

تأثیر هشت هفته تمرین پیلاتس بر سطوح سرمی آیریزین و شاخص مقاومت به انسولین زنان چاق

رضوان خیراندیش^۱، روح‌اله رنجبر^۲، عبدالحمید حبیبی^۳

۱. کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۲. استادیار دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۳. استاد دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۹۵/۷/۲۵

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۶/۲/۱۰

چکیده

هدف پژوهش: آیریزین مایوکین، آدیپوکین، و نوروکین جدیدی است که اخیراً در انسان و موش کشف شده است، شواهد نشان می‌دهد آیریزین در انسان، با چاقی و دیابت ارتباط دارد، لذا پژوهش حاضر با هدف تأثیر تمرین بلندمدت پیلاتس بر سطح سرمی آیریزین و شاخص مقاومت به انسولین زنان چاق، انجام شده است. **روش پژوهش:** پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون بود. در این تحقیق ۲۴ زن چاق (میانگین سنی $38/4 \pm 8/61$ سال و میانگین BMI $35/6 \pm 2/95$ کیلوگرم بر مترمربع)، به طور داوطلبانه شرکت کردند و به طور تصادفی به دو گروه تمرین پیلاتس (۱۵ نفر) و کنترل (۹ نفر) تقسیم شدند. گروه تمرین به مدت هشت هفته، سه جلسه در هفته به تمرین پیلاتس با RPE ۱۴-۱۶ پرداختند، در حالی که گروه کنترل هیچ گونه تمرینی نداشتند. نمونه‌های خونی قبل و بعد از تمرین برای اندازه‌گیری گلوکز، انسولین، مقاومت به انسولین و آیریزین تهیه شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌های آماری از آزمون تی وابسته و تحلیل کوواریانس استفاده شد. **نتایج:** تحلیل آماری نشان داد پس از هشت هفته تمرین پیلاتس سطوح سرمی گلوکز ($p=0/44$)، انسولین ($p=0/81$)، مقاومت به انسولین ($p=0/85$) و آیریزین ($p=0/86$) در گروه تمرین در مقایسه با گروه کنترل تغییر معناداری پیدا نکرد ($P>0/05$). همچنین، هیچ رابطه‌ای بین آیریزین با BMI، وزن، گلوکز، انسولین و شاخص مقاومت به انسولین مشاهده نشد. **نتیجه‌گیری:** نتایج حاکی از افزایش VO_{2max} بعد از تمرین پیلاتس بود ($P<0/05$). نتایج حاکی از این است که انجام هشت هفته تمرین پیلاتس، اثری بر سطوح گلوکز، انسولین، مقاومت به انسولین و آیریزین زنان چاق ندارد.

کلیدواژه‌ها: پیلاتس، چاقی، مقاومت به انسولین، آیریزین

The Effect of Eight Weeks Pilates Training on Irisin Serum Levels and Insulin Resistance Index in Obese Women

Abstract

Purpose: Irisin is a novel myokine, adipokine and neurokine that recently discovered in humans and mice. Evidence suggests that Irisin is associated with obesity and diabetes. The purpose of this study was to determine the effect of 8-weeks Pilates training programs on serum irisin levels and insulin resistance index in obese women. **Methods:** This research is a semi experimental study with pre-and post-test Design. In this quasi-experimental study, 24 obese women (mean age $38/4 \pm 8/61$ years and BMI $35/6 \pm 2/95$ kg/m²) volunteered to participate in this study and were randomly divided into Pilates group (n=15) and control group (n=9). Pilates training program performed in 8 weeks, 3 times per week, and 14-16 RPE While the control group did not exercise. Blood samples were obtained before and after training to measure glucose, insulin, insulin resistance and Irisin. Data were analyzed with paired-sample t-test and ANCOVA. **Results:** The results indicated no significant changes in blood glucose ($p=0.44$), insulin ($p=0.81$), insulin resistance index ($p=0.85$) and serum Irisin levels ($p=0.86$) in Pilate's group compared with the control group after 8 weeks ($p>0.05$). Furthermore, correlation was not between Irisin to BMI, weight, glucose, insulin, and insulin resistance index ($p \geq 0.05$). The results were showed increase VO_{2max} after the Pilates exercises ($p<0.05$) **Conclusions:** This finding revealed that 8 weeks Pilates training cannot be considerable impact on glucose, insulin, insulin resistance index and serum Irisin levels in obese women.

Keywords: Pilates, Obes, Insulin resistance index, Irisin

✉ نویسنده مسئول: رضوان خیراندیش | تلفن: ۰۹۳۹۴۱۰۹۳۳۲

دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی

پست الکترونیکی: Khairandish_sport@yahoo.com

مقدمه

در جهان امروز هر چه تمدن ظاهری گسترده‌تر و استفاده از وسایل خودکار وسیع‌تر می‌شود، فعالیت‌های جسمانی افراد نیز کمتر شده و چاقی افزایش می‌یابد (۱) (۱). طیف گسترده‌ای از عوامل رفتاری، ژنتیکی، بیولوژیکی و زیست‌محیطی به شیوع چاقی کمک می‌کنند، اما عدم تعادل انرژی مصرفی ناشی از فعالیت‌های جسمانی محدود و دریافت انرژی اضافی، مهم‌ترین عامل چاقی شمرده می‌شود (۲)

بافت چربی را می‌توان به دو نوع اصلی بافت چربی سفید و بافت چربی قهوه‌ای تقسیم کرد. بافت چربی سفید نمایانگر بخش عمده بافت چربی در انسان و محل ذخیره‌ی تری‌گلیسرید است (۳). بافت چربی قهوه‌ای منبع اختصاصی است که در گرم‌زایی بدن، لرزیدن و هزینه انرژی، به ویژه در پستانداران کوچک و نوزادان نقش دارد (۴). بافت چربی قهوه‌ای با مقاومت در برابر بیماری‌های متابولیکی و دیابت نوع ۲ مرتبط است (۵). در حقیقت برخلاف عمل ذخیره‌سازی که ویژه بافت چربی سفید است، بافت چربی قهوه‌ای به خاطر بیان پروتئین جفت‌نشده-۱ و افزایش تراکم میتوکندریایی، نقش گرم‌زایی (تبدیل انرژی شیمیایی به انرژی حرارتی) ایفا می‌کند (۶).

در سال‌های اخیر تعامل بین بافت چربی و عضله اسکلتی به طور فزاینده‌ای به رسمیت شناخته شده است. بر مبنای این تعامل، تبدیل بافت چربی سفید به قهوه‌ای و افزایش گرم‌زایی و انرژی مصرفی و در نهایت کاهش وزن به واسطه مایوکاین آیریزین نشان داده شده است (۷). آیریزین، مایوکاین (۸) آدیپوکین (۹) و نوروکین (۱۰) جدیدی است که اخیراً در انسان و موش کشف شده است (۱۱) و توسط PGC-1 القا می‌شود (۷). PGC-1 عامل فعال‌کننده عامل رونویسی γ -PPAR¹ است که بسیاری از اثرات زیستی خود را بر متابولیسم انرژی اعمال می‌کند (۱۲). اثرات مفید ناشی از افزایش بیان ژن PGC-1 ممکن است خارج از بافت عضلانی نیز باشد، زیرا این عامل موجب بیان ژن UCP1 و گرم‌زایی در بافت چربی قهوه‌ای می‌گردد (۱۲). در موش‌های ترانس ژنیک، PGC1- α علاوه بر افزایش طول عمر، مقاومت به دیابت و چاقی ناشی از افزایش سن را نشان می‌دهد (۷). به لحاظ نظری، فعالیت ورزشی با افزایش PGC1- α در عضله

اسکلتی و به دنبال آن، افزایش پروتئین غشایی فیبرونکتین FNDC5 در عضله، منجر به تولید آیریزین می‌شود (۸). آیریزین کل انرژی مصرفی عضلانی را افزایش داده، وزن بدن را کاهش می‌دهد. هی پارک و همکاران (۲۰۱۳) دریافتند بین آیریزین و شاخص توده بدن رابطه مثبتی وجود دارد (۱۳)؛ در حالی که بولوهر و همکاران (۲۰۱۴) رابطه‌ای بین آیریزین و BMI² مشاهده نکردند (۱۴). آیریزین در مقاومت به انسولین مؤثر است و به کنترل بیماری دیابت نوع ۲ کمک می‌کند؛ بنابراین کاهش وزن، بهبود مقاومت به انسولین، کنترل بیماری دیابت نوع دو و درمان اختلالات چاقی را به همراه دارد (۱۵). فعالیت ورزشی از جمله مواردی است که می‌تواند بر ترشح آیریزین تأثیرگذار باشد (۷).

امروزه مزایای استفاده از تمرین ورزشی مناسب به منظور بهبود درمان غیردارویی بیماری‌های متابولیکی و قلبی-عروقی به خوبی نشان داده شده است (۱۶). فعالیت بدنی احتمالاً از طریق کاهش شاخص‌های التهابی، انعقادی و چاقی می‌تواند باعث کاهش مرگ و میر شود (۱۷). بسیاری از افراد به دلیل بیماری قلبی، آرتروز، دیسک، کمردرد، فشارخون، چاقی و مانند آن نمی‌توانند در بعضی فعالیت‌های بدنی شرکت کنند. در این میان تمرینات، پیلاتس روشی مناسب برای تمرین آگاهی ذهن، بدن و کنترل حرکات وضعیتی است. پیلاتس شامل حرکات کششی و قدرتی است که در طول دامنه حرکتی مفصل یا یک سرعت کنترل‌شده همراه با تمرکز و تنفس‌های عمیق انجام می‌شود (۱۷، ۱۸). اجرای این تمرینات نیاز به مهارت و تجهیزات خاصی ندارد و روی تشک و برای افراد با سطح آمادگی جسمانی معمولی قابل اجرا است (۱۹). پیلاتس توسط متخصصان به عنوان روشی منحصر به فرد از آمادگی جسمانی که در آن ترکیبی از تقویت، کشش و تنفس عضلانی به منظور توسعه عضلات تنه و بازگرداندن تعادل عضله استفاده می‌شود، شناخته شده است (۲۰، ۲۱). با توجه به تأثیر فعالیت ورزشی بر افزایش PGC-1 α و اثر آن بر ترشح آیریزین، به نظر می‌رسد آیریزین در پاسخ به فعالیت ورزشی افزایش می‌یابد و تمرین هوازی، محرکی برای آن است (۲۲). در اغلب تحقیقات برای کاهش وزن و چربی از تمرینات هوازی استفاده می‌شود. انجام

فعالیت‌های هوازی برای افراد چاق مشکل و حتی غیرممکن است (۱۷). از آنجا که پیلاتس ورزشی هوازی است که در تقویت عضلات نیز مؤثر می‌باشد و همچنین جهش و پرش ندارد و کمتر باعث آسیب‌دیدگی می‌شود و همه گروه‌های سنی قادر به انجام آن می‌باشند، به نظر می‌رسد برای افراد چاق مناسب باشد؛ از این رو، با توجه به روند افزایش چاقی و تمرکز بر این نکته که بیشتر تلاش‌ها در جهت پیشگیری و درمان بیماری‌ها بدون استفاده از دارو می‌باشد و سبک زندگی فعال در پیشگیری و درمان بسیاری از بیماری‌ها اهمیت ویژه‌ای دارد، و همچنین به علت تحقیقات اندکی که در این زمینه صورت گرفته است، لزوم انجام چنین تحقیقی احساس می‌شود؛ بنابراین محقق به دنبال این سؤال است که آیا هشت هفته تمرین پیلاتس بر سطوح سرمی آیریزین و شاخص مقاومت به انسولین زنان چاق تأثیر دارد؟

روش پژوهش

نمونه‌های پژوهش

پژوهش حاضر به روش نیمه‌تجربی و از نوع کاربردی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون بود. گزینش آزمودنی‌ها از طریق پخش اطلاعیه‌ای در مناطق مختلف شهر اهواز، به صورت داوطلبانه و همچنین دارا بودن شرایط و ویژگی‌های لازم تحقیق شامل BMI بالای ۳۰، نداشتن هر گونه فعالیت منظم ورزشی، عدم ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی، پرفشارخونی و دیابت انجام شد. از آزمودنی‌ها خواسته شد تا در تاریخ مشخصی در جلسه توجیهی شرکت نمایند. داوطلبان در این جلسه ابتدا با نوع طرح، اهداف و روش اجرای آن، شامل اجرای آزمون اولیه (پیش‌آزمون)، شرکت در دوره‌های تمرینی و آزمون‌های نهایی (پس‌آزمون) آشنا شدند؛ و سپس آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامه شرکت در آزمون و فرم پرسشنامه اطلاعات عمومی و سلامت را تکمیل کردند و به آن‌ها اطمینان داده شد که اطلاعات دریافتی از آن‌ها کاملاً محرمانه خواهد بود. در ابتدا ۱۲۰ نفر متقاضی شرکت در تحقیق بودند، که بسیاری از آن‌ها به علت نداشتن شرایط فوق‌الذکر حذف شدند. آزمودنی‌های انتخابی شامل ۳۴ نفر بودند که به

طور تصادفی در دو گروه کنترل و تمرین قرار گرفتند. در طول پروتکل تحقیق ۱۰ نفر از ادامه آزمون منصرف شدند. بنابراین پروتکل تحقیق با ۱۵ نفر در گروه تمرین و ۹ نفر در گروه کنترل به پایان رسید. خصوصیات پایه آزمودنی‌ها در جدول ۳ ارائه شده است. پروتکل پژوهش آزمودنی‌ها سه روز قبل از شروع تمرین، جهت آشنایی با مکان و فضای سالن ورزشی در سالن ورزشی حضور یافتند. تمامی تست‌های ورزشی قبل و بعد از تمرین در ساعت ۸ تا ۱۰ صبح در آزمایشگاه دانشکده تربیت بدنی دانشگاه شهید چمران اهواز صورت گرفت. شاخص‌های آنترئوپومتریکی (قد و وزن) و ترکیب بدنی (شاخص توده بدنی و درصد چربی) هر آزمودنی قبل از شروع اولین جلسه در آزمایشگاه مورد سنجش قرار گرفت. قد افراد با قدسنج seca آلمان با دقت ۰/۵ و وزن افراد با ترازوی سکا و با دقت ۰/۱ کیلوگرم با حداقل لباس اندازه‌گیری شد. شاخص توده بدن از تقسیم وزن (کیلوگرم) بر مجذور قد (مترمربع) به دست آمد. درصد چربی آزمودنی‌ها با دستگاه بیومپدانس الکتریک (BIA)، مدل المپیا ۳/۳، شرکت جاوون کره جنوبی اندازه‌گیری شد. اکسیژن مصرفی بیشینه (VO_2max) با استفاده از آزمون بروس اصلاح‌شده بر روی نوارگردان اندازه‌گیری شد. در این روش ۱۱ مرحله وجود دارد که طول مدت هر مرحله سه دقیقه می‌باشد. سرعت (کیلومتر بر ساعت) و شیب نوارگردان در جدول ۱ نشان داده شده است. زمان کل ثبت‌شده برای هر آزمودنی (تا رسیدن به واماندگی) در فرمول زیر قرار گرفته و VO_2max محاسبه گردید (۲۳).

$$VO_2max(ml/kg/min) = 9/48 + (2/327 \times \text{زمان (دقیقه)})$$

جدول ۱. مراحل آزمون بروس تعدیل شده

مرحله	زمان (دقیقه)	سرعت (کیلومتر در ساعت)	سرعت (مایل بر ساعت)	شیب (درجه)
۱	۰-۳	۲/۷	۱/۷	۰
۲	۳-۶	۲/۷	۱/۷	۵
۳	۶-۹	۲/۷	۱/۷	۱۰
۴	۹-۱۲	۴/۰	۲/۵	۱۲
۵	۱۲-۱۵	۵/۵	۳/۴	۱۴
۶	۱۵-۱۸	۶/۸	۴/۲	۱۶
۷	۱۸-۲۱	۸/۰	۵/۰	۱۸
۸	۲۱-۲۴	۸/۸۵	۵/۴	۲۰
۹	۲۴-۲۷	۹/۶۵	۵/۹	۲۲
۱۰	۲۷-۳۰	۱۰/۴۶	۶/۴	۲۴
۱۱	۳۰-۳۳	۱۱/۳	۷/۰۲	۲۴

کردن، بدنه اصلی و مرحله سرد کردن بود. مدت زمان تمرین پیلاتس در هفته اول و دوم ۴۰ دقیقه، سوم و چهارم ۴۵ دقیقه، پنجم و ششم ۵۰ دقیقه، هفتم و هشتم ۶۰ دقیقه بود، به طوری که ۱۰ دقیقه به گرم کردن و ۱۰ دقیقه به سرد کردن اختصاص می‌یافت. شدت تمرین به وسیله RPE^۳ از RPE ۹-۱۰ و در مرحله اصلی از RPE ۱۶-۱۴، استفاده شد. حرکات مورد استفاده در جلسات تمرینی در جدول شماره ۲ آمده است. (۲۴). در اولین جلسه، اصول پایه تمرینات پیلاتس برای آزمودنی‌ها توضیح داده شد که در تمام جلسات این اصول پایه رعایت شد؛ ضمناً در ابتدای هر جلسه مقدمات تمرین، شامل بررسی وضعیت بدنی (لگن، خاصره و ستون فقرات)، کنترل تنفس و نحوه درست ایستادن در کلاس پیلاتس آموزش داده می‌شد.

برنامه تمرینی پیلاتس به مدت ۸ هفته، سه جلسه در هفته اجرا شد. هر جلسه تمرینی پیلاتس شامل مرحله گرم

جدول ۲. برنامه تمرین پیلاتس

متغیر	نوع حرکت	شدت تمرین بر اساس RPE
گرم کردن	ایستادن پیلاتس، تنفس پیلاتس، رفتن روی پنجه پا، سینی با دست و پیشخدمت نادان، مهره به مهره پایین رفتن، چهار دست و پا یا میز اجرای ثابت، بالا آوردن تک پا، گربه نشسته، نخ کردن سوزن نشسته، ستاره مرحله یک، flex-point	۹-۱۰
حرکات اصلی	اول و دوم	تبادل یک پا از روبرو با پای خم، پایین رفتن از پشت به زمین، دایره تک پا و چرخش پنجه پا، رساندن کف هر دو دست به زمین، چهار دست و پا با ضربه دست و پا، پری دریایی، پل سرشانه با حرکت یک پا
	سوم و چهارم	پایین رفتن از پشت به زمین، دایره تک پا و چرخش پنجه پا، رساندن کف هر دو دست به زمین، چهار دست و پا با ضربه دست و پا، پری دریایی، پل سرشانه با حرکت یک پا، فشارلوزی، کبری، کبری با چرخش گردن، شنای کامل، ستاره کامل، سوپرمن، دارت، دارت با چرخش کمر به طرفین، کن کن با پای جمع و صاف و دو پای صاف، تعادل یک پا از روبرو با پای خم
	پنجم و ششم	دایره تک پا و چرخش پنجه پا، رساندن کف هر دو دست به زمین، چهار دست و پا با ضربه دست و پا، پری دریایی، پل سرشانه با حرکت یک پا، فشارلوزی، کبری، کبری با چرخش گردن، سوپرمن، دارت، دارت با چرخش کمر به طرفین، کن کن با پای جمع و صاف و دو پای صاف، خم شدن از پهلو خوابیده، کشش تک پا، کشش تک پا با پیچ بالاتنه
	هفتم و هشتم	دایره تک پا و چرخش پنجه پا، چهار دست و پا با ضربه دست و پا، تعادل یک پا از روبرو با پای خم، پایین رفتن از پشت به زمین، رساندن کف هر دو دست به زمین، پری دریایی، پل سرشانه با حرکت یک پا، ستاره کامل، سوپرمن، دارت، دارت با چرخش کمر به طرفین، کن کن با پای جمع و صاف و دو پای صاف، خم شدن از پهلو خوابیده، کشش تک پا، کشش دو پا، کشش تک پا با پیچ بالاتنه، اره، رول آپ، صد، خط کش از پشت، خط کش از جلو، ضربه پا از پهلو
سرد کردن	چهار دست و پا یا میز اجرای ثابت، سجده، گربه، نخ کردن سوزن نشسته، پل سرشانه، تنفس، کشش سر، بالا و پایین آوردن شانه	۹-۱۰

(HOMA-IR) و بر اساس معادله زیر محاسبه گردید.

HOMA-IR=

$$\frac{22}{5} \div (\mu\text{U/mL}) \times (\text{میکروبیونیت بر میلی لیتر}) \div \text{انسولین ناشتا} \times (\text{میلی مول بر لیتر}) \div \text{گلوکز ناشتا}$$

تحلیل آماری

از آمار توصیفی برای تعیین میانگین و انحراف معیار هر متغیر و از آزمون شاپیروویلک، برای تعیین توزیع طبیعی داده‌ها استفاده شد. برای بررسی تغییرات درون گروهی از آزمون توایسته و برای تغییرات بین گروهی از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد. به منظور بررسی ارتباط بین متغیرها از آزمون همبستگی پیرسون استفاده گردید. تمامی محاسبات با استفاده از نرم‌افزار SPSS 23 انجام شد و سطح معنی‌داری آزمون‌ها کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد ($P < 0/05$).

نتایج

میانگین و انحراف معیار شاخص‌های آنتروپومتریکی، ترکیب بدنی و همچنین سطوح معنی‌دار متغیرهای مورد مطالعه در جدول ۳ و مشخصات بیوشیمیایی در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول ۳. شاخص‌های آنتروپومتریک و ترکیب بدن آزمودنی‌های تحقیق

(داده‌ها به صورت میانگین \pm انحراف استاندارد ارائه شده است).

متغیر	گروه	پیش‌آزمون (M \pm SD)	پس‌آزمون (M \pm SD)
سن (سال)	پیلاتس	۳۹/۱ \pm ۱۰/۰	—
	کنترل	۳۴/۶ \pm ۹/۰	—
قد (سانتیمتر)	پیلاتس	۱۵۶/۰ \pm ۵/۵	—
	کنترل	۱۵۹/۴ \pm ۸/۳	—
وزن (کیلوگرم)	پیلاتس	۸۷/۴ \pm ۱۰/۰	۸۶/۲ \pm ۱۰/۳*
	کنترل	۹۲/۳ \pm ۱۱/۳	۹۲/۰ \pm ۱۱/۳
BMI (کیلوگرم بر مترمربع)	پیلاتس	۳۵/۹ \pm ۳/۴	۳۵/۳۶ \pm ۳/۴*
	کنترل	۳۶/۳ \pm ۱/۹	۳۶/۱ \pm ۱/۹
PBF (درصد)	پیلاتس	۴۱/۹۷ \pm ۲/۵	۴۰/۹ \pm ۲/۸*
	کنترل	۴۲/۴ \pm ۱/۷	۴۱/۲ \pm ۲/۴*
LBM (کیلوگرم)	پیلاتس	۴۹/۷ \pm ۴/۱	۵۰/۶ \pm ۴/۹
	کنترل	۵۲/۵ \pm ۵/۷	۵۳/۵ \pm ۶/۳*
اکسیژن مصرفی بیشینه (میلی لیتر/کیلوگرم/دقیقه)	پیلاتس	۳۴/۹۴ \pm ۳/۳۴	۳۹/۷۵ \pm ۲/۱۷*
	کنترل	۳۶/۷۳ \pm ۴/۰۷	۳۶/۷۹ \pm ۴/۴۷

(*معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ در مقایسه با پیش‌آزمون)

روش‌های آزمایشگاهی برای تعیین سطح اولیه انسولین، گلوکز خون و آیریزین سرم، خون‌گیری در دو مرحله، ۲۴ ساعت قبل از شروع اولین جلسه تمرین (پیش‌آزمون) و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین (برای جلوگیری از اثر حاد آخرین جلسه تمرین بر متغیرهای خونی) پس از ۱۲ ساعت ناشتایی، از ساعت ۷ تا ۸ صبح و هر بار به مقدار ۵ میلی‌لیتر از سیاهرگ بازویی هر فرد در وضعیت نشسته گرفته شد. پس از انعقاد کامل خون، نمونه‌های خونی به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد؛ سپس سرم جدا شده تا زمان اندازه‌گیری پارامترها در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. سطوح آیریزین با استفاده از (کیت انسانی آیریزین، شرکت کازابو^۴ ژاپن) و انسولین خون (کیت انسانی مونوباند^۵ آمریکا) و با استفاده از روش الیزا^۶ و دستگاه الیزا ریدر STAT-FAX ساخت کشور آمریکا اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری گلوکز با استفاده از کیت بیونیک و با دستگاه اتوآنالایزر (هیتاچی ۹۰۲) انجام گردید. همچنین مقاومت به انسولین با روش ارزیابی مدل

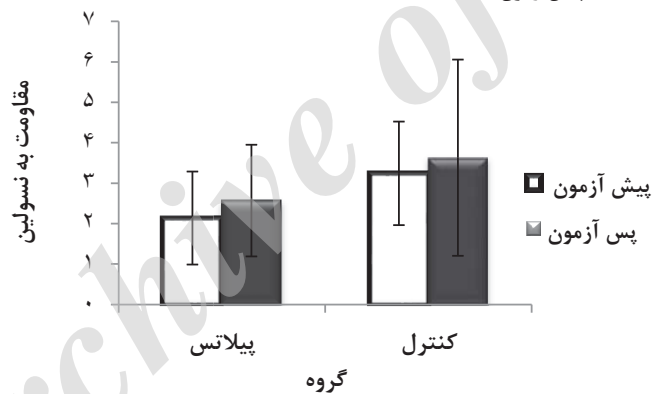
گروه کنترل و تمرین در سطوح گلوکز ($F=0/62, P=0/44$) و انسولین ($F=0/05, P=0/81$) مشاهده نمی‌شود. به علاوه، تفاوت معناداری بین میانگین شاخص مقاومت به انسولین ($F=0/85, P=0/03$) و آیریزین ($P=0/86$)، $F=0/03$ (گروه تمرین در مقایسه با گروه کنترل پیدا نشد (شکل ۱ و ۲).

نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد هشت هفته تمرین پیلاتس سبب تغییر معنی‌داری در وزن بدن ($P=0/19$)، شاخص توده بدن ($P=0/07$)، درصد چربی ($P=0/73$)، توده خالص بدن ($P=0/70$) نشد، در صورتی که پس از مداخله تمرینی، افزایش معناداری در مقادیر اوج اکسیژن مصرفی مشاهده شد ($p<0/001$)؛ همچنین همان طور که در جدول ۴ نشان داده شده است، تفاوت معناداری بین

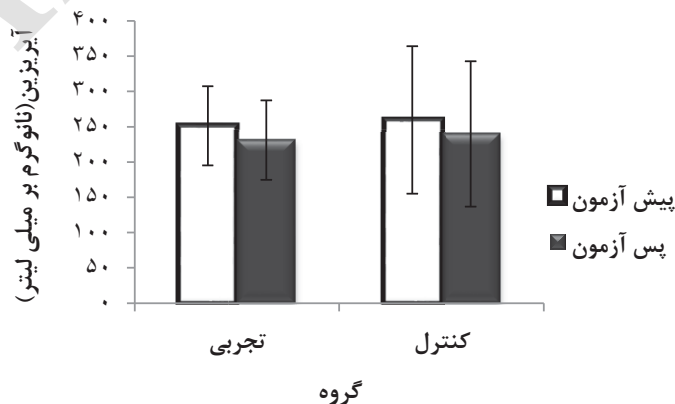
جدول ۴. مقادیر گلوکز و انسولین دو گروه در بیش‌آزمون و پس‌آزمون (داده‌ها به صورت میانگین \pm انحراف استاندارد ارائه شده است).

متغیر	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	تغییرات درون‌گروهی	
				Sig	
گلوکز خون ناشتا (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	پیلاتس	$77/4 \pm 10/7$	$84/5 \pm 11/2$ *	0/00*	0/62
	کنترل	$77/3 \pm 13/8$	$87/8 \pm 20/9$ *	0/03*	
انسولین (میکرو واحد بین‌المللی بر میلی‌لیتر)	پیلاتس	$10/9 \pm 5/7$	$12/1 \pm 5/6$	0/36	0/05
	کنترل	$16/9 \pm 5/5$	$15/7 \pm 6/9$	0/60	

(*معنی‌داری در سطح 0/5 نسبت به پیش‌آزمون)



شکل ۱. مقایسه میانگین (\pm انحراف معیار) مقاومت به انسولین دو گروه پیلاتس و کنترل ($p>0.05$)



شکل ۲. مقایسه میانگین (\pm انحراف معیار) آیریزین دو گروه پیلاتس و کنترل ($p>0.05$)

شدت و نوع تمرین از اصلی‌ترین عوامل تأثیرگذار بر آیریزین است و شدت‌های بالای تمرینی، سبب افزایش بیشتر سطوح سرمی آیریزین می‌شود (۳۰، ۳۱). پژوهشی به مقایسه دو شدت کم (۴۰٪ VO_{2max}) و زیاد (۸۰٪ VO_{2max}) تمرینی بر سطوح آیریزین سرمی پرداخت، نتایج حاکی از افزایش معنادار آیریزین در تمرین با شدت بالا بود (۳۰). در همین زمینه محقق دیگری به مقایسه تمرین مقاومتی و تمرین استقامتی با شدت بالا (با سرعت ۳۴ متر بر دقیقه) بر سطوح آیریزین سرمی پرداخت. نتایج نشان‌دهنده افزایش معنادار آیریزین در گروه تمرین استقامتی با شدت بالا بود (۳۲). در تحقیق حاضر از تمرین پیلاتس با RPE ۱۶-۱۴ استفاده شده بود و با در نظر گرفتن این مسئله که ماهیت این تمرین شدت بالایی ندارد، احتمالاً یکی از دلایل عدم معناداری آیریزین باشد.

روش تجزیه و تحلیل آیریزین بر نتایج آیریزین اثرگذار است. شیوه اندازه‌گیری آیریزین در این تحقیق همانند تحقیق پکالا و همکاران (۳۳)، با استفاده از روش الیزا صورت گرفت که در هر دو تحقیق تغییر معناداری در سطوح آیریزین مشاهده نشد و این نتیجه با تحقیق بوستروم و همکاران (۷) که از روش وسترن بلات برای اندازه‌گیری آیریزین استفاده کرده بودند، متناقض است؛ علاوه بر این، استفاده از آنتی‌بادی‌های مختلف در روش الیزا و کیت‌های تجاری مختلف (۳۴) بر سطوح آیریزین تأثیرگذار است.

در مطالعه حاضر مقاومت به انسولین نیز تغییر معناداری پیدا نکرد که با نتایج تحقیقات رنجبر و همکاران (۳۵) و پوریر و همکاران (۳۶) همخوان است. گودپاستر و همکاران (۱۹۹۹) معتقدند بهبود مقاومت انسولینی با کاهش وزن و BMI ارتباط دارد (۳۷). همچنین مقاومت به انسولین از طریق غیرمستقیم (شاخص HOMA-IR) محاسبه شده است که می‌تواند نتایج تحقیق را با کاهش توان آماری تحت تأثیر قرار دهد (۳۸). علت احتمالی دیگر برای عدم تغییر مقاومت به انسولین را می‌توان طبیعی بودن مقادیر گلوکز و انسولین آزمودنی‌ها در حالت پایه دانست.

همچنین رابطه معناداری بین آیریزین و مقاومت به انسولین مشاهده نشد که با نتایج تحقیق پکالا و همکاران

جدول ۵ در ارتباط با نتایج آزمون همبستگی پیرسون نشان می‌دهد بین تغییرات غلظت سرمی آیریزین با هیچ یک از متغیرهای مورد بررسی رابطه معناداری مشاهده نشد.

جدول ۵. رابطه سطح سرمی آیریزین با وزن، BMI، PBF، LBM، گلوکز، انسولین، مقاومت به انسولین

متغیر	آیریزین سرم	
	ضریب همبستگی (r)	سطح معناداری (p)
وزن	۰/۰	۰/۷
BMI	-۰/۰	۰/۸
PBF	۰/۰	۰/۸
LBM	-۰/۰	۰/۹
گلوکز	-۰/۴	$p < ۰/۰۱$
انسولین	۰/۲	۰/۳
مقاومت به انسولین	۰/۰	۰/۸

بحث و نتیجه‌گیری

آیریزین هورمونی است که اثرات متابولیکی مطلوبی در ارتباط با ورزش منظم دارد (۲۵). شواهد نشان می‌دهد که آیریزین در انسان با چاقی و دیابت رابطه دارد (۹، ۲۶). مقاومت انسولینی یکی از اختلالات مرتبط با چاقی است (۲۷). مطالعات نشان می‌دهد که فعالیت بدنی و کاهش وزن، مقاومت انسولینی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۲۸). مطالعه حاضر نشان داد که سطوح آیریزین سرم، مقاومت به انسولین، وزن بدن، شاخص توده بدن و درصد چربی بدن بعد از هشت هفته تمرین پیلاتس تغییر معناداری نکرد. یافته‌های این پژوهش با نتایج مطالعات جویانگ‌هو و همکاران، همسو و با مطالعه بولوهر و همکاران، ناهمسو است (۱۴، ۲۹). از جمله عواملی که می‌تواند بر عدم معناداری آیریزین مؤثر باشد، مدت زمان تمرین است. کوتاه بودن مدت زمان تمرین در این مطالعه نسبت به مطالعات دیگر می‌تواند بیان‌کننده این مسئله باشد. بولوهر و همکاران (۱۴) به بررسی تأثیر یک سال تمرین ورزشی بر آیریزین در ۶۵ کودک چاق (۷ تا ۱۸ سال) پرداختند. تمرینات شامل ۱۵۰ دقیقه تمرین در هفته (دویدن و طناب‌زنی) بود. نتایج نشان داد آیریزین بعد از تمرین افزایش یافت. پس می‌توان علت عدم معناداری آیریزین را به کوتاه بودن مدت زمان تمرین حاضر نسبت داد.

منابع

- Zakavi I, Sharifi M, Panahizadeh M, Valipour AA. Effect of Eight Weeks Roping on Interleukin 18 and Creactive protein The in Overweight and Obese Adolescents. 2014: 37-48.
 - Sedaghat, F., Rabeie, S., & Rastmanesh, R. The relationship between serum cortisol and vitamin C levels with obesity. Jundishapur Scientific Medical Journal. 2012. Sep 22;11(4):341-53.
 - Vázquez-Vela ME, Torres N, Tovar AR. White adipose tissue as endocrine organ and its role in obesity. Archives of medical research. 2008 Nov 30;39(8):715-28.
 - Gesta S, Tseng YH, Kahn CR. Developmental origin of fat: tracking obesity to its source. Cell. 2007 Oct 19;131(2):242-56.
 - Joung KE, Park KH, Zaichenko L, Sahin-Efe A, Thakkar B, Brinkoetter M, Usher N, Warner D, Davis CR, Crowell JA, Mantzoros CS. Early life adversity is associated with elevated levels of circulating leptin, irisin, and decreased levels of adiponectin in midlife adults. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. 2014 Jun 1;99(6):E1055-60.
 - Handschin C, Spiegelman BM. The role of exercise and PGC1 α in inflammation and chronic disease. Nature. 2008 Jul 24;454(7203):463-9.
 - Boström P, Wu J, Jedrychowski MP, Korde A, Ye L, Lo JC, Rasbach KA, Boström EA, Choi JH, Long JZ, Kajimura S. A PGC1-[agr]-dependent myokine that drives brown-fat-like development of white fat and thermogenesis. Nature. 2012 Jan 26;481(7382):463-8.
 - Roca-Rivada A, Castelao C, Senin LL, Landrove MO, Baltar J, Crujeiras AB, Seoane LM, Casanueva FF, Pardo M. FNDC5/irisin is not only a myokine but also an adipokine. PloS one. 2013 Apr 11;8(4):e60563.
 - Piya MK, Harte AL, Sivakumar K, Tripathi G, Voyias PD, James S, Sabico S, Al-Daghri NM, Saravanan P, Barber TM, Kumar S. The identification of irisin in human cerebrospinal fluid: influence of adiposity, metabolic markers, and gestational diabetes. American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism. 2014 Mar 1;306(5):E512-8.
 - Schumacher MA, Chinnam N, Ohashi T, Shah RS, Erickson HP. The Structure of Irisin Reveals a Novel Intersubunit β -Sheet Fibronectin Type III (FNIII) Dimer IMPLICATIONS FOR RECEPTOR ACTIVATION. Journal of Biological Chemistry. 2013 Nov 22;288(47): 33738-44.
- (۳۳) و لیو و همکاران (۱۵) همخوان و با نتایج تحقیق کیونگ‌هی‌پارک و همکاران (۱۳) و رینهر و همکاران (۳۹) ناهمخوان است. شیوه‌های مختلف سنجش این شاخص‌ها، و همچنین در نظر نگرفتن سایر عوامل مؤثر بر شاخص مقاومت به انسولین را می‌توان دلیلی بر تفاوت نتایج پیشین با مطالعه حاضر دانست.
- از جمله محدودیت‌های تحقیق حاضر را می‌توان به عدم انجام بیوپسی عضلانی برای اندازه‌گیری FNDC5 دانست. عدم کنترل رژیم غذایی نیز می‌تواند بر عواملی مانند کاهش وزن، ترکیب بدنی و توده چربی بدن تأثیرگذار باشد. هرچند به آزمودنی‌های تحقیق توصیه شده بود که در طول دوره تحقیق، رژیم غذایی قبلی خود را ادامه دهند.
- به طور کلی نتایج پژوهش حاضر نشان داد که انجام هشت هفته تمرین پیلاتس، سه جلسه در هفته، تأثیر معناداری بر غلظت آیریزین سرمی و شاخص مقاومت به انسولین زنان چاق ندارد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که نقش آیریزین در توسعه و ارتقای سلامت متابولیکی ابهام‌برانگیز است. اگرچه در تحقیقات قبلی افزایش سطوح آیریزین در برخی از افراد (سالمدان و افراد چاق) مشاهده و گزارش شده است (۴۰)؛ با این وجود، سن، جنسیت، BMI و مقادیر پایه آیریزین هرگز نمی‌تواند تعیین‌کننده و پیشگوی تغییرات آن باشد؛ با این وجود به دلیل اطلاعات محدود در این زمینه ضروری است تا تحقیقات بیشتری انجام شود.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد مصوب در دانشگاه شهید چمران اهواز است. بدین وسیله از کلیه افرادی که در انجام مطالعه حاضر همکاری داشته‌اند، به ویژه سرکار خانم الهام قنبرنژاد (مسئول کمیته پیلاتس استان خوزستان) صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

پی‌نوشت‌ها

- Peroxisome proliferator-activated receptor (PPAR- γ)
- Body mass index
- Rated Perceived Exertion
- CUSABIO
- MONOBIND
- ELISA

11. Zhang Y, Li R, Meng Y, Li S, Donelan W, Zhao Y, Qi L, Zhang M, Wang X, Cui T, Yang LJ. Irisin stimulates browning of white adipocytes through mitogen-activated protein kinase p38 MAP kinase and ERK MAP kinase signaling. *Diabetes*. 2014 Feb 1;63(2):514-25.
12. Wenz T, Rossi SG, Rotundo RL, Spiegelman BM, Moraes CT. Increased muscle PGC-1 α expression protects from sarcopenia and metabolic disease during aging. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2009 Dec 1;106(48):20405-10.
13. Hee Park K, Zaichenko L, Brinkoetter M, Thakkar B, Sahin-Efe A, Joung KE, Tsoukas MA, Geladari EV, Huh JY, Dincer F, Davis CR. Circulating irisin in relation to insulin resistance and the metabolic syndrome. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2013 Dec 1;98(12):4899-907.
14. Blüher S, Panagiotou G, Petroff D, Markert J, Wagner A, Klemm T, Filippaios A, Keller A, Mantzoros CS. Effects of a 1-year exercise and lifestyle intervention on irisin, adipokines, and inflammatory markers in obese children. *Obesity*. 2014 Jul 1;22(7):1701-8.
15. Liu JJ, Wong MD, Toy WC, Tan CS, Liu S, Ng XW, Tavintharan S, Sum CF, Lim SC. Lower circulating irisin is associated with type 2 diabetes mellitus. *Journal of Diabetes and its Complications*. 2013 Aug 31;27(4):365-9.
16. Villarroya F. Irisin, turning up the heat. *Cell metabolism*. 2012 Mar 7;15(3):277-8.
17. Hashemi A, Taghian F, Kargar Fard M. Effect of Pilates for 8 Weeks on Cortisol and Lipid Profile in Obese Women. *The Horizon of Medical Sciences*. 2015 Jan 15;20(4):249-55.
18. Segal NA, Hein J, Basford JR. The effects of Pilates training on flexibility and body composition: an observational study. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2004 Dec 31;85(12):1977-81.
19. Kloubec JA. Pilates for improvement of muscle endurance, flexibility, balance, and posture. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2010 Mar 1;24(3):661-7.
20. Smith K, Smith E. Integrating Pilates-based Core Strengthening Into Older Adult Fitness Programs: Implications for Practice. *Topics in Geriatric Rehabilitation*. 2005 Jan 1;21(1):57-67.
21. Bernardo LM. The effectiveness of Pilates training in healthy adults: An appraisal of the research literature. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2007 Apr 30;11(2):106-10.
22. Aghamohammadi, M., Habibi, A., & Ranjbar, R. The Effect of Selective Aerobic Training on Serum Irisin Levels and Insulin Resistance Index in Women with Type 2 Diabetes. *Arak Medical University Journal*. 2016, 18(11). (Persian)
23. Azamian Jazi A, Ghasemi Mobarekeh B, Vismeh Z, Parsa Gohar N. Effect of 12 weeks of selected Pilates exercise training on serum adiponectin level and insulin resistance in female survivors of breast cancer and its role in prevention of recurrence. *Scientific Journal of Kurdistan University of Medical*. 2015, 20(5): 61-73. (Persian)
24. Kim CS, Kim JY, Kim HJ. The effects of a single bout pilates exercise on mRNA expression of bone metabolic cytokines in osteopenia women. *Journal of Exercise Nutrition & Biochemistry*. 2014 Mar;18(1):69.
25. Hew-Butler T, Landis-Piwowar K, Byrd G, Seimer M, Seigneurie N, Byrd B, Muzik O. Plasma irisin in runners and nonrunners: no favorable metabolic associations in humans. *Physiological reports*. 2015 Jan 1;3(1):e12262.
26. Kurdiová T, Balaz M, Vician M, Maderová D, Vlcek M, Valkovic L, Srbecký M, Imrich R, Kyselovicová O, Belan V, Jelok I. Effects of obesity, diabetes and exercise on Fndc5 gene expression and irisin release in human skeletal muscle and adipose tissue: in vivo and in vitro studies. *The Journal of physiology*. 2014 Mar 1;592(5):1091-107.
27. Olefsky JM, Ciaraldi TP, Kolterman OG. Mechanisms of insulin resistance in non-insulin-dependent (type II) diabetes. *The American journal of medicine*. 1985 Sep 20;79(3):12-22.
28. Tanner CJ, Koves TR, Cortright RL, Pories WJ, Kim YB, Kahn BB, Dohm GL, Houmard JA. Effect of short-term exercise training on insulin-stimulated PI 3-kinase activity in middle-aged men. *American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism*. 2002 Jan 1;282(1):E147-53.
29. Huh JY, Mougios V, Skraparlis A, Kabasakalis A, Mantzoros CS. Irisin in response to acute and chronic whole-body vibration exercise in humans. *Metabolism*. 2014 Jul 31;63(7):918-21.
30. Tsuchiya Y, Ando D, Goto K, Kiuchi M, Yamakita M, Koyama K. High-intensity exercise causes greater irisin response compared with low-intensity exercise under similar energy consumption. *The Tohoku journal of experimental medicine*. 2014;233(2):135-40.
31. Daskalopoulou SS, Cooke AB, Gomez YH, Mutter AF, Filippaios A, Mesfum ET, Mantzoros CS. Plasma irisin levels progressively increase in

- response to increasing exercise workloads in young, healthy, active subjects. *European journal of endocrinology*. 2014 Sep 1;171(3):343-52.
32. Soori R, Ravasi AA, HazratiMolae S. Comparing the Effects of High Intensity Endurance Training and Resistance Training on Irisin Levels and Insulin Resistance in Rats. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism*. 2015, 17(3):pp224-229. (Persian).
 33. Pekkala S, Wiklund PK, Hulmi JJ, Ahtiainen JP, Horttanainen M, Pöllänen E, Mäkelä KA, Kainulainen H, Häkkinen K, Nyman K, Alén M. Are skeletal muscle FNDC5 gene expression and irisin release regulated by exercise and related to health?. *The Journal of physiology*. 2013 Nov 1;591(21):5393-400.
 34. Dun SL, Lyu RM, Chen YH, Chang JK, Luo JJ, Dun NJ. Irisin-immunoreactivity in neural and non-neural cells of the rodent. *Neuroscience*. 2013 Jun 14;240:155-62.
 35. Ranjbar R, Ahmadizad S, Khoshniat M, Salimi A. Effect of endurance training with a period of fasting and exercise on plasma levels Adiponectin and insulin resistance in non-active men. *Sport physiology*. 1391, 15. PP163-180. (Persian)
 36. Poirier P, Tremblay A, Broderick TL, Catellier C, Tancrede G, Nadeau A. Impact of moderate aerobic exercise training on insulin sensitivity in type 2 diabetic men treated with oral hypoglycemic agents: is insulin sensitivity enhanced only in nonobese subjects?. *Medical Science Monitor*. 2002 Feb 22;8(2):CR59-65.
 37. Goodpaster BH, Kelley DE, Wing RR, Meier A, Thaete FL. Effects of weight loss on regional fat distribution and insulin sensitivity in obesity. *Diabetes*. 1999 Apr 1;48(4):839-47.
 38. Sadiya A, Ahmed S, Siddieg HH, Babas IJ, Carlsson M. Effect of Ramadan fasting on metabolic markers, body composition, and dietary intake in Emiratis of Ajman (UAE) with metabolic syndrome. *Diabetes, metabolic syndrome and obesity: targets and therapy*. 2011;4:409.
 39. Reinehr T, Elfers C, Lass N, Roth CL. Irisin and its relation to insulin resistance and puberty in obese children: a longitudinal analysis. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2015 May 1;100(5):2123-30.
 40. Rahman Soori1, Mohammad Reza Asad, Mahboobe Khosravi, Sadegh Abbasian. The Effect of Submaximal Aerobic Training on Serum Irisin Level in Obese Men; with Emphasis on the Role of Irisin in Insulin-Resistance Change. *Arak Medical University Journal (AMUJ)*, 2016. 19(109): 20-30.