

Comparison of Pilates and CXworx exercises on Adipolin Level and Insulin Resistance in Overweight Women

Faramarzi E*, Nazarali P

Department Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Alzahra University, Tehran, Iran

* *Corresponding author.* Tel: +982636570619, Fax: +982188041468, E-mail: elah.faramarzi@gmail.com

Received: Jul 15, 2022 Accepted: Nov 30, 2022

ABSTRACT

Background & objectives: Adipolin is one of the anti-inflammatory adipocytokines that is mainly synthesized and secreted in adipose tissue. This study aimed to compare the two types of Pilates and CX exercises on adipolin level and insulin resistance in overweight women.

Methods: In this semi-experimental research, 30 overweight female subjects (age range 20-40, BMI, 25-30 kg/m²) were divided into three groups of Pilates (10 people), CX (10 people) and control (10 people). The Pilates group trained with an intensity of 50-80% of the maximum heart rate (8 weeks, three sessions per week, for 60 minutes) and the CX group with an intensity of 50-80% of 1RM (8 weeks, three sessions per week, for 30 minutes). The control group did not do any sports activities. Before and after the intervention, measurements of the subjects' height, weight and body mass index and heart rate were taken using a polar wristwatch, and blood samples were taken from the subjects to check the biochemical factors of adipolin, insulin and glucose. In order to determine the difference between the groups, a mixed statistical test was used. ANOVA and paired statistical tests were used to determine the simple effects of variables.

Results: The results of the present study showed that the implementation of 8 weeks of Pilates and CX exercises increases plasma adipolin level, which was statistically significant ($p < 0.05$). Also, there was a significant difference between the two sports activities of Pilates and CX with the control group ($p < 0.05$); However, there was no significant difference in any of the factors between the Pilates and CX groups. Weight indices, fat percentage, BMI, glucose, insulin and insulin resistance of Pilates and CX groups have significantly decreased compared to the control group ($p < 0.05$).

Conclusion: Based on the results of our study, it was shown that Pilates and CX exercises cause a significant increase in the serum level of adipolin and a significant decrease in body mass index, fat percentage, weight and insulin resistance compared to the control group ($p < 0.05$), but there was no significant change in these factors between the two groups of Pilates and CX.

Keywords: Pilates; CXworx; Adipolin; Insulin Resistance; Overweight

مقایسه دو نوع فعالیت ورزشی پيلاتس و CXworx بر سطوح آديپولين و مقاومت به انسولين در زنان دارای اضافه وزن

الهه فرامرزی^{*}، پروانه نظرعلی

گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه الزهرا، تهران، ایران

* نویسنده مسئول. تلفن: ۰۲۶۳۴۵۷۰۶۱۹، فاکس: ۰۲۱۸۸۰۴۱۴۶۸، پست الکترونیک: elah.faramarzi@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: آدیپولین از جمله آدیپوسایتوکان‌های ضدالتهابی است که عمدتاً در بافت چربی سنتز و ترشح می‌شود. هدف از تحقیق حاضر مقایسه دو نوع تمرین ورزشی پيلاتس و CX بر سطوح آدیپولين و مقاومت به انسولين در زنان دارای اضافه وزن بود.

روش کار: در این پژوهش نیمه تجربی، ۳۰ آزمودنی زن دارای اضافه وزن (محدوده سنی ۴۰-۲۰، BMI ۳۰-۲۵، کیلوگرم بر مترمربع) در ۳ گروه پيلاتس (۱۰ نفر)، CX (۱۰ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند. گروه پيلاتس با شدت ۵۰ تا ۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه (۸ هفته، ۳ جلسه در هفته، به مدت ۶۰ دقیقه) و گروه CX با شدت ۵۰ تا ۸۰ درصد 1RM (۸ هفته، ۳ جلسه در هفته، به مدت ۳۰ دقیقه) به تمرین پرداختند. گروه کنترل هیچ گونه فعالیت ورزشی انجام ندادند. قبل و بعد از مداخله، اندازه گیری‌های قد، وزن و شاخص توده بدنی و ضربان قلب آزمودنی‌ها با استفاده از ساعت مچی پولار و نمونه‌های خونی جهت بررسی فاکتورهای بیوشیمیایی آدیپولين، انسولين و گلوکز از آزمودنی‌ها گرفته شد و به منظور تعیین تفاوت بین گروه‌ها از آزمون آماری Mixed ANOVA و برای تعیین اثرات ساده متغیرها از آزمون‌های آماری تی زوجی استفاده گردید.

یافته‌ها: نتایج پژوهش حاضر نشان داد که اجرای ۸ هفته تمرینات پيلاتس و CX باعث افزایش سطوح آدیپولين پلاسمایی می‌شود که از لحاظ آماری معنادار بود ($p < 0/05$). همچنین، بین دو فعالیت ورزشی پيلاتس و CX با گروه کنترل تفاوت معنادار وجود داشت ($p < 0/05$)؛ اما بین دو گروه پيلاتس و CX، در هیچ کدام از فاکتورها تفاوت معنادار وجود نداشت. شاخص‌های وزن، درصد چربی، BMI، گلوکز، انسولين و مقاومت به انسولين گروه‌های پيلاتس و CX، نسبت به گروه کنترل کاهش معنادار داشته است ($p < 0/05$).

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد تمرین‌های ورزشی پيلاتس و CX باعث افزایش معنی‌دار سطوح سرمی آدیپولين و کاهش معنی‌دار شاخص توده بدن، درصد چربی، وزن و مقاومت به انسولين نسبت به گروه کنترل می‌شوند ($p < 0/05$)، ولی بین دو گروه ورزش پيلاتس و CX در این فاکتورها تغییر معنی‌داری مشاهده نشد.

واژه‌های کلیدی: پيلاتس؛ CXworx؛ آدیپولين؛ مقاومت به انسولين؛ اضافه وزن

دریافت: ۱۴۰۱/۴/۲۴ پذیرش: ۱۴۰۱/۹/۹

مقدمه

با توجه به این که شیوع اضافه‌وزن^۱ و چاقی رو به افزایش است، از آن به عنوان مهمترین عارضه

تغذیه‌ای و معضل اجتماعی در سطح جهان یاد شده است؛ به طوری که سازمان بهداشت جهانی^۲ چاقی را به عنوان اپیدمی جهانی و بیماری قرن معرفی کرده

² WHO

¹ Overweight

است [۱]. مطالعات اخیر گزارش کرده‌اند که بافت چربی به عنوان یک بافت آندوکراین فعال و به واسطه ترشح مجموعه‌ای از آدیپوسایتوکاین‌ها^۱ نه تنها در تعادل وزن نقش دارد، بلکه با تأثیر بر عوامل متابولیکی و التهابی، توجیه‌کننده ارتباط چاقی با مقاومت انسولینی می‌باشد [۲]. البته به تازگی آدیپوسایتوکاین آدیپولین^۲ (دوازدهمین عضو) شناسایی شده است که همچون آدیپونکتین، از جمله آدیپوسایتوکاین‌های ضد التهابی است که عمدتاً در بافت چربی سنتز و ترشح می‌شود و در شرایط چاقی، دیابت و دیگر شرایط پاتولوژیکی ناشی از چاقی کاهش می‌یابد [۳] و به همین دلیل انوموتو و همکاران آن را فاکتور بهبوددهنده حساسیت به انسولین مشتق شده از چربی نامیدند [۴]. از آن جا که سطح آدیپولین در طی چاقی کاهش می‌یابد، به نظر می‌رسد روش‌هایی در افزایش مقدار آدیپولین نقش دارند که البته تاکنون مطالعات بسیار محدودی درباره اثر این نوع فعالیت‌ها بر تغییرات آدیپولین انجام شده است. مطالعاتی که تأثیرات فعالیت ورزشی حاد را بر روی آدیپولین سنجیده‌اند، دو پژوهشی است که توسط رضاییان و همکاران انجام شده است. در مطالعه‌ای که تأثیر یک جلسه فعالیت هوازی را بر روی زنان چاق کم تحرک بررسی کردند، تغییرات آدیپولین معنادار بوده است [۵] و در پژوهش دیگر پس از بررسی تأثیر یک جلسه تمرین مقاومتی بر روی زنان چاق یاائسه غیرفعال به این نتیجه رسیدند که در سطح سرمی آدیپولین تغییری صورت نگرفته است [۶]. با این وجود ذکر این نکته ضرورت دارد که آدیپولین در دو ایزوفرم، یکی دست نخورده fCTRP12 (۴۰ کیلو دالتون) و دیگری شکسته شده gCTRP12 (۲۵ کیلو دالتون) در گردش خون یافت می‌شود. fCTRP12 از طریق فعال کردن مسیر پروتئین کیناز B و افزایش برداشت گلوکز متاثر انسولین، مقاومت انسولینی را بهبود می‌بخشد.

دیگر ایزوفرم آدیپولین یعنی gCTRP12 در بهبود مقاومت انسولین^۳ نقشی ندارد. بنابراین بیشتر سبب شکسته شدن fCTRP12 و در نتیجه افزایش gCTRP12 می‌شود [۷، ۸]. همچنین رضائیان و همکاران، پس از ۱۲ هفته تمرین مقاومتی، تغییری در آدیپولین مشاهده نکردند و انسولین و مقاومت به انسولین و در صد چربی بدن با کاهش همراه بود [۸]. مطالعاتی که فعالیت ورزشی مزمن را بر روی سطح سرمی آدیپولین سنجیده‌اند، رحمت‌اللهی و همکاران، پس از ۸ هفته تمرین هوازی در رت‌های نر دیابتی نوع دو به این نتیجه دست یافتند که تمرین ورزشی می‌تواند باعث افزایش سطح آدیپولین پلاسما در رت‌های نر دیابتی گردد، با این حال این تغییرات تا حدودی به نوع تمرین ورزشی وابسته است [۹]. البته سوری و همکاران پس از ۱۰ هفته تمرین هوازی در مردان دارای اضافه وزن، تغییر معناداری در سطح آدیپولین مشاهده نکردند [۱۰].

فعالیت بدنی منظم در افرادی که اضافه وزن دارند احتمالاً می‌تواند موجب کاهش درصد چربی بدن، کاهش مقاومت به انسولین و همچنین افزایش حساسیت به انسولین گردد و منجر به بهبود توده بدون چربی بدن و افزایش برداشت و مصرف گلوکز در سطح سلول‌ها، به ویژه در سلول‌های عضلانی شود و از آن جایی که روش‌های تمرینی پيلاتس و سی ایکس ورکس^۴، جیش و پرشی ندارند و کمتر باعث آسیب دیدگی می‌شوند و همه گروه‌های سنی قادر به انجام آن می‌باشند و با توجه به این که هر دو، برای قوی‌تر شدن مرکز بدن توصیه شده‌اند، به نظر می‌رسد که برای زنان دارای اضافه وزن مناسب باشند [۱۱]. در این میان تمرینات پيلاتس^۵ یا کنترولوژی، یک روش خوب برای تمرین آگاهی ذهن، بدن و کنترل حرکات وضعیتی است که علیرغم آرام بودن حرکات،

^۳ Insulin Resistance^۴ CXWORKS^۵ Pilates^۱ CTRP^۲ Adipolin

اثرات زیادی بر سلامت انسان می‌گذارند از جمله کاهش فشارخون، کاهش شاخص توده بدن^۱ و کاهش چربی خون [۱۱، ۱۲] و تمرینات CX در حال حاضر کلاس‌های آن در ۸۰ کشور در سراسر جهان برگزار می‌شود و تمرینات مربوط به آن در ۶ گام انجام می‌شود. بر طبق گفته متخصصان فعالیت بدنی CX، یک تمرین ۳۰ دقیقه‌ای است که به سرعت از نظر محبوبیت در بین مردم رشد کرده است و به عنوان یک برنامه در زندگی روتین خود گنجانده‌اند [۱۳].

بنابراین با توجه به ارتباط بین اضافه وزن و چاقی و اختلال در ترشح سایتوکان ضدالتهابی مترشح از بافت چربی (آدیپولین) که در توسعه روند مقاومت انسولین نقش کلیدی ایفا می‌کند و موضوع نسبتاً جدید این پژوهش و همچنین مطالعات اندکی که در سال‌های گذشته انجام شده دارای نتایج ضد و نقیض بوده است، پس در همین راستا، با هدف مقایسه و بررسی فعالیت ورزشی پيلاتس و CX روی آدیپولین و مقاومت به انسولین زنان دارای اضافه وزن پرداخته شد.

روش کار

جامعه آماری پژوهش حاضر را زنان دارای اضافه وزن منطقه ۶ شهرداری شهر تهران تشکیل دادند. معیارهای ورود به پژوهش دامنه سنی ۴۰-۲۰ سال، عدم فعالیت ورزشی منظم، شاخص توده بدنی، ۳۰-۲۵ بود. شرایط خروج از مطالعه عبارت بودند از بیماری‌های شناخته شده جسمی مانند بیماری‌های قلبی-عروقی، تیروئیدی، تنفسی، دیابت، عضلانی-اسکلتی، چربی خون بالا، حاملگی و حذف دو طرفه تخمدان و ضامنم، ورزش حرفه‌ای، کشیدن سیگار، داشتن رژیم غذایی برای کاهش وزن. روش مطالعه، علمی پژوهشی از نوع نیمه تجربی پیش‌آزمون، پس‌آزمون بود که تمام مراحل پژوهش با رعایت اصول اخلاق و با اخذ کد اخلاق

^۱ BMI

IR.SSRC.REC.1398.141 اجرا شد. در ابتدا اطلاعات لازم در خصوص ماهیت، نحوه اجرای آن و نکاتی که می‌بایست برای شرکت در پژوهش رعایت شود، از قبل، در اختیار آزمودنی‌ها قرار گرفت. پیش از شروع برنامه تمرینی از آزمودنی‌ها خواسته شد تا فرم رضایت‌نامه را تکمیل کنند و با توجه به معیارهای ورود و خروج ۳۰ نفر واجد شرایط انتخاب شدند. پس از کسب رضایت، افراد مذکور به طور تصادفی ساده، در سه گروه پيلاتس (۱۰ نفر)، سی ایکس (۱۰ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند. هر سه گروه از آزمودنی‌ها (پيلاتس، CX و کنترل) دو جلسه (قبل و بعد از تمرینات) به آزمایشگاه دانشگاه الزهرا مراجعه کردند: در هر دو جلسه شاخص‌های آنتروپومتریک اندازه‌گیری شد و سپس ضربان قلب آزمودنی‌ها با استفاده از ساعت مچی گرفته شد. اندازه‌گیری شاخص‌های بیوشیمیایی نمونه‌های خونی در شرایط ناشتا (۱۲ ساعت) گرفته شد؛ قبل و بعد از پایان مداخله انسولین و گلوکز و آدیپولین اندازه‌گیری گردید.

برنامه تمرینات پيلاتس و CX، شامل ۸ هفته با تواتر سه جلسه در هفته در مرکز تندرستی ایزی فیت انجام گردید. مدت تمرین پيلاتس، ۶۰ دقیقه که شامل: ۱۰ دقیقه گرم کردن، ۴۵ دقیقه حرکات مخصوص پيلاتس (۱۰ دقیقه تمرینات تمرینات ایستا، تمرین با کش و تمرین با توپ) و ۵ دقیقه سردکردن بود و چون تمرین سی ایکس و رکس قدرتی‌تر است، مدت تمرین آن، ۳۰ دقیقه که شامل: ۵ دقیقه گرم کردن، ۲۰ دقیقه حرکات مخصوص CX (حرکات قدرتی‌تر از پيلاتس) و ۵ دقیقه سردکردن بود، که هدف از این تمرینات قوی‌تر شدن عضلات اصلی و چربی‌سوزی در شکم و پهلو بود. در هر جلسه علاوه بر حرکات جلسات قبلی، حرکات جدید در جلسات بعد به آزمودنی‌ها آموزش داده شد. در ابتدا هفته اول برای سازگارشدن بدن، تمرینات کم‌شدت با ۵۰ درصد ضربان قلب بیشینه برای پيلاتس و ۵۰ درصد 1RM برای CX انجام شد و

بعد از سازگار شدن به تدریج به شدت تمرینات افزوده شد که در هفته آخر با ۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه برای پيلاتس و ۸۰ درصد 1RM برای CX به اتمام رسید. در این مدت گروه کنترل هیچ گونه فعالیت ورزشی انجام ندادند.

داده‌های حاصل، پس از کدگذاری، با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS-20 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها به منظور تعیین تفاوت بین گروه‌ها از آزمون آماری آنوا ترکیبی^۱ و برای ارتباط بین متغیرها از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده گردید. برای تعیین اثرات ساده متغیرها از آزمون‌های آماری تی زوجی (وابسته) و آزمون آماری تحلیل واریانس یک راهه (یکطرفه)، استفاده گردید و سطح معناداری داده‌ها ($p < 0.05$) در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

مقاومت به انسولین، وابستگی شدیدی به نژاد افراد دارد. در این فرمول، مقدار طبیعی آن بین ۱/۷ تا ۲/۴ است. به طور کلی مقدار IR بالاتر از حد ۲/۳ مقاومت به انسولین در نظر گرفته می‌شود [۱۴].

برای محاسبه مقاومت به انسولین از فرمول زیر استفاده گردید [۱۲]:

$$IR = \frac{(mg/dl) \times \left(\frac{\mu l u}{m l}\right) \times \text{غلظت انسولین}}{405}$$

مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌های پژوهش در جدول ۱ آمده است و همچنین در جدول ۲ جهت برآورد طبیعی بودن توزیع داده‌های مربوط به هر متغیر در مرحله پیش‌آزمون در هر گروه، از آزمون شاپیرو-ویلک استفاده شده است. طبیعی بودن توزیع داده‌ها، از پیش‌شرط‌های انجام محاسبات آماری پارامتریک به شمار می‌رود. بر اساس نتایج آزمون شاپیرو-ویلک، تمامی متغیرهای تحقیق در گروه

کنترل، CX و پيلاتس، سطح معناداری بیش از ۰/۰۵ دارند که بیانگر طبیعی بودن توزیع داده‌ها در این گروه است.

در جدول ۳ به مقایسه‌ی سطوح متغیرها در مراحل پیش‌آزمون با پس‌آزمون گروه‌های تحقیق (کنترل، پيلاتس و CX) پرداخته شده است، که لازم به ذکر است جهت بررسی فرض عدم وجود تفاوت‌های احتمالی در مرحله پیش‌آزمون، بین گروه‌های تحقیق در هر کدام از متغیرهای مورد نظر، از آزمون آنالیز واریانس یکطرفه استفاده شد. طبق نتایج این آزمون، چنانچه سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ باشد، نشان دهنده وجود اختلاف معنادار آماری در مرحله پیش‌آزمون و عدم یکسانی سطح متغیرهای تحقیق در گروه‌های مورد مطالعه است. بر اساس نتایج حاصل، تفاوت معناداری بین مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون هیچ کدام از متغیرها در گروه کنترل وجود ندارد و تفاوت معناداری در متغیرهای وزن، شاخص توده بدنی، درصد چربی، آدیپولین و شاخص مقاومت به انسولین بین مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه CX و پيلاتس وجود دارد ($p < 0.05$). همچنین به منظور تعیین تفاوت بین گروه‌ها از روش آنوا ترکیبی استفاده گردید که مقدار زمان × گروه متغیر آدیپولین معنادار نمی‌باشد ($p < 0.05$). بنابراین با توجه به جدول ۴ اثرات اصلی زمان و گروه بررسی شد که می‌توان نتیجه گرفت، تفاوت معناداری بین مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون در آدیپولین و مقاومت به انسولین وجود دارد ($p < 0.05$). بنابراین اثرات اصلی زمان و گروه بررسی شد که در اینجا معنادار می‌باشد ($p < 0.05$). این بدان معنی است که گروه‌ها تغییرات متفاوت معناداری از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون دارند. با توجه به تقابل معنادار به نظر می‌رسد که برخی گروه‌ها بیش از سایر گروه‌ها تغییر کرده باشند. بنابراین بدون توجه به اثرات اصلی زمان و گروه، اثرات ساده زمان و گروه مورد بررسی قرار گرفت که به طور کلی

^۱ Mixed ANOVA

تفاوت معناداری بین مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون در آدیپولین وجود دارد ($p < 0.05$) (جدول ۴). آزمون تعقیبی همچنان با توجه به جدول ۵، نشان داد که میان سه گروه مطالعه (پیلاتس، CX و کنترل) پس از پایان دوره تمرین، در مقادیر آدیپولین و مقاومت به انسولین، تفاوت معناداری وجود داشت ($p < 0.05$).

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که بین تغییرات آدیپولین با تغییرات وزن، درصد چربی بدن و شاخص مقاومت به انسولین همبستگی معناداری وجود دارد ($p < 0.05$) (جدول ۶).

جدول ۱. مشخصات سن و فاکتورهای آنتروپومتریک آزمودنی‌ها

گروه‌ها	وزن (کیلوگرم)	قد (سانتی‌متر)	سن (سال)	BMI (کیلوگرم بر مترمربع)	تعداد
کنترل	$78/48 \pm 9/83$	$167/8 \pm 2/98$	$32/5 \pm 3/25$	$27/90 \pm 1/29$	۱۰
CX	$76/72 \pm 9/70$	$165/5 \pm 2/05$	$34/8 \pm 3/79$	$28/08 \pm 1/23$	۱۰
پیلاتس	$77/15 \pm 9/63$	$165/5 \pm 3/12$	$35/7 \pm 3/18$	$28/26 \pm 1/52$	۱۰

جدول ۲. نتایج آزمون شاپیروویلک در گروه کنترل، CX و پیلاتس

متغیر	سطح معناداری
وزن (kg)	کنترل $0/082$
	CX $0/105$
	پیلاتس $0/500$
درصد چربی بدن (%)	کنترل $0/771$
	CX $0/378$
	پیلاتس $0/328$
شاخص توده بدنی (kg/m^2)	کنترل $0/258$
	CX $0/597$
	پیلاتس $0/996$
آدیپولین (mg/L)	کنترل $0/585$
	CX $0/766$
	پیلاتس $0/819$
گلوکز (mg/dl)	کنترل $0/972$
	CX $0/972$
	پیلاتس $0/498$
انسولین (mIU/ml)	کنترل $0/483$
	CX $0/652$
	پیلاتس $0/578$
مقاومت به انسولین	کنترل $0/633$
	CX $0/814$
	پیلاتس $0/092$

جدول ۳. مقایسه سطوح متغیرها در مراحل پیش‌آزمون با پس‌آزمون گروه کنترل، پیلاتس و CX

متغیر	گروه	پیش‌آزمون میانگین	پس‌آزمون میانگین	اختلاف میانگین‌ها	انحراف استاندارد	t	Df	Sig
درصد چربی بدن (%)	کنترل	۴۰/۴۷۱ ± ۴/۶۷۹	۴۰/۴۲۸ ± ۴/۷۱۶	۰/۰۴۲	۰/۸۴۸	۰/۱۳۴	۱۱	۰/۸۹۸
	CX	۴۰/۹۵۷ ± ۴/۰۰۱	۳۸/۸۵۷ ± ۴/۰۲۱	۲/۱۰۰	۱/۹۰۰	۲/۹۲۳	۱۱	*۰/۰۲۷
	پیلاتس	۴۰/۳۰۰ ± ۴/۲۳۰	۳۷/۸۷۱ ± ۵/۱۰۶	۲/۴۲۸	۱/۶۵۵	۳/۸۸۲	۱۱	*۰/۰۰۸
آدیپولین (mg/L)	کنترل	۳۰/۰۳۶ ± ۲/۵۹۶	۳۰/۳۴۴ ± ۶/۷۶۷	-۰/۳۰۸	۵/۰۶۵	-۰/۱۶۱	۱۱	۰/۸۷۷
	CX	۳۳/۱۷۸ ± ۲/۹۱۲	۴۰/۵۵۸ ± ۷/۷۶۷	-۷/۳۸۰	۶/۲۳۸	-۳/۱۳۰	۱۱	*۰/۰۲۰
	پیلاتس	۳۰/۹۱۴ ± ۲/۵۴۰	۳۸/۷۶۷ ± ۷/۴۳۶	-۷/۸۵۰	۶/۵۱۷	-۳/۱۸۷	۱۱	*۰/۰۱۹
گلوکز (mg/dl)	کنترل	۱۰۰/۷۱۴ ± ۷/۵۲۱	۱۰۱/۱۴۲ ± ۵/۲۷۳	۳/۱۴۳	۳/۹۳۴	۲/۱۱۴	۱۱	۰/۰۷۹
	CX	۱۰۳/۱۴۲ ± ۷/۵۸۱	۹۱/۴۲۸ ± ۵/۶۵۲	۶/۱۴۳	۱۰/۴۶۳	۱/۵۵۳	۱۱	*۰/۰۲۷
	پیلاتس	۱۰۰/۴۲۸ ± ۷/۹۱۳	۹۲/۸۵۷ ± ۵/۷۵۶	۴/۵۷۱	۷/۲۸۶	۴/۰۵۷	۱۱	*۰/۰۰۷
انسولین (mIU/ml)	کنترل	۱۶/۹۸۵ ± ۲/۷۷۰	۱۶/۷۸۵ ± ۴/۷۸۱	۱/۰۰	۱۳/۶۵۰	-۰/۱۹۴	۱۱	۰/۸۵۳
	CX	۱۵/۸۷۱ ± ۲/۵۹۵	۱۵/۵۴۲ ± ۴/۱۳۹	۵/۴۲۹	۲/۸۵۴	-۰/۶۲۸	۱۱	*۰/۰۱۱
	پیلاتس	۱۶/۹۵۷ ± ۲/۸۱۱	۱۶/۸۵۷ ± ۴/۵۹۸	۵/۴۳۴	۸/۱۰۱	۱/۷۷۳	۱۱	*۰/۰۰۸
HOMA-IR	کنترل	۴/۲۵۳ ± ۰/۸۴۳	۴/۲۲۲ ± ۰/۸۶۳	۰/۰۳۰	۱/۰۳۷	-۰/۰۷۹	۱۱	۰/۹۴۰
	CX	۴/۰۵۶ ± ۰/۸۵۵	۳/۵۱۰ ± ۰/۸۲۳	۰/۵۴۵	۰/۳۹۶	۳/۶۳۶	۱۱	*۰/۰۱۱
	پیلاتس	۴/۳۶۳ ± ۰/۸۲۰	۳/۷۳۲ ± ۰/۸۴۸	۰/۶۳۰	-۰/۴۷۸	۳/۴۸۴	۱۱	*۰/۰۱۳
وزن (kg)	کنترل	۷۸/۴۸۵ ± ۹/۸۳۴	۷۸/۴۴۲ ± ۹/۶۸۸	۰/۰۴۲	۰/۴۵۰	-۰/۲۵۲	۱۱	۰/۸۱۰
	CX	۷۶/۷۲۸ ± ۹/۷۰۱	۷۳/۰۱۴ ± ۹/۹۰۹	۳/۷۱۴	۲/۹۱۵	۳/۳۷۱	۱۱	*۰/۰۱۵
	پیلاتس	۷۷/۱۵۷ ± ۹/۶۳۰	۷۳/۶۱۴ ± ۹/۹۱۵	۳/۵۴۲	۲/۳۹۳	۳/۹۱۶	۱۱	*۰/۰۰۸
BMI (kg/m ²)	کنترل	۲۷/۹۰۲ ± ۱/۲۹۵	۲۷/۷۱۸ ± ۱/۴۶۳	۰/۱۸۴	۰/۳۰۶	۱/۵۹۲	۱۱	۰/۱۶۳
	CX	۲۸/۰۸۴ ± ۱/۲۳۳	۲۶/۶۵۷ ± ۱/۸۰۰	۱/۴۲۷	۱/۰۰	۳/۷۶۷	۱۱	*۰/۰۰۹
	پیلاتس	۲۸/۲۶۰ ± ۱/۵۲۸	۲۶/۶۶۲ ± ۱/۸۶۳	۱/۵۹۷	۱/۰۱۷	۴/۱۵۴	۱۱	*۰/۰۰۶

* نشان دهنده معنی دار بودن نسبت به گروه کنترل ($p < ۰/۰۵$)

جدول ۴. نتایج آزمون اثرات درون گروهی به روش MIXED ANOVA (آنوا ترکیبی)

منبع تغییرات	متغیر	مجموع مجزورات	درجه آزادی	میانگین مجزورات	ارزش F	سطح معناداری	میزان تأثیر
زمان	آدیپولین	۲۸۱/۷۰۴	۱	۲۸۱/۷۰۴	۱۵/۷۸۹	*۰/۰۰۱	۰/۴۶۷
	مقاومت به انسولین	۳/۰۸۹	۱	۳/۰۸۹	۲۰/۴۷۱	*۰/۰۰۱	۰/۵۳۲
زمان × گروه	آدیپولین	۱۴۴/۹۷۸	۲	۶۲/۴۸۹	۳/۵۰۲	۰/۰۵۲	۰/۲۸۰
	مقاومت به انسولین	۲/۲۶۶	۲	۱/۱۳۳	۷/۵۰۸	*۰/۰۰۴	۰/۴۵۵
عامل خطا	آدیپولین	۳۲۱/۱۴۵	۲۷	۱۷/۸۴۱			
	مقاومت به انسولین	۲/۷۱۶	۲۷	۰/۱۵۱			
نتایج آزمون اثرات برون گروهی به روش MIXED ANOVA (آنوا ترکیبی)							
عامل بین گروهی	آدیپولین	۳۲۸/۲۲۱	۲	۱۶۴/۱۱۰	۳/۷۹۹	*۰/۰۴۲	۰/۲۹۷
	مقاومت به انسولین	۳/۱۳۴	۲	۱/۵۶۷	۱/۰۵۹	۰/۳۶۷	۰/۱۰۵
عامل خطا	آدیپولین	۷۷۷/۵۷۳	۲۷	۴۳/۱۹۹			
	مقاومت به انسولین	۲۶/۴۲۷	۲۷	۱/۴۷۹			

* نشان دهنده معنی دار بودن نسبت به گروه کنترل ($p < ۰/۰۵$)

جدول ۵. نتیجه آزمون تعقیبی بونفرونی

متغیر	مقایسه ۲ به ۲ گروه‌ها	میانگین تفاوت‌ها	سطح معنی داری
آدیپولین (mg/L)	کنترل	CX	-۶/۶۷۸
	کنترل	پیلاتس	-۴/۶۴۹
	CX	پیلاتس	۲/۰۲۹
مقاومت به انسولین	کنترل	CX	-۰/۱۶*
	کنترل	پیلاتس	-۰/۰۷*
	CX	پیلاتس	-۰/۰۸۸

جدول ۶. همبستگی تغییرات آدیپولین با تغییرات وزن، درصد چربی بدن و شاخص مقاومت به انسولین

تغییرات آدیپولین	همبستگی پیرسون	وزن	درصد چربی بدن	شاخص مقاومت به انسولین
	-۰/۵۹۴	-۰/۶۰۶	-۰/۷۳۶	
	سطح معناداری	*۰/۰۴۷	*۰/۰۳۸	*۰/۰۲۰

* نشان دهنده معنی دار بودن نسبت به گروه کنترل ($p < 0.05$)

بحث

در پژوهش حاضر مقایسه دو نوع روش تمرین ورزشی پیلاتس و CX WORX بر سطوح آدیپولین و مقاومت به انسولین در زنان دارای اضافه وزن مورد بررسی قرار گرفت. نتایج پژوهش راثول نشان داد که در پایان دوره تمرینی، مقادیر آدیپولین در گروه کنترل تغییری نکرد، در حالی که در گروه هوازی و قدرتی پس از انجام دادن ۱۶ هفته تمرین هوازی کاهش داشت. با وجود آن که برنامه تمرینی در پژوهش او هوازی و قدرتی بوده، در حالی که در پژوهش حاضر از تمرینات پیلاتس و سی ایکس ورکس استفاده شده است. در نتیجه می‌توان بیان داشت که تمرینات پیلاتس نیز می‌توانند به اندازه تمرینات هوازی در کاهش عوامل التهابی مؤثر واقع شوند [۱۵].

پژوهش حاضر نشان داد که اجرای هشت هفته تمرینات پیلاتس و CX باعث افزایش قابل توجهی در سطوح آدیپولین پلاسمایی می‌شود که از لحاظ آماری معنادار بود. همچنین، بین دو فعالیت ورزشی پیلاتس و CX با گروه کنترل تفاوت معنادار وجود داشت؛ اما بین دو گروه تجربی تفاوت معناداری مشاهده نشد. نتایج مطالعات حاضر با مطالعات رحیم پور و همکاران

[۱۶] و رحمت‌الهی و همکاران [۹] همسو می‌باشد. در مطالعه رحیم پور و همکاران به بررسی تأثیر ۸ هفته پروتکل تمرین بر روی آدیپولین در موش‌های صحرایی پرداخته شده است که نتایج حاکی افزایش معنادار آدیپولین بود [۱۶]. در حالی که رحمت‌الهی و همکاران در بررسی تأثیر ۸ هفته تمرین تداومی کم‌شدت در موش‌های نر چاق شده با رژیم پرچرب، به این نتیجه رسیدند که میزان آدیپولین پلازما افزایش پیدا کرده است؛ که همراه با این افزایش فعالیت التهابی ماکروفاژها در سلول‌های چربی متوقف شده و میزان چربی بدن و به دنبال آن چاقی نیز کاهش یافت. همچنین در پژوهشی دیگر نیز به نتایج مشابهی دست پیدا کردند، آن‌ها تأثیر ۸ هفته فعالیت را بر روی موش‌های دیابتی بررسی کردند که نتایج حاکی از افزایش معنادار سطح آدیپولین بوده است [۹]. در حالی که در پژوهش رضائیان و همکاران آدیپولین افزایش پیدا کرد اما از لحاظ آماری معنادار نبود [۸]. در این پژوهش با توجه به مبانی نظری موجود و عوامل تأثیرگذار بر روی سطوح آدیپولین، به مقایسه دو نوع فعالیت ورزشی پیلاتس و CX بر روی آدیپولین پرداخته شد. آقای و همکاران گزارش

دادند که ۱۲ هفته تمرینات پیلاتس باعث کاهش معنادار سطوح آدیپولین در زنان مسن می‌شود [۱۷]. از بین عوامل اثرگذار بر روی تنظیم آدیپولین، شاید یکی از علت‌های مهم شرایط التهابی بدن باشد؛ زیرا نیمرخ التهابی بدن در پاسخ استرس‌های مختلف از جمله فعالیت بدنی به شدت واکنش‌پذیر بوده و به سرعت دچار تغییرات می‌شود. در واقع، بیان آدیپولین تحت تنظیم منفی استرس‌های مرتبط با چاقی قرار می‌گیرد؛ به‌طوری که با القای $TNF-\alpha^1$ (سیتوکین سیگنال‌دهنده به سلول‌های آلفا) و استرس شبکه آندوپلاسمی، بیان ژنی آدیپولین کاهش می‌یابد [۳، ۱۴]. $TNF-\alpha$ ، از جمله آدیپوسایتوکاین‌های پیش التهابی مشتق از بافت چربی و تنظیم‌کننده منفی آدیپولین است که به دنبال تمرینات و کاهش وزن، کاهش پیدا می‌کند. از آنجا که $TNF-\alpha$ از طریق فعال کردن JNK در آدیپوسیت‌ها موجب افزایش بیان سایتوکاین‌های پیش التهابی می‌شود و با تشدید التهاب بافت چربی سبب گسترش مقاومت انسولینی ناشی از چاقی می‌شود، پیشنهاد شده است که $TNF-\alpha$ از طریق فعال کردن JNK باعث کاهش بیان آدیپولین در سلول‌های چربی شود و از این طریق زمینه را برای بروز یا تشدید مقاومت به انسولین فراهم می‌کند [۲، ۸]. از عواملی که تغییرات آن پس از تمرینات ورزشی در تنظیم سطح آدیپولین وابسته به اختلالات متابولیک است، می‌توان انسولین را نام برد. عملکرد تنظیمی انسولین بر آدیپولین دوگانه است؛ به طوری که در آزمودنی‌های لاغر از طریق فعال کردن مسیر $PI3K^2$ سبب افزایش بیان و ترشح آدیپولین می‌گردد، ولی در شرایط چاقی که فرد مستعد به مقاومت انسولین هم هست، این برهم کنش هموستاتیک بین انسولین و آدیپولین بر هم می‌خورد و انسولین سبب کاهش سطوح آدیپولین می‌شود [۳، ۸]. بنابراین، این احتمال وجود دارد به دنبال کاهش

معنی‌دار وزن پس از هشت هفته تمرین پیلاتس و CX، سطوح $TNF-\alpha$ کاهش یابد و مقاومت انسولین بهبود یابد؛ که متعاقباً باعث افزایش سطوح آدیپولین سرم در گروه تجربی گردد.

نتایج مطالعات حاضر، با مطالعات سوری و همکاران که تأثیر ۱۰ هفته تمرین هوازی را بر سطح پلاسمایی آدیپولین در مردان دارای اضافه وزن را مورد بررسی قرار دادند، همخوانی ندارد و به این نتیجه رسیدند که ۱۰ هفته تمرین هوازی با شدت ۵۰-۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه، تأثیر معناداری بر سطوح پلاسمایی آدیپولین در مردان کم تحرک و دارای اضافه وزن نداشت که علت عدم همخوانی با پژوهش حاضر می‌تواند در نوع آزمودنی‌ها باشد؛ آزمودنی‌های این مطالعه را مردان تشکیل داده بودند، در حالی که آزمودنی‌های مطالعه حاضر زنان بودند و شدت تمرین هم بی‌تأثیر نبود [۱۰]. تجزیه و تحلیل اطلاعات آماری به دست آمده از این پژوهش، در ارتباط با مقاومت به انسولین نشان داد، که در هر دو گروه کاهش معناداری داشت که لی^۳ و همکاران، در مطالعه خود بر روی زنان دارای اضافه وزن به این نتیجه رسیدند که دو نوع تمرین هوازی به مدت ۶ هفته و ۸ ماه، با شدت ۶۰-۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه، باعث کاهش معنادار مقاومت به انسولین گردید [۱۸] و در پژوهش دیگر اجرای ۶ ماه تمرین هوازی و مقاومتی بر روی نوجوانان غیرفعال و دارای اضافه وزن باعث بهبود مقاومت به انسولین گردید که با پژوهش حاضر همخوانی دارد [۲۰، ۱۹]. در پژوهشی دیگر جکوب^۴ و همکاران پس از بررسی سه ماه تمرین قدرتی بر روی زنان مسن چاق به این نتیجه رسیدند که در مقاومت به انسولین تغییری حاصل نشد [۲۱]؛ که علت عدم همخوانی با پژوهش حاضر می‌تواند تفاوت در پروتکل تمرینی باشد. محدودیت‌های غیرقابل کنترل این پژوهش عدم

³ Le⁴ Jacob¹ Tumor Necrosis Factor Alpha² Phosphoinositide 3-kinase

کنترل میزان فعالیت آزمودنی‌ها در زمان‌های خارج از تمرینات، عدم کنترل شیوه زندگی، ویژگی‌های ژنتیکی و مادرزادی که روی چاقی تأثیر گذارند، عدم کنترل کامل شرایط روحی- روانی آزمودنی‌ها در طول آزمون و عدم امکان کنترل دقیق خستگی و کیفیت خواب آزمودنی‌ها در طول آزمون بود. البته در پژوهش‌هایی که انجام شده تأثیر تمرینات هوازی موثرتر از تمرینات قدرتی است. در تحقیق‌های نام برده شده احتمالاً حجم و شدت و مدت تمرینات برای تأثیر گذاری بر مقاومت به انسولین کافی نبوده است.

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد تمرین‌های ورزشی پیلاتس و CX باعث افزایش معنی‌دار سطح سرمی

آدیپولین و کاهش معنی‌دار شاخص توده بدن، درصد چربی، وزن و مقاومت به انسولین نسبت به گروه کنترل می‌شوند ($p < 0.05$). ولی بین دو گروه ورزش پیلاتس و CX در این فاکتورها تغییر معنی‌داری مشاهده نشد ($p < 0.05$).

با توجه به تأثیر گذاری این نوع تمرینات بر روی سطح آدیپولین پیشنهاد می‌شود، زنان دارای اضافه‌وزن در این گروه سنی، از فعالیت ورزشی پیلاتس و CX استفاده کنند.

تشکر و قدردانی

در پایان نویسندگان از کلیه کارکنان آزمایشگاه دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه الزهرا تهران و خانم دکتر نظرعلی که در این پژوهش همکاری کردند، کمال تشکر را دارند.

References

- 1- Torres IR, Floody PD. Effects of high-intensity interval training on the anthropometric profile of overweight and obese adult women. *Rev Fac Med*. 2016 Jul-Sep; 64(3):465-9.
- 2- Enomoto T, Ohashi K, Shibata R, Kambara T, Uemura Y, Yuasa D, et al. Transcriptional regulation of an insulin-sensitizing adipokine adipolin/CTRP12 in adipocytes by kruppel-like factor 15. *PLoS One*. 2013 Dec; 8(12):e83183.
- 3- Wei Z, Peterson JM, Lei X, Cebotaru L, Wolfgang MJ, Christian Baldeviano G, et al. C1q/TNF-related protein-12 (CTRP12), a novel adipokine that improves insulin sensitivity and glycemic control in mouse models of obesity and diabetes. *J Biol Chem*. 2012 Mar; 287(13):10301-10315.
- 4- Enomoto T, Ohashi K, Shibata R, Higuchi A, Maruyama S, Izumiya Y, et al. Adipolin/C1qdc2/CTRP12 protein functions as an adipokine that improves glucose metabolism. *J Biol Chem*. 2011 Oct; 286(40):34552-8.
- 5- Rezaeian N, Ravasi AA, Soori R, Akbarnezhad A, Mirshafiey SA, Towfighi Zavarah F. Effect of one session of aerobic training on serum levels of adipolin and some inflammatory factors in postmenopausal women. *Sport Physiol*. 2017 winter; 8(32):49-66. [Full text in Persian]
- 6- Rezaeian N, Ravasi AA, Soori R, Akbarnezhad A. In effect of one session of resistance training on serum levels of adipolin and some factors regulating adipolin sedentary obese women. *JAHSSP*. 2016 spring-summer; 3(1):11-30. [Full text in Persian]
- 7- Tan BK, Chen J, Adya R, Ramanjaneya M, Patel V, Randeve HS. Metformin increases the novel adipokine adipolin/CTRP12: role of the ampk pathway. *J Endocrinol*. 2013 Oct; 219(2):101-8.
- 8- Rezaeian N, Ravasi AA, Soori R, Akbarnezhad A, Mirshafiey SA, Towfighi Zavarah F. Effect of resistance training on serum levels of adipolin and insulin resistance in obese women. *J Sports Biosci*. 2020 Spring; 12(1):1-16. [Full text in Persian]
- 9- Rahmatollahi M, Ravasi AA, Soori R, Onegh B, Dolati F. Adipolin and insulin resistance response to two types of exercise training in type 2 diabetic male rats. *Endocrinol Metab Int*. 2018 Jan; 6(1):36-40.

- 10- Soori R, Asad MR, Barahouei Jamar Z, Rezaeian N. The effect of aerobic training on the serum level of adipolin and insulin resistance in overweight men. *Feyz*. 2016 winter; 19(6):495-503. [Full text in Persian]
- 11- Khairandish R, Hashemi A, Abedanzadeh R, Ranjbar R. The effect of Pilates training on some psychological factors and their relation with body mass index of passive obese. *Health Psychol*. 2019 Spring; 8(29):119-133. [Full text in Persian]
- 12- Cakmakci Q. The effect of 8 week Pilates exercise on body composition in obese women. *Coll Antropol*. 2011 Dec; 35(4):1045-50.
- 13- Jalili S, Mohammad Ali Nasab Firouzjah E. Effect of six weeks of cx worx training on core muscles endurance balance, and upper extremity function in athletic girls with trunk deficiency. *J Rehab Med*. 2020 Winter; 8(4):8-19. [Full text in Persian]
- 14- Roostaei M, Ravasi AA, Rashid Lamir A, Soori R, Pirani H. The effect of 8 weeks of continuous training on serum levels of asprosin, insulin and insulin resistance index in obese rats. *J Sport Biosci*. 2022 Autumn; 14(3):1-9. [Full text in Persian]
- 15- Martins RA, Neves AP, Silva M, Verlssimo M, Teixeira M. The effect of aerobic versus strengthbased training on high-sensitivity c-reactive protein in older adults. *Eur J App Physiol*. 2010 Sep; 110(1):161-169.
- 16- Rahimpour R, Mehrabani J. The effect of treadmill aerobic exercise training on adipolin glucose and insulin in type 2 diabetic male rats. *JAHSSP*. 2018 Summer; 5(1):93-105. [Full text in Persian]
- 17- Aghaei F, Gaeini AA, Nikbakht H. The effect of 12 weeks of Pilates training on crp-hs values and lipid profile in women middle aged. *Sport Sci*. 2014 Autumn; 6(15):67-84. [Full text in Persian]
- 18- Le S, Mao L, Lu D, Yang Y, Tan X, Wiklund P, et al. Effect of aerobic exercise on insulin resistance and central adiposity disappeared after the discontinuation of intervention in overweight women. *J Sport Health Sci*. 2016 Jun; 5(2):166-170.
- 19- Lee S, libman I, Hughan K, Kuk JL, Jeong JH, Zhang D, et al. Effects of exercise modality on insulin resistance and ectopic fat in adolescents with overweight and obesity: A Randomized Clinical trial. *J Pediatr*. 2019 Mar; 206:91-98.
- 20- Soori R, Asad MR, Barahouei Jamar Z, Rezaeian N. Effect of endurance training with two different intensities on serum levels of adipolin and some of its regulating factors in sedentary men. *J Sport Exerc Physiol*. 2021 Winter; 13(2):45-56. [Full text in Persian]
- 21- Jacob KJ, Chevalier S, Lamarche M, Morais JA. Leucine supplementation does not alter insulin sensitivity in prefrail and frail older women following a resistance training protocol. *J Nutr*. 2019 Jun; 149(6):959-967.