.
34. McLaughlin T, Abbasi F, Kim HS, Lamendola C, Schaaaf P, Reaven G. Relationship between insulin resistance, weight loss, and coronary heart disease risk in healthy, obese women. *Metabolism* 2001; 50: 795-800.
35. Tschritter O, Fritsche A, Thamer C, Haap M, Shirkavand F, Rahe S, et al. Plasma adiponectin concentrations predict insulin sensitivity of both glucose and lipid metabolism. *Diabetes* 2003; 52: 239-43.
36. Weyer C, Funahashi T, Tanaka S, Hotta K, Matsuzawa Y, Pratley RE, et al. Hypoadiponectinemia in obesity and type 2 diabetes: close association with insulin resistance and hyperinsulinemia. *J Clin Endocrinol Metab* 2001; 86: 1930-5.
37. Yamauchi T, Kamon J, Waki H, Terauchi Y, Kubota N, Hara K, et al. The fat-derived hormone adiponectin reverses insulin resistance associated with both lipodystrophy and obesity. *Nat Med* 2001; 7: 941-6.
38. Zoccali C, Mallamaci F, Tripepi G, Benedetto FA, Cutrupi S, Parlongo S, et al. Adiponectin, metabolic risk factors, and cardiovascular events among patients with end-stage renal disease. *J Am Soc Nephrol* 2002; 13: 134-41.
39. Fernández-Real J-M, Vendrell J, Ricart W. Circulating Adiponectin and Plasma Fatty Acid Profile. *Clin Chem* 2005; 51: 603-9.
40. Santos S, Oliveira A, Pinho C, Casal S, Lopes C. Fatty acids derived from a food frequency questionnaire and measured in the erythrocyte membrane in relation to adiponectin and leptin concentrations. *Eur J Clin Nutr* 2014; 68: 555-60.
41. Yang RZ, Lee MJ, Hu H, Pray J, Wu HB, Hansen BC, et al. Identification of omentin as a novel depot-specific adipokine in human adipose tissue: possible role in modulating insulin action. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2006; 53: E1253-61.
42. Pan HY, Guo L, Li Q. Changes of serum omentin-1 levels in normal subjects and in patients with impaired glucose regulation and with newly diagnosed and untreated type 2 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract* 2010; 88: 29-33.
43. Yoo HJ, Hwang SY, Hong HC, Choi HY, Yang SJ, Seo JA, et al. Association of circulating omentin-1 level with arterial stiffness and carotid plaque in type 2 diabetes. *Cardiovasc Diabetol* 2011; 10: 103.
44. Eating Disorders; Researchers at Xiangya Hospital Target Anorexia. *Mental Health Weekly Digest*. 2013 11/18/2013 Nov 18.
45. Gobek K, Ostrowska Z, Ziora K, Owięcimska J, Swiętochowska E, Marek B, et al. Association between omentin-1, bone metabolism markers, and cytokines of the RANKL/RANK/OPG system in girls with anorexia nervosa. *Endokrynol Pol* 2015; 66: 514-20.
46. Oświecimska J, Suwała A, Świątochowska E, Ostrowska Z, Gorczyca P, Ziora-Jakutowicz K, et al. Serum omentin levels in adolescent girls with anorexia nervosa and obesity. *Physiol Res* 2015; 64: 701-9.
47. Enzenbach C, Kroger J, Zietemann V, Jansen EH, Fritsche A, Doring F, et al. Erythrocyte membrane phospholipid polyunsaturated fatty acids are related to plasma C-reactive protein and adiponectin in middle-aged German women and men. *Eur J Nutr* 2011; 50: 625-36.
48. Simopoulos AP. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomed Pharmacother* 2002; 56: 365-79.
49. Tulk HM, Robinson LE. Modifying the n-6/n-3 polyunsaturated fatty acid ratio of a high-saturated fat challenge does not acutely attenuate postprandial changes in inflammatory markers in men with metabolic syndrome. *Metabolism* 2009; 58: 1709-16.
50. Nelson TL, Hickey MS. Acute changes in dietary omega-3 fatty acid intake lowers soluble interleukin-6 receptor in healthy adult normal weight and overweight males. *Cytokine* 2004; 26: 195-201.
51. Wang S, Wu D, Matthan NR, Lamon-Fava S, Lecker JL, Lichtenstein AH. Reduction in dietary omega-6 polyunsaturated fatty acids: eicosapentaenoic acid plus docosahexaenoic acid ratio minimizes atherosclerotic lesion formation and inflammatory response in the LDL receptor null mouse. *Atherosclerosis* 2009; 204: 147-55.
52. Farivar F, Heshmat R, Azemati B, Abbaszadeh Ahranjani S, Keshtkar A, Sheykholeslam R, et al. Understanding Knowledge about, General Attitudes toward and Practice of Nutrition Behavior in the Iranian Population. *Iranian Journal of Epidemiology* 2009; 5: 11-8.
53. James M. Measured lives: the rise of assessment as the engine of change in English schools. *The Curriculum Journal* 2000; 11: 343-64.
54. Shulman GI. Cellular mechanisms of insulin resistance. *J Clin Invest* 2000; 106: 171-6.
55. Gordon ES. Non-Esterified Fatty Acids in the Blood of Obese and Lean Subjects. *The American Journal of Clinical Nutrition* 1960; 8: 740-7.
56. Simopoulos AP. The Importance of the Omega-6/Omega-3 Fatty Acid Ratio in Cardiovascular Disease and Other Chronic Diseases. *Exp Biol Med* 2008; 233: 674-88.
57. Kalogeropoulos N, Panagiotakos DB, Pitsavos C, Chrysohou C, Rousinou G, Toutouza M, et al. Unsaturated fatty acids are inversely associated and n-6/n-3 ratios are positively related to inflammation and coagulation markers in plasma of apparently healthy adults. *Clin Chim Acta* 2010; 411: 584-91.

58. Liu HQ, Qiu Y, Mu Y, Zhang XJ, Liu L, Hou XH, et al. A high ratio of dietary n-3/n-6 polyunsaturated fatty acids improves obesity-linked inflammation and insulin resistance through suppressing activation of TLR4 in SD rats. *Nutr Res* 2013; 33: 849-58.
59. Jump DB. Fatty acid regulation of gene transcription. *Crit Rev Clin Lab Sci* 2004; 41: 41-78.
60. Krey G, Braissant O, L'Horset F, Kalkhoven E, Perroud M, Parker MG, et al. Fatty acids, eicosanoids, and hypolipidemic agents identified as ligands of peroxisome proliferator-activated receptors by coactivator-dependent receptor ligand assay. *Mol Endocrinol* 1997; 11: 779-91.
61. Kliewer SA, Sundseth SS, Jones SA, Brown PJ, Wisely GB, Koble CS, et al. Fatty acids and eicosanoids regulate gene expression through direct interactions with peroxisome proliferator-activated receptors alpha and gamma. *Proc Natl Acad Sci U S A* 1997; 94: 4318-23.
62. Mersmann HJ, Ding S-T. Fatty acids modulate porcine adipocyte differentiation and transcripts for transcription factors and adipocyte-characteristic proteins*. *J Nutr Biochem* 2001; 12: 101-8.
63. Drevon CA. Fatty acids and expression of adipokines. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Basis of Disease* 2005; 1740: 287-92.
64. Usenko TS, Miroshnikova VV, Bazhenova EA, Nikolaev MA, Brovin DL, Kopytova AE, et al. ITLN1, PPARg AND TNFa GENE EXPRESSION IN VISCERAL ADIPOSE TISSUE. *Tsitologiya* 2017; 59: 27-33.
65. Martin H. Role of PPAR-gamma in inflammation. Prospects for therapeutic intervention by food components. *Mutat Res* 2010; 690: 57-63.
66. Massaro M, Carluccio MA, Paolicchi A, Bosetti F, Solani G, De Caterina R. Mechanisms for reduction of endothelial activation by oleate: inhibition of nuclear factor-kappaB through antioxidant effects. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids* 2002; 67: 175-81.

Original Article

The Association of Omentin Gene Expression in Visceral and Subcutaneous Adipose Tissues with Plasma Fatty Acids Profile and Dietary Fatty Acids

Nosrati-Oskouie M¹, Safarian M², Yuzbashian E³, Asghari G³, Zarkesh M⁴, Aghili-Moghaddam NS⁵, Hedayati M⁴, Mirmiran P^{3,6}, Khalaj A⁷

¹Student Research Committee, Department of Clinical Nutrition and Dietetics, Faculty of Nutrition Sciences and Food Technology, National Nutrition and Food Technology Research Institute, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran, ²Metabolic Syndrome Research Center, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran, ³Nutrition and Endocrine Research Center, Research Institute for Endocrine Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran, ⁴Cellular and Molecular Endocrine Research Center, Research Institute for Endocrine Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran, ⁵Student Research Committee, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran, ⁶Department of Clinical Nutrition and Dietetics, Faculty of Nutrition Sciences and Food Technology, National Nutrition and Food Technology Research Institute, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran, ⁷Tehran Obesity Treatment Center, Department of Surgery, Shahed University, Tehran, I.R. Iran

e-mail: mirmiran@endocrine.ac.ir

Received: 18/08/2019 Accepted: 16/09/2019

Abstract

Introduction: Omentin, an adipokine, with anti-inflammatory effects reduces insulin resistance, and can hence, play an important role in prevention of cardiovascular disease and diabetes. The present study aimed to investigate the association of plasma and dietary fatty acids with gene expression of omentin in visceral and subcutaneous adipose tissues. **Materials and Methods:** Visceral and subcutaneous adipose tissues and fasting blood samples were obtained from 50 obese and 47 non-obese participants, who had undergone elective abdominal surgery. Dietary intakes were assessed using a food frequency questionnaire. Relative gene expression of omentin in visceral and subcutaneous adipose tissues was measured by Real-Time PCR and plasma fatty acids were measured using gas chromatography. **Results:** Omentin gene expression in visceral adipose tissue was higher in non-obese participants, compared to obese ones; however, no difference was found in subcutaneous adipose tissue. A significant direct association was observed between omentin gene expression in visceral adipose tissue with dietary monounsaturated fatty acid (MUFA) ($P=0.011$, $\beta=0.394$) in obese subjects and the plasma omega 6: omega 3 ratio ($P=0.029$, $\beta=0.385$) in non-obese subjects after adjustment for confounders. No association was observed between omentin gene expression in subcutaneous adipose tissue and plasma and dietary fatty acids. **Conclusion:** Dietary intakes of MUFA in obese participants and plasma omega 6: omega 3 ratio in non-obese ones were directly associated with omentin gene expression in visceral adipose tissue. Therefore, higher omentin gene expression by increasing dietary MUFA may be related to improvement of obesity and its associated comorbidities.

Keywords: Omentin, Saturated fatty acids, Monounsaturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, Omega-6: Omega-3 ratio, Visceral adipose tissue, Subcutaneous adipose tissue