مقاله پژوهشی
مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان
دوره ۱۷، مرداد ۱۳۹۷، ۴۳۴-۴۲۱

تأثیر هشت هفته تمرینات پیلاتس بر پروتئین واکنش‌گر C، مقاومت به انسولین و ترکیب بدنی زنان میانسال چاق

سیروان آتشک[1]

دریافت مقاله: ۹۶/۹/۵ ارسال مقاله به نویسنده جهت اصلاح: ۹۶/۱۱/۱۱ دریافت اصلاحیه از نویسنده: ۹۷/۳/۵ پذیرش مقاله: ۹۷/۳/۶

چکیده

زمینه و هدف: چاقی باعث افزایش شاخص‌های التهابی و ایجاد مقاومت به انسولین می‌شود و انجام تمرینات ورزشی منظم در بهبود این شاخص‌ها مؤثر است. لذا در پژوهش حاضر، اثر هشت هفته تمرینات پیلاتس بر واکنش‌گر C (C-reactive protein; CRP)، مقاومت به انسولین و ترکیب بدنی زنان میانسال چاق بررسی شده است.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه کارآزمایی بالینی تصادفی شده، ۲۰ زن میانسال چاق به صورت تصادفی به دو گروه کنترل و آزمون تقسیم شدند. گروه آزمون در برنامه تمرینات پیلاتس به مدت هشت هفته (سه جلسه در هفته و هر جلسه ۶۰ دقیقه) شرکت کردند و گروه کنترل، فعالیت ورزشی خاصی انجام ندادند. در کلیه آزمودنی‌ها، شاخص‌های ترکیب بدن شامل وزن، درصد چربی بدن، شاخص توده بدنی، محیط کمر و لگن، نسبت دور کمر به لگن، مقاومت به انسولین (Homeostasis model assessment of insulin resistance; HOMA-IR) و CRP پیش و پس از دوره تمرین ارزیابی شد. داده ها با استفاده از آزمون‌های آماری t مستقل و t زوجی تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها: هشت هفته تمرینات پیلاتس باعث کاهش شاخص‌های درصد چربی بدن، وزن و شاخص توده بدنی در گروه آزمون شد ($p<۰/۰۵$). به‌علاوه، بهبود معنی‌دار در شاخص HOMA-IR بعد از تمرینات در گروه آزمون ($p=۰/۰۱۹$) مشاهده شد. هم‌چنین غلظت CRP در گروه آزمون ($p=۰/۰۰۷$) در مقایسه با گروه کنترل ($p=۰/۵۳۴$) پس از انجام تمرینات پیلاتس به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد.

نتیجه‌گیری: یافته‌ها نشان داد که تمرینات پیلاتس باعث بهبود ترکیب بدن، مقاومت به انسولین و شاخص‌های التهابی در زنان میانسال چاق می‌شود.

واژه‌های کلیدی: ترکیب بدن، پروتئین واکنش‌گر C، مقاومت به انسولین، چاقی، تمرینات پیلاتس، زنان

۱- دانشیار گروه آموزشی فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم انسانی، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران
تلفن: ۲۴۴۵۵۹۷-۰۴۴۴، دورنگار: ۲۳۳۶۰۰۰-۰۴۴۴، پست الکترونیک: s.atashak@iau-mahabad.ac.ir

مقدمه

چاقی و اضافه وزن به عنوان یک بیماری متابولیک مزمن، به یکی از چالش‌های اصلی بهداشت عمومی در سراسر جهان در قرن حاضر تبدیل شده است [۱] و علی‌رغم هشدارهای جهانی و افزایش آگاهی از عوارض و مضررات آن، شواهد حاکی از افزایش قابل ملاحظه شیوع چاقی و اضافه وزن در جهان می‌باشد [۲]. به‌علاوه افزایش شیوع چاقی منجر به افزایش پیشرونده در شیوع بیماری‌های قلبی عروقی در جامعه شده است [۴-۳]، به‌طوری‌که امروزه بیماری‌های قلبی عروقی تقریباً نزدیک به ۲۵ درصد از مرگ و میرها را در جهان به خود اختصاص می‌دهند [۳]. لذا شناسایی و شناخت عوامل مؤثر در پیدایش بیماری‌های قلبی عروقی و کنترل آن‌ها می‌تواند نقش مهمی در پیش‌گیری از پیشرفت بیماری و کاهش هزینه‌های درمانی برخوردار باشد [۵].

در این بین، مطالعات بالینی بیانگر آن است که التهاب مزمن نقش مهمی در بروز عوارض ناشی از چاقی و پاتوژنز بیماری‌های قلبی عروقی بازی می‌کند [۷-۶]. پروتئین واکنش‌گر C (C-reactive protein; CRP)، یکی از زیست نشان‌گرهای غیرتخصصی التهاب بوده [۸]، که مستقل از سایر عوامل خطر سنتی به عنوان پیش‌بینی کننده حوادث قلبی عروقی به‌ویژه در زنان معرفی شده است [۹]، و شواهد نشان می دهد که سطوح خونی CRP در افراد چاق بالاتر از افراد معمولی است [۱۰].

مقاومت به انسولین عامل مهم دیگری است که در توسعه بیماری‌های قلبی عروقی دخیل بوده [۷] که در آن میزان پاسخ‌دهی بافت‌های بدن به مقادیر انسولین، کمتر از حالت طبیعی می‌باشد [۱۱] و گزارشات علمی نشان می‌دهد که در افراد دارای اضافه وزن و کم تحرک این وضعیت متابولیکی شیوع بالایی دارد [۱۲]. مشخص شده است که چاقی توسط مکانیسم‌های مختلف از جمله مکانیسم‌های اندوکرینی، التهابی و مکانیسم داخل سلولی سبب القاء مقاومت به انسولین می‌گردد [۱۳].

با این حال، پیشنهاد شده است که انجام فعالیت‌های ورزشی می‌تواند خطر ابتلاء به بیماری‌های مزمن از قبیل بیماری‌های قلبی-عروقی را کاهش دهد [۱۴]. به طوری‌که اخیراً Melo و همکاران در مطالعه خود به اثربخشی و اثرات ضد التهابی فعالیت‌های ورزشی در اصلاح سطوح CRP و سایتوکین‌های دیگر اذعان داشته است [۱۵]. با این حال علی‌رغم این‌که تحقیقات فراوانی در رابطه با اثرات روش‌های تمرینات سنتی بر شاخص-های التهابی و مقاومت به انسولین وجود دارد، مطالعات محدودی در رابطه با دیگر شیوه‌های تمرین بر روی این شاخص‌ها وجود دارد [۱۶]. یکی از ورزش‌هایی که به تازگی مورد توجه پژوهش‌گران علوم ورزشی قرار گرفته است و در حال فراگیر شدن است، تمرینات پیلاتس است [۱۷]. پیلاتس یک روش ترکیبی جامع از کشش و تقویت عضلات می‌باشد [۱۸] که با تمرکز ذهنی و تأکید بر ریتم تنفس، به تقویت عضلات عمقی می‌پردازد و با تأکید بر استفاده از مغز در کنترل عضلات بدن

قدرت و استقامت تمام اعضای بدن را با کم‌ترین آسیب دیدگی افزایش می دهد [۱۹]. علی‌رغم وجود برخی تحقیقات متناقض [۱۶]، اغلب مطالعات صورت گرفته در سال‌های اخیر بیان‌گر نقش مهم تمرینات پیلاتس در بهبود آمادگی جسمانی [۲۰]، ترکیب بدنی [۱۸]، مقاومت به انسولین [۱۹]، اختلالات متابولیکی [۲۱] و شاخص‌های التهابی [۲۲] است.

لذا با توجه به تغییر شیوه زندگی افراد و افزایش شیوع چاقی و پیامدهای ناشی از آن [۱] تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر هشت هفته تمرینات پیلاتس بر برخی از عوامل خطرزای بیماری‌های قلبی- عروقی در زنان میانسال چاق صورت پذیرفت.

مواد و روش ها

پژوهش حاضر از نوع کارآزمایی بالینی تصادفی شده با طرح پیش آزمون-پس آزمون و کد ثبتی IRCT20120806010512N8 در سایت ایرانی کارآزمایی‌های بالینی بود. جامعه آماری تحقیق حاضر شامل کلیه زنان میانسال (دامنه سنی ۵۰-۳۵ سال) چاق شهرستان مهاباد بود که پس از کسب مجوز کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه آزاد اسلامی مهاباد و بعد از اعلان فراخوان عمومی و اطلاع رسانی به صورت هدفمند از بین ۳۵ فرد داوطلب، ۲۰ زن میانسال چاق که واجد شرایط ورود به مطالعه بودند (معیارهای ورود شامل: دارا بودن نمایه توده بدنی برابر یا بالاتر از ۳۰ کیلوگرم/متر مربع، عدم شرکت در فعالیت‌های ورزشی منظم در طی ۶ ماه قبل از شروع تحقیق، و فاقد هرگونه بیماری‌های مزمن بر اساس پرسش‌نامه سلامت زنان [۲۳]) در زمستان ۱۳۹۵ برگزیده و پس از تکمیل پرسش‌نامه سلامت و اخذ رضایت‌نامه شخصی و پس از یکسان سازی گروه‌ها از نظر نمایه توده بدنی، افراد منتخب به طور تصادفی ساده (پرتاب سکه) در دو گروه کنترل و آزمون قرار گرفتند. لازم به ذکر است حجم نمونه در پژوهش حاضر با توجه به در دسترس بودن آزمودنی‌ها و با استناد به پیشینه تحقیقات قبلی [۲۴-۱۹] و هم‌چنین با استفاده از فرمول تعیین حجم نمونه که در آن با ضریب اطمینان ۹۵ درصد (z=۱/۹۶)، حاشیه خطای (d) ۵ درصد± و انحراف استاندارد ۰/۸ مربوط به مطالعات قبلی در شاخص CRP قرار داده شد، تعداد ۱۰ نفر در هر گروه محاسبه شد.

گروه آزمون در مدت پژوهش به اجرای تمرینات ورزشی طراحی شده توسط محقق در سالن آمادگی جسمانی دانشگاه آزاد اسلامی مهاباد پرداخته، در حالی- که از گروه کنترل خواسته شد که بدون انجام فعالیت بدنی به انجام فعالیت‌های معمولی و روزانه خود بپردازند. آزمودنی‌ها از اهداف، فواید و خطرات احتمالی طرح آزمایش مطلع شده و فرم رضایت‌نامه را قبل از شروع کار تکمیل نمودند. شرایط خروج از مطالعه نیز شامل: عدم شرکت منظم در جلسات تمرین، اعتیاد به هرگونه مواد مخدر، مصرف هرگونه داروی مؤثر بر نتایج آزمایشگاهی (از قبیل متفورمین، تولازامید، آکاربوز و سایر داروهای اثرگذار بر قند خون)، و داروهای نیروزا و نیز چربی سوز (از قبیل ال-کارنتین، هیدروکسی کات و

انواع مکمل های کافئین دار و ونوستات) بود. لازم به ذکر است آزمودنی‌ها کاملاً به صورت داوطلبانه در مطالعه شرکت نموده و اجازه داشتند در هر زمان که بخواهند از ادامه تمرینات انصراف داده و از مطالعه خارج شوند.

برای اندازه‌گیری شاخص‌های تن سنجی و ترکیب بدن به ترتیب وزن در حالتی که آزمودنی‌ها با حداقل لباس و بدون کفش بوده با دقت ۰/۱ کیلوگرم و با استفاده از دستگاه دیجیتالی سکا (مدل ۲۲۰، ساخت کشور آلمان)، و قد آزمودنی‌ها در حالت ایستاده و با دقت ۰/۱ سانی متر با استفاده از همین دستگاه اندازه-گیری شد. نمایه توده بدنی از طریق تقسیم وزن بدن (کیلوگرم) بر مجذور قد (متر مربع) محاسبه شد. هم-چنین دور کمر و دور لگن با متر نواری اندازه‌گیری شد، سپس نسبت دور کمر به لگن (Waist to hip ratio; WHR) تعیین گردید [۲۵]. به‌علاوه، درصد چربی بدن با استفاده از کالیپر یاگامی ساخت کشور ژاپن (با دقت ۱ میلی متر) و از طریق اندازه‌گیری ضخامت چربی زیر جلدی در سه ناحیه از بدن (شکم، سه سر بازو و فوق خاصره) و با استفاده از معادله Jackson و Pollock محاسبه شد [۲۶]. لازم به ذکر است که تمام اندازه-گیری ها یک بار قبل از شروع تمرینات و یک بار بعد از پایان تمرینات (در روز نمونه‌گیری خونی و بعد از ۱۲-۱۰ ساعت ناشتایی شبانه) و توسط مربی رسمی و مجرب خانم انجام شد.

پروتکل تمرینات مورد استفاده در پژوهش حاضر قبلاً در مطالعات دیگر مورد استفاده قرار گرفته بود [۲۱-۱۷]. برنامه تمرینات پیلاتس شامل ۶۰ دقیقه فعالیت با تواتر سه جلسه در هفته و به مدت هشت هفته در سالن آمادگی جسمانی و بدن‌سازی دانشگاه آزاد اسلامی مهاباد انجام شد. بدین ترتیب که در برنامه هر جلسه ابتدا ده دقیقه حرکات کششی ساده به منظور گرم کردن و پس از آن هدف اصلی برنامه شامل انجام حرکات کششی، قدرتی، تعادلی و هماهنگی عصبی-عضلانی بوده (۴۰ دقیقه) و ده دقیقه پایانی حرکات کششی ساده به منظور سرد کردن انجام می‌پذیرفت. تمامی برنامه تمرینی در سه وضعیت ایستاده، نشسته، خوابیده و بدون نیاز به تجهیزات خاصی بر روی تشک انجام شد. شدت برنامه تمرینی در مطالعه حاضر با استفاده از حداکثر ضربان قلب ذخیره Karvonen مطابق فرمول ذیل محاسبه و کنترل شد [۲۷]:

[درصد شدت تمرین مورد نظر × (ضربان قلب استراحت - ضربان قلب بیشینه)]+ ضربان قلب استراحت = ضربان قلب هدف

در این معادله، حداکثر ضربان قلب بیشینه، حاصل تفریق سن (سال) از عدد ثابت ۲۲۰ است.

شدت تمرینات به منظور رعایت اصل اضافه بار و جهت ایجاد سازگاری‌های مناسب‌تر به صورت پیش-رونده با شدت ۵۰ تا ۸۰ درصد حداکثر ضربان قلب هدف‌گذاری شد [۲۸]. تمام جلسات تمرینی توسط و

تحت نظر مربی رسمی خانم دارای گواهینامه از انجمن پیلاتس ایران انجام پذیرفت.

نمونه‌های خونی توسط یک کارشناس مجرب علوم آزمایشگاهی در دو مرحله یعنی پیش از شروع تمرینات و بعد از ۸ هفته تمرینات پیلاتس در حالت ناشتای ۱۰ الی ۱۲ ساعت و در فاصله ساعات ۸ تا ۱۰ صبح جمع-آوری شدند. به این ترتیب در مرحله اول خون‌گیری ابتدا از همه آزمودنی‌ها خواسته شد که ۲ روز قبل از اجرای برنامه تمرینی از انجام هرگونه فعالیت ورزشی سنگین پرهیز نمایند. روش اندازه‌گیری به این ترتیب بود که پس از ورود آزمودنی‌ها به محل آزمایشگاه، هر یک به مدت ۵ دقیقه بر روی صندلی نشسته سپس توسط تکنسین آزمایشگاه مقدار ۵ میلی‌لیتر خون از محل ورید پیش آرنجی آزمودنی‌ها با استفاده از سرنگ-های ۵ سی سی شرکت سها گرفته شد. سپس بخشی از نمونه خونی به شکل سرم (بخش جداشده پس از انعقاد نمونه خونی) با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ ساخت شرکت Hettich آلمان (۱۲ دقیقه با ۳۰۰۰ دور در هر دقیقه) جدا شده و بخشی دیگر به صورت پلاسما با افزودن ماده ضدانعقاد اتیلن دی آمین تترا استیک اسید (Ethylenediaminetetra-acetic.Acid; EDTA) (ساخت شرکت Merck کشور آلمان) جهت اندازه‌گیری سطح گلوکز خون تهیه گردید. بخشی از نمونه‌های تهیه شده به صورت سرمی جهت اندازه‌گیری CRP و انسولین سرمی تا زمان آزمایشات در فریزر ۸۰- درجه سانتی‌گراد (مدل ULT 6UX، ساخت آمریکا) نگه‌داری شد [۲۹]. پس از این مرحله، آزمودنی‌های گروه تمرین به مدت هشت هفته تحت تأثیر برنامه تمرینی قرار گرفتند و بعد از سپری شدن این مدت و گذشت ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین (برای جلوگیری از احتمال اثر حاد آخرین جلسه تمرین بر متغیرهای خونی) مجدداً از همه آزمودنی‌ها خواسته شد به محل آزمایشگاه مراجعه نمایند و مانند مرحله اول از آزمودنی‌ها خون‌گیری به عمل آمد. سپس سطوح پروتئین واکنش‌گر C با استفاده کیت انسانی Diagnostics Biochem کشور کانادا و روش الایزا اندازه‌گیری شد. ضریب تغییرات و حساسیت روش اندازه‌گیری CRP به ترتیب ۵/۷ درصد و ۸/۹ نانوگرم بر میلی‌لیتر بود. برای اندازه‌گیری گلوکز پلاسما از روش فتومتریک و از دستگاه اتوآنالایزر مدل BT-3000، ساخت کشور ایتالیا استفاده گردید. گلوکز خون با استفاده از کیت شرکت پارس آزمون و سطوح انسولین خون با روش الایزا و کیت انسانی Monobid آمریکا با حساسیت ۰/۴ میکرو واحد بین‌المللی بر میلی‌لیتر اندازه‌گیری شد. مقاومت به انسولین با روش ارزیابی مدل همئوستازی (Homeostasis model assessment of insulin resistance; HOMA-IR) و با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد [۳۰]:

$$\text{HOMA-IR} = \text{FBS (mmol/lit)} \times \text{insulin (microunit/lit)} / 22.5$$

تمام محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ انجام شد. در راستای تجزیه و تحلیل داده‌ها، ابتدا جهت اطمینان از توزیع طبیعی داده‌ها از آزمون ناپارامتری Kolmogorov-Smirnov استفاده شد. به‌علاوه، همگنی واریانس‌های دو گروه با استفاده از آزمون Levene مورد بررسی قرار گرفت. سپس برای تعیین و مقایسه تغییرات میانگین متغیرها در پیش آزمون و پس آزمون هر گروه از آزمون t زوجی استفاده شد که در ادامه، مقایسه اختلاف میانگین دو گروه (اختلافات بین گروهی) در پیش آزمون و پس آزمون با استفاده از آزمون t مستقل انجام شد. سطح معنی‌داری در آزمون‌ها ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج

میانگین و انحراف معیار شاخص‌های تن سنجی و ترکیب بدنی آزمودنی‌های دو گروه، به تفکیک قبل و بعد از اجرای تمرینات در جدول ۱ ارائه شده است. در ابتدا نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌ها (با استفاده از آزمون ناپارامتری Kolmogorov-Smirnov) بیان‌گر توزیع طبیعی داده‌ها در گروه‌های تحقیق بود ($p>۰/۰۵$). نتایج با استفاده از آزمون آماری t مستقل نشان داد که در ابتدای پژوهش تفاوت معنی‌دار در شاخص‌های مذکور در بین دو گروه وجود ندارد ($p>۰/۰۵$) و گروه‌ها از این نظر همگن بودند، در حالی‌که بین میانگین تغییرات شاخص‌های وزن ($p=۰/۰۰۹$)، نمایه توده بدنی ($p=۰/۰۱۸$) و درصد چربی بدن ($p=۰/۰۰۳$) پس از انجام تمرینات در بین دو گروه تفاوت معنی‌داری وجود دارد. به طوری‌که نتایج تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون آماری t زوجی نشان داد که میانگین این شاخص‌ها پس از هشت هفته اجرای تمرینات پیلاتس در گروه آزمون به طور معنی‌داری کاهش یافت ($p<۰/۰۵$)، در حالی‌که تغییرات این شاخص در گروه کنترل معنی‌دار نبود ($p>۰/۰۵$). هم‌چنین تفاوت معنی‌داری در سایر متغیرها در دو گروه مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$).

تغییر غلظت متغیرهای گلوکز، انسولین، مقاومت به انسولین (HOMA-IR) و پروتئین واکنش‌گر C (CRP) قبل و پس از انجام تمرینات ورزشی پیلاتس در دو گروه آزمون و کنترل در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از آزمون t مستقل بیان‌گر این است که علی‌رغم این‌که تفاوت معنی‌داری در غلظت شاخص‌های مورد نظر در مرحله قبل از اجرای تمرینات در بین دو گروه وجود ندارد ($p>۰/۰۵$)، با این حال، تفاوت معنی داری بین تغییرات شاخص های انسولین ($p=۰/۰۰۸$)، شاخص HOMA-IR ($p=۰/۰۱۶$) و هم‌چنین غلظت CRP ($p=۰/۰۰۴$) در بین دو گروه پس از ۸ هفته اجرای تمرینات ورزشی پیلاتس وجود دارد. بررسی داده‌ها در مراحل پیش و پس از آزمون با استفاده از آزمون آماری t زوجی بیان‌گر کاهش معنی دار انسولین ($p=۰/۰۱۷$)، HOMA-IR ($p=۰/۰۱۹$) و CRP($p=۰/۰۰۷$) در گروه تمرین بود (جدول۲).

جدول۱- میانگین و انحراف معیار شاخص‌های تن سنجی و ترکیب بدنی زنان چاق شهرستان مهاباد درگروه‌های آزمون و کنترل، قبل و پس از ۸ هفته تمرینات پیلاتس در سال ۱۳۹۵

متغیر	گروه آزمون (n=۱۰)			گروه کنترل (n=۱۱۰)					
	پیش آزمون	پس آزمون	ΔG	مقدار p	پیش آزمون	پس آزمون	ΔG	مقدار p1	مقدار p2
وزن (کیلوگرم)	۸۳/۷۶±۸/۳۵	۸۱/۸۰±۶/۹۴	-۱/۹۶±۲/۳۳	۰/۰۲۶	۷۶/۶۸±۸/۸۵	۷۹/۰۳±۹/۲۲	۰/۳۵±۰/۹۱	۰/۲۵۶	۰/۰۰۹
نمایه توده بدنی (کیلوگرم / متر مربع)	۳۰/۵۱±۲/۳۹	۲۹/۸۷±۱/۸۲	-۰/۶۲±۰/۸۵	۰/۰۴۷	۲۹/۲۶±۲/۹۶	۲۹/۴۰±۳/۱۵	۰/۱۳±۰/۳۵	۰/۲۵۳	۰/۰۱۸
درصد چربی بدن	۳۷/۱۳±۶/۵۹	۳۴/۶۵±۵/۴۸	-۲/۴۸±۶/۹۴	۰/۰۰۵	۳۴/۲۱±۶/۵۷	۳۴/۲۰±۶/۸۳	-۰/۰۱±۰/۸۳	۰/۹۵۶	۰/۰۰۳
محیط کمر (سانتی متر)	۹۱/۵۳±۵/۷۷	۹۰/۹۸±۵/۲۴	-۰/۵۵±۱/۱۰	۰/۱۴۹	۹۱/۶۴±۴/۶۸	۹۱/۶۷±۴/۶۰	۰/۰۳±۰/۵۱	۰/۸۵۸	۰/۱۴۹
محیط لگن (سانتی متر)	۹۹/۶۹±۶/۹۲	۹۹/۴۰±۶/۶۱	-۰/۲۵±۰/۶۰	۰/۲۲۶	۱۰۱/۳۱±۳/۰۴	۱۰۱/۴۸±۲/۶۰	۰/۱۷±۰/۶۲	۰/۴۱۵	۰/۱۴۶
نسبت دور کمر به لگن	۰/۹۲±۰/۰۵	۰/۹۱±۰/۰۵	-۰/۰۰±۰/۰۰	۰/۴۱۰	۰/۹۰±۰/۰۴	۰/۹۰±۰/۰۴	۰/۰۰±۰/۰۰	۰/۴۵۴	۰/۵۹۶

ΔG: میانگین و انحراف معیار تغییرات متغیرها، p<۰/۰۵ اختلاف معنی‌دار *p_1: تغییرات درون گروهی با استفاده از آزمون t زوجی.*

p_2: مقایسه میانگین تغییرات متغیرها، در بین دو گروه کنترل و آزمون با استفاده از آزمون t مستقل.

جدول۲- میانگین و انحراف معیار شاخص‌های مقاومت به انسولین و CRP زنان چاق شهرستان مهاباد در گروه‌های آزمون و کنترل، قبل و پس از ۸ هفته تمرینات پیلاتس در سال ۱۳۹۵

متغیر	گروه آزمون (n=۱۰)			گروه کنترل (n=۱۱۰)					
	پیش آزمون	پس آزمون	ΔG	مقدار p	پیش آزمون	پس آزمون	ΔG	مقدار p1	مقدار P2
گلوکز (میلی‌گرم/ دسی لیتر)	۹۴/۷۷±۱۰/۸۰	۹۳/۸۲±۹/۹۱	-۰/۹۵±۱/۷۷	۰/۱۲۳	۹۳/۱۲±۱۱/۰۶	۹۲/۱۱±۱۰/۴۱	-۱/۰۱±۱/۹۲	۰/۱۳۱	۰/۹۴۶
انسولین (میکروگرم/لیتر)	۱۴/۳۷±۲/۶۶	۱۲/۷۷±۱/۹۲	-۱/۶۰±۱/۷۳	۰/۰۱۷	۱۳/۲۴±۳/۵۱	۱۳/۲۸±۳/۵۴	۰/۰۳±۰/۲۳	۰/۶۲۷	۰/۰۰۸
شاخص HOMA-IR	۳/۴۳±۰/۹۹	۲/۹۹±۰/۶۶	-۰/۴۴±۰/۴۸	۰/۰۱۹	۳/۱۲±۱/۱۲	۳/۰۹±۱/۱۱	-۰/۰۲±۰/۰۶	۰/۲۴۲	۰/۰۱۶
CRP (نانوگرم/میلی‌لیتر)	۱۹۹۷/۹۶±۳۹۰/۴۴	۱۷۳۸/۱۹±۴۸۶/۱۱	-۲۵۹/۷۷±۲۵۶/۴۳	۰/۰۰۷	۱۸۷۴/۴۷±۴۱۸/۷۰	۱۸۸۵/۳۹±۳۹۶/۳۱	۱۰/۹۲±۵۳/۴۳	۰/۵۳۴	۰/۰۰۴

ΔG: میانگین و انحراف معیار تغییرات متغیرها، p<۰/۰۵اختلاف معنی‌دار *p_1: تغییرات درون گروهی با استفاده از آزمون t زوجی.*

p_2: مقایسه میانگین تغییرات متغیرها، در بین دو گروه کنترل و آزمون با استفاده از آزمون t مستقل.

بحث

در تحقیق حاضر اثر هشت هفته تمرینات پیلاتس بر برخی از عوامل خطرزای بیماری‌های قلبی عروقی از قبیل CRP، مقاومت به انسولین و ترکیب بدنی زنان میانسال چاق مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج تحقیق، تمرینات پیلاتس باعث بهبود معنی‌دار شاخص‌های ترکیب بدنی نمایه توده بدنی، وزن و درصد چربی بدن زنان چاق شد. در واقع Joseph Pilates به عنوان مبتکر تمرینات پیلاتس، این شیوه تمرینات که با استفاده از ترکیبی از تقویت عضلانی، کشش و تنفس جهت بهبود عضلات تنه و بازیابی تعادل عضلانی انجام می شود را روش منحصر به-فردی برای آمادگی جسمانی و بهبود ترکیب بدن معرفی کرده است [۳۱] و بر اساس گزارشات حاصل از مطالعه Olson و همکاران به نظر می‌رسد که انجام تمرینات منظم پیلاتس از طریق افزایش انرژی مصرفی می‌تواند محرک مناسبی برای بهبود ترکیب بدن و کاهش شاخص‌های آن باشد [۳۲]. در راستای یافته‌های مطالعه حاضر، Amirsasan و همکاران مشاهده کردند که انجام تمرینات پیلاتس در زنان غیرورزشکار دارای اضافه وزن باعث کاهش شاخص‌های ترکیب بدنی نمایه توده بدنی و درصد چربی بدنی خواهد شد [۳۳]. به طور مشابه، Savkin و همکارش اثرات مؤثر شیوه جدید تمرینات پیلاتس را برای کاهش چاقی و بهبود پارامترهای ترکیب بدن در زنان چاق و دارای اضافه وزن کم تحرک گزارش دادند [۳۴].

با این حال در تضاد با یافته‌های پژوهش حاضر، برخی دیگر از محققان تغییرات معنی‌دار را در شاخص‌های آنتروپومتریک و ترکیب بدنی متعاقب تمرینات پیلاتس مشاهده نکردند [۳۶-۳۵]. از دلایل مغایرت یافته‌ها و توضیح احتمالی برای این تناقضات، می‌تواند شدت و تعداد جلسات کمتر تمرینی [۱۸] و هم‌چنین این نکته باشد که افراد با وزن طبیعی معمولاً تمایل به از دست دادن وزن با سرعت کمتری نسبت به افراد دارای اضافه وزن دارند [۳۶]. به طوری‌که شاید دلیل عدم تغییرات شاخص‌های ترکیب بدن متعاقب تمرینات پیلاتس در مطالعه Bergamin و همکاران به پایین‌تر بودن میانگین وزن و نمایه توده بدنی آزمودنی‌های شرکت کننده در مطالعه این محققان (به ترتیب ۶۵/۹۲ و ۲۵/۶۱) در مقایسه با تحقیق حاضر (به ترتیب ۸۳/۷۶ و ۳۰/۵۱) باشد [۳۵].

یکی دیگر از یافته‌های مهم مشاهده شده در پژوهش حاضر، کاهش معنی‌دار شاخص مقاومت به انسولین HOMA-IR پس از انجام هشت هفته تمرینات پیلاتس در زنان میانسال چاق بود. همسو با یافته پژوهش حاضر اخیراً Mir و همکارش گزارش دادند که انجام تمرینات پیلاتس منجر به کاهش معنی دار مقادیر انسولین و شاخص‌های مقاومت به انسولین در زنان چاق می‌شود [۱۹]. به طور مشابه، در تأیید یافته‌های حاضر گروه دیگری از محققان نیز کاهش معنی‌دار مقاومت به انسولین را متعاقب هشت هفته تمرینات پیلاتس در زنان مشاهده کردند [۱۷]. در رابطه با ساز و کار و مکانیزم‌های احتمالی، در حقیقت به خوبی نشان داده شده است که انجام تمرینات ورزشی از طریق بهبود جذب و انتقال گلوکز، و افزایش ظرفیت اکسایشی و تراکم میتوکندریایی عضلات باعث بهبود حساست به انسولین می‌شود [۳۷]، و به ویژه زمانی که تمرینات ورزشی همراه با بهبود معنی‌دار در ترکیب بدنی باشد، مقدار شاخص مقاومت به انسولین کاهش بیشتری

خواهد داشت [۳۸]. هم‌چنین برخی از مطالعات حاکی از این است که ورزش از طریق افزایش حامل گلوکز نوع ۴ (Glucose transporter 4; GLUT4) به درون سلول‌های عضلانی و سوبستراهای گیرنده انسولین و افزایش توده عضلانی، سبب افزایش پاسخ دهی بدن به انسولین شده [۱۹] و تمرینات ورزشی می‌تواند باعث بهبود کنترل گلایسمیک و متابولیسم سوبسترا در عضلات اسکلتی افراد دیابتی شود [۳۷].

با این حال، نتایج مطالعه خدادادی و همکاران در تضاد با یافته پژوهش حاضر حاکی از عدم تغییر معنی‌دار شاخص مقاومت به انسولین زنان دارای اضافه وزن بود [۳۹]. البته به نظر می‌رسد تناقض مطالعات، تحت تأثیر شدت تمرین و هم‌چنین تعداد جلسات تمرینی است. چرا که این محققان تنها اثر یک جلسه را بر شاخص مقاومت به انسولین مورد بررسی قرار داده‌اند و قطعاً این مدت زمان انجام تمرین نمی تواند زمان لازم برای ایجاد سازگاری و اثرگذاری تمرینات ورزشی باشد.

یکی دیگر از یافته‌های مهم مشاهده شده در پژوهش حاضر، کاهش معنی دار غلظت CRP، به عنوان یکی از شاخص‌های پیش‌گویی‌کننده بیماری‌های قلبی عروقی، بعد از هشت هفته اجرای تمرینات پیلاتس در زنان میانسال چاق بود. در این راستا مطالعات گذشته اثرات مثبت تمرینات ورزشی را بر برخی از شاخص‌های التهابی نشان داده‌اند، به طوری‌که پیشنهاد شده است که وجود ارتباط معکوس بین فعالیت‌های بدنی و خطر بیماری‌های قلبی- عروقی، ممکن است به‌وسیله بهبود شاخص‌های التهابی از قبیل CRP متعاقب تمرینات ورزشی قابل توجیه باشد [۴۰]. هم‌چنین اخیراً به اثربخشی و اثرات ضد التهابی فعالیت‌های ورزشی در اصلاح سطوح CRP و سایتوکین‌های دیگر اشاره شده و گزارش داده‌اند که فعالیت ورزشی منظم ممکن است التهاب مزمن درجه پایین را سرکوب کند [۱۵]. در راستای پژوهش حاضر، آقایی و همکاران گزارش دادند که ۱۲ هفته تمرینات پیلاتس باعث کاهش معنی دار سطوح CRP در زنان مسن می شود [۴۱]. هم‌چنین نتایج مطالعه گروه تحقیقاتی Pestana و همکاران مبنی بر بهبود ترکیب بدن و کاهش سطوح CRP در زنان چاق متعاقب تمرینات پیلاتس بر تأیید یافته پژوهش حاضر اذعان دارند [۲۲]. به‌علاوه گزارش شده است که مداخلات غیر دارویی از قبیل تمرینات پیلاتس و مکمل‌سازی دانه کرفس ممکن است از طریق سرکوب فرآیندهای التهابی باعث کاهش پروتئین واکنش‌گر C در زنان غیر فعال شود [۴۲].

با این حال در تضاد با یافته‌های ما در این پژوهش، برخی دیگر از محققان تغییر معنی داری در غلظت CRP پس از انجام شیوه‌های مختلف تمرینات ورزشی مشاهده نکردند. به طوری‌که پازوکی و همکاران گزارش دادند که اجرای یک دوره تمرینی به مدت شش هفته اثر معنی-داری بر سطوح پلاسمایی CRP ندارد [۲۴]. دلیل این اختلاف می‌تواند مربوط به نوع تمرینات و طول دوره مداخله تمرینی باشد، به طوری‌که اکثر مطالعاتی که کاهش CRP را نشان داده‌اند از برنامه‌های تمرینی با مدت زمان هشت هفته و بیشتر از آن استفاده کرده‌اند. هم-چنین Assarzade و همکاران نشان دادند که ۱۲ هفته تمرینات ترکیبی تأثیر معنی‌داری بر غلظت CRP، وزن و نمایه توده بدنی مردان غیر فعال ندارد [۴۳]، که به نظر می‌رسد دلیل این تناقض عدم تغییر شاخص‌های ترکیب

بدن بعد از تمرینات و رابطه بین تغییرات این شاخص‌ها با تغییرات CRP باشد، چرا که بر اساس نتایج حاصل از مطالعه Fedewa و همکاران، بهبود در سطوح CRP پس از انجام تمرینات ورزشی زمانی اتفاق می‌افتد که کاهش درصد چربی بدن و نمایه توده بدنی مشاهده شود [۴۴].

براساس پیشنهادات پژوهش‌های صورت گرفته، مکانیزم‌های احتمالی تأثیر تمرین ورزشی بر سطوح CRP، احتمالاً کاهش بافت چربی احشایی و زیرپوستی متعاقب انجام تمرینات ورزشی باشد، چرا که تولید این سایتوکین-ها در بافت چربی صورت می‌گیرد [۲۲]، و لذا نظر به این-که در مطالعه حاضر درصد چربی بدن بعد از تمرینات پیلاتس کاهش پیدا کرد پس می‌توان کاهش این بیومارکر را به کاهش درصد چربی بدن نسبت داد. هم‌چنین این احتمال وجود دارد که تمرینات ورزشی به طور مستقیم با کاهش تولید سایتوکین‌ها از بافت چربی، عضله، و سلول-های تک هسته‌ای و به طور غیرمستقیم با افزایش حساسیت انسولین و بهبود عملکرد اندوتلیال شاخص‌های التهابی را کاهش دهد [۲۸].

با این حال صرف‌نظر از برخی از محدودیت‌های پژوهش حاضر از قبیل حجم کم نمونه‌ها در هر گروه، عدم امکان کنترل هیجان‌ها و اضطراب در زمان اجرای تحقیق، یکی از محدودیت های اصلی پژوهش عدم ارزیابی و کنترل رژیم غذایی بود که این احتمال وجود دارد که به طور بالقوه بر نتایج مطالعه اثرگذار باشد و لذا پیشنهاد می‌شود که در پژوهش‌های بعدی رژیم غذایی تا حد امکان مورد ارزیابی و کنترل قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تمرینات پیلاتس باعث بهبود ترکیب بدن، مقاومت به انسولین و شاخص‌های التهابی در زنان میانسال چاق می‌شود و لذا می‌تواند در کاهش بروز بیماری‌های قلبی-عروقی در زنان چاق مؤثر واقع شود.

تشکر و قدردانی

نویسنده مقاله بدین‌وسیله مراتب تقدیر و تشکر خود را از همکاری کلیه آزمودنی‌های تحقیق و سرکار خانم موصلچی از مربیان ارزنده پیلاتس کشور که در اجرای پروتکل تمرین، محقق را یاری کردند اعلام می‌دارد.

References

[1]Bhupathiraju SN, Hu FB. Epidemiology of Obesity and Diabetes and Their Cardiovascular Complications. *Circ Res* 2016; 118(11): 1723-35.

[2]Bastien M, Poirier P, Lemieux I, Després J-P. Overview of epidemiology and contribution of obesity to cardiovascular disease. *Prog Cardiovasc Dis* 2014; 56(4): 369-81.

[3]Roth GA, Huffman MD, Moran AE, Feigin V, Mensah GA, Naghavi M, et al. Global and regional

[11] Wilcox G. Insulin and Insulin Resistance. *Clin Biochem Rev* 2005; 26(2): 19-39.

[12] Keshel TE, Coker RH. Exercise Training and Insulin Resistance: A Current Review. *J Obes Weight Loss Ther* 2015; 5(05): S5-003.

[13] Qatanani M, Lazar MA. Mechanisms of obesity-associated insulin resistance: many choices on the menu. *Genes Dev* 2007; 21(12): 1443-55.

[14] Kasapis C, Thompson PD. The effects of physical activity on serum C-reactive protein and inflammatory markers: a systematic review. *J Am Coll Cardiol* 2005; 45(10): 1563-9.

[15] Melo LC, Dativo-Medeiros J, Menezes-Silva CE, Barbosa FT, de Sousa-Rodrigues CF, Rabelo LA. Physical Exercise on Inflammatory Markers in Type 2 Diabetes Patients: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Oxid Med Cell Longev* 2017; 2017.

[16] Marinda F, Magda G, Ina S, Brandon S, Abel T, Goon DT. Effects of a mat pilates program on cardiometabolic parameters in elderly women. *Pak J Med Sci* 2013; 29(2): 500-4.

[17] Saremi A, Bahrami A, Jamilian M, Moazami Goodarzi. Effects of 8 weeks pilates training on anti-Mullerian hormone level and cardiometabolic parameters in polycystic ovary syndrome women. *Arak Medical University Journal (AMUJ)* 2014; 17(90): 59-69. [Farsi]

[18] Aladro-Gonzalvo AR, Machado-Díaz M, Moncada-Jiménez J, Hernández-Elizondo J, Araya-Vargas G. patterns in cardiovascular mortality from 1990 to 2013. *Circulation* 2015 27; 132(17): 1667-78.

[4]Dhana K, Berghout MA, Peeters A, Ikram MA, Tiemeier H, Hofman A, et al. Obesity in older adults and life expectancy with and without cardiovascular disease. *Int J Obes (Lond)* 2016; 40(10): 1535-40.

[5]Turk JR, Laughlin MH. Physical activity and atherosclerosis: which animal model? *Can J Appl Physiol* 2004; 29(5): 657-83.

[6]Bennett NR, Ferguson TS, Bennett FL, Tulloch-Reid MK, Younger-Coleman NOM, Jackson MD, et al. High-sensitivity C-reactive protein is related to central obesity and the number of metabolic syndrome components in Jamaican young adults. *Front Cardiovasc Med* 2014; 16(1): 12.

[7]Verit FF, Yildiz Zeyrek F, Zebitay AG, Akyol H. Cardiovascular risk may be increased in women with unexplained infertility. *Clin Exp Reprod Med* 2017; 44(1): 28-32.

[8]Dev N, Marcus SR. High sensitive C-reactive protein, an independent and early novel inflammatory marker in healthy obese women. *Biomedical Research* 2012; 23(1): 73-7.

[9]Yeh ET. High-sensitivity C-reactive protein as a risk assessment tool for cardiovascular disease. *Clin Cardiol* 2005; 28(9): 408-12.

[10] Visser M, Bouter LM, McQuillan GM, Wener MH, Harris TB. Elevated C-reactive protein levels in overweight and obese adults. *JAMA* 1999; 282(22): 2131-5.

The effect of Pilates exercises on body composition: a systematic review. *J Bodyw Mov Ther* 2012; 16(1): 109-14.

[19] Mir P, Mir Z. Effect of 8 weeks pilates exercise on plasma visfatin and insulin resistance index in obese women. *NVJ* 2016; 3(8): 1-12. [Farsi]

[20] Lim HS, Yoon S. The effects of Pilates exercise on cardiopulmonary function in the chronic stroke patients: a randomized controlled trials. *J Phys Ther Sci* 2017; 29(5): 959-63.

[21] Amirsasan R, Dolgarisharaf R. Pilates Training Preventive Effects of Metabolic Syndrome in Sedentary Overweight Females. *IJSS* 2015; 5(5): 596-602.

[22] Pestana S, Dida M, Netto M, Pestana CS, Pestana S, Schinoni V. Pilates versus resistance exercise on the serum levels of hs-CRP, in the abdominal circumference and body mass index (BMI) in elderly individuals. *Motricidade* 2016; 12(1): 128-40.

[23] Hunter M. The women's health questionnaire: a measure of mid-aged womens perceptions of their emotional and physical health. *Psychol Health* 1992; 7(1): 45-54.

[24] Pazoki AH, Choobineh S, Akbarnejad A. The Effect of Six Weeks Combined Training on Plasma Levels of Chemerin, Serum Amyloid A and C-reactive Proteine and Plasma Lipid in Obese Male. *Arak Medical University Journal* (*AMUJ*) 2016; 19(106): 1-11. [Farsi]

[25] de Koning L, Merchant AT, Pogue J, Anand SS. Waist circumference and waist-to-hip ratio as predictors of cardiovascular events: meta-regression analysis of prospective studies. *Eur Heart J* 2007; 28(7): 850–6.

[26] Jackson AS, Pollock ML, Ward A. Generalized equations for predicting body density of women. *Med Sci Sports Exerc* 1985; 12(3): 175-81.

[27] Karvonen M, Kentala K, Mustala O. The effects of training heart rate: a longitudinal study. *Ann Med Exp Biol Fenn* 1957; 35(1): 307-15.

[28] Atashak S. The effect of the eight-week progressive concurrent training on inflammatory index of cardiovascular disease predictor, and body composition in sedentary middle-age men. *Cardiovascular Nursing Journal* 2013; 2(3): 16-25. [Farsi].

[29] Atashak S, Stannard SR, Azizbeigi K. Cardiovascular risk factors adaptation to concurrent training in overweight sedentary middle-aged men. *J Sports Med Phys Fitness* 2016; 56(56): 624-30.

[30] Matthews D, Hosker J, Rudenski A, Naylor B, Treacher D, Turner R. Homeostasis model assessment: insulin resistance and β-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia* 1985; 28(7): 412-9.

[31] Pilates JH, Miller WJ. Pilates' Return to Life through contrology. New York, NY: JJ Augustin; 1945.

[32] Olson M, Williford H, Martin R, Ellis M, Woolen E, Esco M. The energy cost of a basic, intermediate, and advanced Pilates' mat workout. *Med Sci Sports Exerc* 2004; 36(5): S357.

[33] Amirsasan R, Nikookheslat S, Dolgari Sharaf R. Effect of Eight Weeks of Pilates Training on Some Physical Fitness Variables in Untrained Overweight Females. *J Rehab Med* 2017; 6(1): 192-200. [Farsi]

[34] Savkin R, Aslan UB. The Effect of Pilates Exercise on Body Composition in Sedentary Overweight and Obese Women. *J Sports Med Phys Fitness* 2016; 57(11): 1464-70.

[35] Bergamin M, Gobbo S, Bullo V, Zanotto T, Vendramin B, Duregon F, et al. Effects of a Pilates exercise program on muscle strength, postural control and body composition: results from a pilot study in a group of post-menopausal women. *Age (Dordr)* 2015; 37(6): 118.

[36] Sekendiz B, Altun O, Korkusuz F, Akin S. Effects of Pilates exercise on trunk strength, endurance and flexibility in sedentary adult females. *J Bodyw Mov Ther* 2007; 11(4): 318-26.

[37] Pesta DH, Goncalves RL, Madiraju AK, Strasser B, Sparks LM. Resistance training to improve type 2 diabetes: working toward a prescription for the future. *Nutr Metab* 2017; 14(1): 24.

[38] Jenkins NT, Hagberg JM. Aerobic training effects on glucose tolerance in prediabetic and normoglycemic humans. *Med Sci Sports Exerc* 2011; 43 (12): 2231-40.

[39] Khodadadi H, Rajabi H, Seyyed Reza Attarzadeh S R, Abbasian S. The Effect of High Intensity Interval Training (HIIT) and Pilates on Levels of Irisin and Insulin Resistance in Overweight Women. *Iran J Endocrinol Metab* 2014; 16(3): 190-6. [Farsi]

[40] Mora S, Cook N, Buring JE, Ridker PM, Lee IM. Physical activity and reduced risk of cardiovascular events: potential mediating mechanisms. *Circulation* 2007; 116(19): 2110-8.

[41] Aghaei F, Gaeini AA, Nikbakht H. The effect of 12-week pilates-based exercise on levels of hs-CRP and some functional factors of elderly females. *IJCLS* 2014; 4(11): 10525-8.

[42] Habibian M, Farzanegi P, Sadat Tabar Bisheh SM. The Combined Effects of Pilates Training and Apium Graveolens Seed Supplement on the Levels of Inflammatory Monocyte Chemoattractant Protein -1 and C-Reactive Protein in Sedentary Women. *Arak Med University J* 2015; 18(9): 39-48. [Farsi]

[43] Assarzade Noushabadi M, Abedi B. Effects of Combination Training on Insulin Resistance Index and Some Inflammatory Markers in Inactive Men. *Quarterly of Ofoghe Danesh* 2012; 18(3): 95-10. [Farsi]

Fedewa MV, Hathaway ED, Ward-Ritacco CL. Effect of exercise training on C-reactive protein: a systematic review and meta-analysis of randomised and non-randomised controlled trials. *Br J Sports Med*; 51(8):670-6.

The Effect of Eight Weeks of Pilates Training on C-Reactive Protein, Insulin Resistance, and Body Composition in Middle-Aged Obese Women

S. Atashak[1]

Received: 26/11/2017 Sent for Revision: 31/01/2018 Received Revised Manuscript: 26/05/2018 Accepted: 27/05/2018

Background and Objectives: Obesity increaces inflammatory markers and causes insulin resistance, and exercise training plays an effective role in improving these markers. Therefore, the present study aimed to investigate the effect of eight weeks of Pilates training on C-reactive protein (CRP), insulin resistance, and body composition in middle-aged obese women.

Materials and Methods: In this randomized clinical trial study, 20 obese middle-aged women were randomly assigned into two control and experimental groups. The experimental group participated in Pilates training for eight weeks, three times per week, each session lasting for 60 minutes. While, the control group did not do any special exercise. For all subjects, body composition indexes including body fat percent, weight, body mass index (BMI), waist circumference, hip circumference, waist to hip ratio (WHR), homeostasis model assessment of insulin resistance (HOMA-IR), and CRP were assessed prior to and after the training program. Data were analyzed using independent t-test and paired t-test.

Results: Eight weeks of Pilates training significantly reduced the body fat percent, weight, and BMI in the experimental group ($p<0.05$). Moreover, significant improvement in HOMA-IR index was found in the experimental group ($p=0.019$). Also, CRP concentration significantly decreased after Pilates training in the experimental group ($p=0.007$) compared to the control group ($p=0.534$).

Conclusion: The results indicated that Pilates training improves body composition, insulin resistance, and inflammatory parameters in middle-aged obese women.

Key words: Body composition, C-reactive protein, Insulin resistance, Obesity, Pilates training, Women

Funding: There was no fund for this study.

Conflict of interest: None declared.

Ethical approval: The Ethics Committee of Islamic Azad University of Mahabad Branch approved the study (IR.IAU.MAHABAD.REC.09210/94).

How to cite this article: Atashak S. The Effect of Eight Weeks of Pilates Training on C-Reactive Protein, Insulin Resistance, and Body Composition in Middle-Aged Obese Women. *J Rafsanjan Univ Med Sci* 2018; 17 (5): 421-34. [Farsi]

1- Associate Prof., Dept. of Exercise Physiology, Faculty of Human Sciences, Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, Iran, ORCID: 0000-0002-0953-1102
(Corresponding Author) Tel: (0444) 2445597, Fax: (0444) 2336000, E-mail: s.atashak@iau-mahabad.ac.ir