

The Effect of Two Acute Eccentric and Concentric Exercises on Serum Irisin Level and Insulin Resistance Index in Inactive Obese Women

Faranak Balaghi Inaloo ^{1*}, Saeed Shakeryan ², Mohsen Ghanbarzadeh ², Seyed Reza Fatemi Tabatabaei ³

1. Msc, Department of Exercise Physiology, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Physiology, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
3. Associate Professor, Department of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

Received: 9 Jul 2016, Accepted: 7 Sep 2016

Abstract

Background: Recently a myokine named irisin has been discovered that effects on obesity, metabolism and glucose homeostasis through browning white adipose tissue and thermogenesis. However, the effects of type and intensity of exercises on it have remained unclear. The purpose of this study was to evaluate the effects of two acute eccentric and concentric exercises on serum irisin level and insulin resistance in obese sedentary women.

Materials and Methods: The study was quasi-experimental. 15 female students with a body mass index above 30 kg/m² and mean age 24.86±2.87 years participated in the study. After measuring the maximal uptake oxygen of participants, they did two acute eccentric and concentric exercises using treadmill in a cross-over design within 10 days. After at least 8 hours- fasting, blood samples were collected before and immediately after each activity, to measure the levels of irisin, glucose and insulin. Data were analyzed using paired t-test and repeated measures ANOVA. In addition, Pearson correlation was used to examine the relationship between variables.

Results: the irisin levels increased significantly after both types of exercises (p<0.05), that this increase in concentric activity was more than eccentric activity. Insulin resistance increased immediately after both exercises as well, that this increase in concentric exercise was statistically significant (p<0.05).

Conclusion: However, both eccentric and concentric exercises had no effect on improving insulin resistance in obese women, but they can be considered as a good stimulus for the secretion of Irisin.

Keywords: Concentric exercise, Eccentric exercise, Insulin resistance, Irisin, Obesity

*Corresponding Author:

Address: Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
Email: Faranakbalaghi70@gmail.com

تأثیر دو نوع فعالیت حاد اکستریک و کانستریک بر میزان آیریزین سرم و شاخص مقاومت به انسولین در زنان چاق غیر فعال

فرانک بلاغی اینالو^{۱*}، سعید شاکریان^۲، محسن قنبرزاده^۲، سیدرضا فاطمی طباطبائی^۳

۱. کارشناسی ارشد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۲. استادیار، گروه فیزیولوژی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۳. دانشیار، گروه دام پزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۹۵/۴/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۵/۶/۱۷

چکیده

زمینه و هدف: به تازگی مایوکاینی به نام آیریزین کشف شده که از طریق قهوه‌ای کردن بافت چربی سفید و گرم‌زایی بر چاقی، متابولیسم و هموستاز گلوکز اثر می‌گذارد. اما تأثیر نوع و شدت تمرین بر آن هم چنان نامشخص باقی مانده است. هدف از این مطالعه، بررسی تأثیر دو نوع فعالیت حاد اکستریک و کانستریک بر میزان آیریزین سرم و مقاومت به انسولین زنان چاق غیر فعال بود.

مواد و روش‌ها: پژوهش حاضر از نوع بررسی نیمه تجربی بود. تعداد ۱۵ دانشجوی دختر با نمایه توده بدنی بالای ۳۰ کیلوگرم بر متر مربع و سن $24/86 \pm 2/87$ سال در این مطالعه شرکت کردند. بعد از اندازه‌گیری حداکثر اکسیژن مصرفی، آزمودنی‌ها در یک طرح متقاطع به فاصله ۱۰ روز به دو نوع فعالیت حاد اکستریک و کانستریک بر روی تردمیل پرداختند. پس از حداقل ۸ ساعت ناشتایی، نمونه‌های خونی قبل و بلافاصله پس از هر نوع فعالیت برای اندازه‌گیری سطوح آیریزین، گلوکز و انسولین جمع‌آوری شد. داده‌ها با استفاده از آزمون تی وابسته و تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر تجزیه و تحلیل شدند و برای بررسی ارتباط بین متغیرهای تحقیق از آزمون هم‌بستگی پیرسون استفاده شد.

یافته‌ها: سطح آیریزین بعد از هر دو نوع فعالیت به طور معنی‌داری افزایش یافت ($p < 0/05$) و این افزایش بعد از فعالیت کانستریک بیشتر از اکستریک بود. میزان مقاومت انسولینی بلافاصله پس از هر دو نوع فعالیت افزایش یافت که این افزایش فعالیت کانستریک از لحاظ آماری معنی‌دار بود ($p < 0/05$).

نتیجه‌گیری: هر دو نوع فعالیت اکستریک و کانستریک صرف نظر از عدم بهبود مقاومت به انسولین در زنان چاق، محرک خوبی جهت ترشح آیریزین به حساب می‌آیند.

واژگان کلیدی: فعالیت اکستریک، فعالیت کانستریک، آیریزین، مقاومت به انسولین، چاقی

*نویسنده مسئول: ایران، اهواز، دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی

Email: faranakbalaghi70@gmail.com

مقدمه

شیوع چاقی به عنوان یک مشکل بهداشتی در سراسر جهان شناخته شده است و به موازات آن، بیماری‌های مرتبط با چاقی، از جمله مقاومت به انسولین، سندرم متابولیک، دیابت نوع ۲، فشار خون بالا، بیماری‌های قلبی عروقی، سرطان و زوال عقل نیز شیوع یافته است (۱). مشخص شده که با افزایش شاخص توده بدنی و ابتلا به چاقی، خطر مرگ و میر نیز افزایش پیدا می‌کند (۲). نیشیدا و همکاران (۲۰۰۶) در تحقیق خود به نقش چاقی در شروع مقاومت به انسولین اشاره کردند (۳). اگر چه فعالیت ورزشی منظم به واسطه افزایش مصرف انرژی، تسریع و بهبود اکسیداسیون چربی‌ها، باعث کاهش عوامل خطرناک بسیاری از بیماری‌ها می‌شود، اما مکانیسم دقیق افزایش هزینه انرژی ناشی از ورزش هم‌چنان نامشخص است (۴). تغییر فنوتیپ بافت چربی بر اثر تمرین ورزشی تئوری جدیدی است که به تازگی مطرح گردیده، اما سازوکار سلولی مولکولی آن در حال بررسی است. بافت چربی به دو صورت بافت چربی سفید و بافت چربی قهوه‌ای مشخص شده است. بافت چربی سفید به عنوان مسئول اصلی ذخیره سازی چربی و انرژی و بافت چربی قهوه‌ای به دلیل تنفس خارجی میتوکندری می‌تواند انرژی را به صورت گرما انتقال دهد (۵). اخیراً حد وسط سلول‌های بافت چربی سفید و بافت چربی قهوه‌ای را به عنوان سلول‌های چربی بزرگ معرفی کرده‌اند (۶) که قابلیت‌های ترموژنیک مشابه آن با بافت چربی قهوه‌ای گزارش شده است (۷). در مطالعه بوستروم و همکاران (۲۰۱۲) مشخص شد که فعالیت بدنی با افزایش بیان ژن $PGC1-\alpha$ در عضله، با افزایش پروتئین غشایی $FNDC5$ همراه است. سپس مشخص شده که این پروتئین غشایی پس از شکسته شدن از غشای سلول جدا شده و در خون ترشح می‌شود که با نام آیریزین شناخته می‌شود. آیریزین به عنوان یک مایوکاین عمل نموده و احتمالاً از طریق اتصال با

گیرنده‌های ناشناخته‌ی بافت چربی سفید و سایر بافت‌ها، با افزایش بیان γ -PPAR، موجب افزایش بیان UCP1 و سایر ژن‌های وابسته به بافت چربی قهوه‌ای می‌گردد و در نهایت با افزایش بیان ژن این پروتئین در میتوکندری‌های سلول‌های چربی، موجب تبدیل بافت‌های چربی سفید به قهوه‌ای می‌شود. در نتیجه با افزایش فرایند گرمزایی باعث بهبود تحمل گلوکز، افزایش حساسیت به انسولین، کاهش در وزن بدن و کاهش توده چربی در موش‌ها شده است (۶) با این حال، تناقضات در مورد ارتباط آیریزین در انسان، به ویژه در پیشگیری و درمان چاقی وجود دارد. برخی از مطالعات انسانی گزارش کرده‌اند که یک همبستگی مثبت بین سطوح پایه در گردش آیریزین یا بیان $mRNA FNDC5$ و شاخص توده بدن وجود دارد (۸). در حالی که مطالعات دیگر یک ارتباط منفی بین آیریزین در گردش خون با BMI و نسبت دور کمر به دور باسن یافتند (۹). هر چند اطلاعات مطالعات انسانی محدود هستند، اما مشخص شده که ورزش باعث افزایش قابل توجهی در غلظت آیریزین می‌شود (۴). اخیراً مشخص شده که تمرین اکستریک و کانستریک بر روی ترمیم اثرات مشابهی در بهبود متابولیسم گلوکز و چربی‌ها در افراد سالم غیر فعال دارد (۱۰، ۱۱) اگر چه آن‌ها با استفاده از پروتکل‌های مختلف مشخص کردند که تمرین با شیب منفی از طریق افزایش سیگنالینگ و بهبود عمل انسولین باعث تعدیل مثبت مقاومت به انسولین و تحمل گلوکز در زنان و مردان می‌شود (۱۰، ۱۲) در حالی که یک جلسه تمرین استقامتی کانستریک به طور کلی با بهبود فعالیت انسولین و انتقال گلوکز همراه است (۱۳). بسیاری از مطالعات نشان می‌دهند که آسیب عضلانی ناشی از تمرین غیر عادی اکستریک ممکن است اثرات منفی بر متابولیسم گلوکز بگذارد (۱۴).

شدت فعالیت بدنی یکی از عواملی است که باعث ترشح بیشتر آیریزین در خون می‌شود. به عنوان مثال لوفلر و

دیگر) را داشتند انتخاب شدند. تمامی افراد سالم بوده و طبق نظر پزشک عمومی منعی جهت شرکت در فعالیت نداشتند. آزمودنی‌ها در چهار جلسه به فاصله ۱۰ روز به آزمایشگاه مراجعه کردند و توصیه شد که ۴۸ ساعت قبل از هر جلسه ارزیابی از هر گونه فعالیت ورزشی سنگین خودداری کنند. در ابتدا از آن‌ها خواسته شد تا در جلسه توجیهی آشنایی با اهداف و نحوه اجرای تحقیق حضور یابند. آزمودنی‌ها بعد از آشنایی با نحوه انجام تمرینات و تکمیل فرم رضایت نامه شرکت در تحقیق، قد، وزن و هم‌چنین ترکیب بدن و درصد چربی بدن آن‌ها به وسیله دستگاه بیومپدانس الکتریکی (مدل Olympia ۳/۳، ساخت کره جنوبی) اندازه گیری و حداکثر اکسیژن مصرفی آن‌ها از طریق آزمون بالک روی تردمیل محاسبه و افراد از نظر توان هوازی همگن شدند (۱۶).

پروتکل ورزشی: در جلسات دوم و سوم

آزمودنی‌ها پس از حداقل ۸ ساعت ناشتایی در یک طرح متقاطع با استفاده از تردمیل (hp/Cosmuse مدل Saturn، ساخت کشور آلمان) تمرین اکستریک و کانستریک را با استفاده از پروتکل الستد طبق جدول ۱ تا حد خستگی و اماندگی انجام می‌دادند (۱۷). آزمودنی‌های گروه اکستریک پشت به صفحه تردمیل و آزمودنی‌های گروه کانستریک رو به صفحه تردمیل می‌دویدند.

همکاران (۲۰۱۵) با مقایسه دو نوع فعالیت کوتاه مدت شدید و فعالیت بلند مدت (۶ هفته و ۱ ساله) به این نتیجه رسیدند که فعالیت‌های کوتاه مدت شدید باعث افزایش شدید و ناپایدار در سطوح آیریزین خون کودکان و بزرگسالان می‌شود (۱۳). هر چند که اخیراً محققان اشاره کرده‌اند که ورزش حاد با افزایش سطوح در گردش آیریزین همراه نیست (۱۵). با توجه به متناقض بودن نتایج تحقیقات در رابطه با تأثیر تمرین بر ترشح آیریزین و هم‌چنین به دلیل نبود پژوهش داخلی و خارجی در رابطه با تأثیر تمرینات با شیب مثبت و منفی بر سطح آیریزین سرم و تأثیر این نوع تمرین بر آیریزین و مقاومت به انسولین به صورت توأم، لذا پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر دو نوع فعالیت حاد اکستریک و کانستریک بر میزان آیریزین سرم و شاخص مقاومت به انسولین زنان چاق غیرفعال انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمودنی‌ها: این پژوهش به روش نیمه تجربی از نوع کاربردی بود که جامعه آماری این تحقیق را دانشجویان دختر چاق تشکیل دادند. پس از نصب اطلاعیه در سطح دانشگاه و تکمیل پرسش‌نامه فردی و پزشکی، تعداد ۱۵ نفر که معیارهای ورود به تحقیق (عدم ابتلا به هرگونه بیماری، شاخص توده بدنی بالاتر از ۳۰ کیلوگرم بر متر مربع، عدم فعالیت بدنی طی ۶ ماه گذشته و عدم شرکت در برنامه تمرینی

جدول ۱. مشخصات پروتکل تمرینی الستد

مرحله	شیب (درصد)	سرعت (کیلومتر بر ساعت)	مدت تمرین (دقیقه)
گرم کردن	۰ درصد	۱/۷	۵
اول	۱۰ درصد	۲/۷	۳
دوم	۱۰ درصد	۴/۸	۲
سوم	۱۰ درصد	۶/۴	۲
چهارم	۱۰ درصد	۶/۸	۳
پنجم	۱۵ درصد	۹/۷	۲
ششم	۱۵ درصد	۱۱/۳	۲
هفتم	۱۵ درصد	۱۲/۸	۲
سرد کردن	۰ درصد	۲/۵	۵

انجام شد. شاخص مقاومت به انسولین HOMA-IR نیز از طریق فرمول زیر به دست آمد (۱۸).

$$\text{HOMA-IR} = (\text{mmol/L}) \times \text{گلوکز ناشتا} \div ۲۲/۵ (\mu\text{IU/ml})$$

روش آماری: میانگین و انحراف استاندارد داده‌ها محاسبه شد و برای تعیین توزیع طبیعی بودن داده‌ها، از آزمون شاپیرو-ویلکز استفاده گردید. از آزمون t وابسته برای مقایسه تغییرات متغیرها قبل و بعد از فعالیت، از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر جهت بررسی تغییرات بین فعالیت‌ها و هم‌چنین برای بررسی ارتباط بین متغیرها از آزمون همبستگی پیرسون استفاده گردید. با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۳ تمامی محاسبات تجزیه و تحلیل شدند و سطح معنی‌داری آزمون‌ها $p < ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

میانگین و انحراف معیار شاخص‌های آنترپومتریکی، ترکیب بدنی و فیزیولوژیکی ($\text{VO}_{2\text{max}}$)، میانگین زمان درماندگی و ضربان قلب تمرین آزمودنی‌های مورد مطالعه در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲. مشخصات آنترپومتریکی، ترکیب بدنی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها

متغیر	انحراف معیار \pm میانگین
سن (سال)	۲۴/۸۶ \pm ۲/۸۷
قد (سانتی متر)	۱۵۹/۶۶ \pm ۴/۲۰
وزن (کیلوگرم)	۸۷/۴۲ \pm ۴/۶۱
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	۳۳/۶۹ \pm ۲/۶۴
درصد چربی بدن (درصد)	۳۹/۷۸ \pm ۳/۱۱
نسبت دور کمر به دور لگن (متر)	۰/۹۳ \pm ۰/۰۲۹
$\text{VO}_{2\text{max}}$ (میلی لیتر/کیلوگرم در دقیقه)	۲۷/۶۶ \pm ۳/۴۵
اکستریک	۱۸۲/۶۳ \pm ۴/۶۵
کانستریک	۱۸۳/۳۰ \pm ۴/۶۴
اکستریک	۱۱/۵۹ \pm ۰/۷۱
کانستریک	۷/۴۸ \pm ۰/۶۹
ضربان قلب (ضربه در دقیقه)	
زمان درماندگی تمرین (دقیقه)	

تمرین بین ساعت ۷:۳۰ تا ۹:۳۰ صبح انجام شد. ضربان قلب بیشینه افراد در حالت استراحت و قبل از تمرین بر اساس معادله کارونن (سن- $\text{HR}_{\text{max}}=220$) محاسبه و در طول تمرین با استفاده از ضربان‌سنج (مدل پولار ساخت کشور فنلاند) که در ناحیه سینه آزمودنی‌ها نصب و بر روی صفحه نمایش دستگاه تردمیل قابل مشاهده بود کنترل می‌شد. دارا بودن حداقل دو شرط از سه شرط توقف تمرین (اظهار ناتوانی فرد جهت ادامه فعالیت و نمره آزمون بالای ۱۶ از مقیاس درک فشار بزرگ و ضربان قلب بالاتر از HR_{max}) به منزله پایان تست آزمودنی تلقی می‌شد. آزمودنی‌های هر دو گروه قبل از شروع تمرین به مدت پنج دقیقه گرم می‌کردند. جهت جلوگیری از تاثیر نوع غذای مصرفی بر نتایج تحقیق، تمام وعده‌های غذایی روز قبل از آزمون به صورت یکسان بین همه آزمودنی‌ها توزیع شد و هم‌چنین جهت جلوگیری از تاثیر احساس سقوط افراد از روی تردمیل بر زمان و میزان خستگی ناشی از تمرین، از جلیقه محافظی که به تردمیل متصل و به بالاتنه آزمودنی وصل بود استفاده می‌شد و با کوچک‌ترین انحراف فرد از مسیر مستقیم، تردمیل را متوقف می‌کرد، استفاده شد.

نمونه گیری خونی و آنالیز آن: ۵ سی سی

نمونه خون وریدی توسط متخصص آزمایشگاهی قبل و بلافاصله بعد از فعالیت از سیاهرگ بازویی دست راست، گرفته شد. نمونه‌های خونی در کنار یخ خشک نگه‌داری شده و بلافاصله به آزمایشگاه فرستاده شد و با سرعت ۳۵۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ و بعد از جدا کردن سرم و قرار دادن آن در چندین میکروتیوب، تا زمان انجام آزمایشات در دمای ۲۰- در فریزر نگهداری شد. در این پژوهش اندازه‌گیری سطوح آیریزین سرم به روش ساندویچ الایزا (با استفاده از کیت با برچسب CUSABIO ساخت کشور ژاپن)، سطح انسولین به روش الایزا (با استفاده از کیت مونوبایند ساخت کشور آمریکا) و سطح گلوکز سرم به روش گلوکز اکسیداز (به وسیله کیت شرکت پارس آزمون ساخت ایران) به روش گلوکز اکسیداز

نتایج آزمون آماری مربوط به آیریزین، انسولین، گلوکز و شاخص مقاومت به انسولین در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳. متغیرهای تحقیق قبل و بلافاصله بعد از هر دو فعالیت حاد

متغیر	کانستریک		P درون گروهی	اکستریک		P درون گروهی	P بین گروهی
	قبل از فعالیت	بعد از فعالیت		قبل از فعالیت	بعد از فعالیت		
آیریزین (نانوگرم بر میلی لیتر)	۲۸/۶۴±۱۳/۸۸	۱۰۵/۰۴±۳۶/۷۲	۰/۰۰۰۱*	۲۵/۶۶±۱۶/۵۷	۵۰/۷۹±۲۷/۶۷	۰/۰۰۴*	۰/۰۰۰۱**
گلوکز (میلی گرم بر دسی لیتر)	۱۰۶/۳۵±۲۳/۰۴	۱۱۰/۸۰±۱۲/۰۲	۰/۲۷۶	۱۰۲/۹۷±۱۵/۰۳	۱۱۲/۵۱±۱۸/۹۱	۰/۰۱۸*	۰/۲۱۵
انسولین (میکرو واحد بین المللی بر میلی لیتر)	۱۳/۶۲±۷/۸۹	۲۱/۱۰±۶/۳۱	۰/۰۱۴*	۱۲/۰۵±۸/۸۰	۱۵/۵۳±۶/۹۲	۰/۲۸۹	۰/۰۱۵**
مقاومت به انسولین	۳/۴۲±۲/۷۱	۵/۱۵±۲/۶۵	۰/۰۳۳*	۳/۱۲±۲/۴۷	۴/۳۰±۱/۹۵	۰/۱۷۷	۰/۰۸۳

معنی داری آماری در سطح (p<۰/۰۵)

* معنی داری در هر فعالیت براساس آزمون تی وابسته

** معنی داری بر اساس آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری برای بررسی تفاوت بین دو نوع تمرین

انسولین بین دو نوع فعالیت تفاوت معنی داری مشاهده نشد (p>۰/۰۵).

نتایج آزمون همبستگی سطوح آیریزین با متغیرهای تحقیق بعد از دو نوع فعالیت حاد اکستریک و کانستریک در جدول ۴ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که بین سطوح آیریزین با انسولین و مقاومت به انسولین در تمرین کانستریک ارتباط مثبت و معنی داری وجود داشت (p<۰/۰۵) در حالی که در تمرین اکستریک بین سطوح آیریزین، گلوکز، انسولین و شاخص مقاومت به انسولین ارتباط مثبت وجود دارد اما این ارتباط به لحاظ آماری معنی دار نبود (p>۰/۰۵).

با توجه به نتایج آزمون آماری بر روی آیریزین، مشخص شد که میزان این هورمون بعد از هر دو نوع فعالیت اکستریک و کانستریک افزایش معنی داری یافت (p<۰/۰۵) و بین دو نوع فعالیت از نظر افزایش سطوح آیریزین تفاوت معنی داری وجود داشت (p<۰/۰۵) که این افزایش بعد از فعالیت کانستریک بیشتر از فعالیت اکستریک بود. هم چنین سطوح گلوکز، انسولین و شاخص مقاومت به انسولین بعد از هر دو نوع فعالیت افزایش یافت که بیشترین افزایش بعد از فعالیت کانستریک مشاهده شد. افزایش انسولین و مقاومت به انسولین بعد از تمرین کانستریک معنی دار (p<۰/۰۵) و افزایش گلوکز بعد از تمرین اکستریک به لحاظ آمار معنی دار بود (p<۰/۰۵) و از نظر افزایش گلوکز و مقاومت به

جدول ۴. نتایج آزمون همبستگی آیریزین با دیگر متغیرهای تحقیق در دو نوع فعالیت حاد

متغیر	کانستریک	اکستریک
گلوکز	r=۰/۲۲۱ P=۰/۲۴۱	r=۰/۲۲۰ P=۰/۲۴۳
انسولین	r=۰/۵۷۰ P=۰/۰۰۱*	r=۰/۱۸۹ P=۰/۳۱۸
مقاومت به انسولین	r=۰/۵۱۷ P=۰/۰۰۳*	r=۰/۲۲۲ P=۰/۲۳۸

براساس آزمون همبستگی پیرسون، سطح معنی داری p<۰/۰۵ در نظر گرفته شده است.

زمان درماندگی تمرین (دقیقه) اکستریک ۱۱/۵۹±۰/۷۱

کانستریک ۷/۴۸±۰/۶۹

بحث

یافته‌های پژوهش حاضر، بیان‌گر افزایش آیریزین و مقاومت به انسولین در پاسخ به دو نوع فعالیت حاد اکستریک و کانستریک بود که بعد از هر دو نوع فعالیت، افزایش آیریزین معنی‌دار بود. آیریزین یک مایوکاین است که به وسیله فعالیت ورزشی حاد تحریک شده و مصرف انرژی را افزایش داده و در نتیجه نقش مهمی در چاقی و اختلالات متابولیکی دارد و به عنوان یک هدف درمانی بالقوه در آینده می‌باشد (۹). با این حال فیزیولوژی آن در انسان تا حد زیادی ناشناخته باقی مانده است. نتایج این پژوهش نشان داد آیریزین و مقاومت به انسولین افراد بعد از هر دو نوع فعالیت افزایش یافته است، که بین دو نوع تمرین از نظر میزان آیریزین تفاوت معنی‌دار بوده اما از نظر افزایش مقاومت به انسولین تفاوت معنی‌داری وجود نداشته است. یافته‌های این پژوهش با نتایج مطالعات تسوجیا و همکارانش (۴) و بوستروم و همکارانش (۸) هم سو و با مطالعه حکیمی و همکارانش (۱۹)، و هکستدن و همکارانش (۱۵) ناهم سو است. انقباضات عضله در طی تمرین یکی از دلایل افزایش ترشح آیریزین پس از تمرین در موش و انسان بیان شده است (۸). تسوجیا و همکارانش سطح سرمی آیریزین را بر روی تردمیل در دو شدت متفاوت ۴۰ و ۸۰ درصد VO_{2max} اندازه‌گیری و به این نتیجه رسیدند که پاسخ آیریزین سرم به تمرین پر شدت بیشتر است که در راستای نتایج تحقیق حاضر است. در مطالعه هو و همکاران (۲۰۱۲) اثر یک جلسه فعالیت حاد و ۸ هفته تمرین مزمن روی آیریزین ۱۵ مرد جوان سالم تمرین کرده بررسی شد. مشخص شد که در راستای کاهش ATP عضلانی و افزایش سوخت و ساز پس از فعالیت حاد، میزان آیریزین در گردش به صورت معناداری افزایش یافته اما میزان آیریزین در پاسخ به ۸ هفته تمرین بدون تغییر بوده است. بنابر این با توجه به ارتباط بین غلظت آیریزین و تغییرات سوخت و ساز عضلانی در پاسخ به تمرین حاد می‌توان چنین فرض کرد که بین آیریزین در گردش و ATP ارتباط وجود دارد و ممکن است یکی از دلایل تغییر نکردن آیریزین بعد از ۸ هفته، عدم تغییر در ATP عضلانی باشد (۲۰). هکستدن و همکاران ۲۰۱۳ با

بررسی ۲۶ هفته تمرین ایروبیک با ۶۰ درصد ضربان قلب و تمرین استقامت عضلانی در افراد جوان به این نتیجه رسیدند که تفاوتی بین گروه‌ها از نظر میزان آیریزین وجود ندارد که تخریب آیریزین ناشی از طولانی بودن دوره انجماد نمونه‌های سرم را به عنوان عامل اصلی اثرگذار بر نتیجه پژوهش خود بیان کرده است (۱۵). برخی پژوهشگران معتقدند که اوج تغییرات آیریزین یک ساعت پس از تمرین بوده و با گذشت زمان، مقادیر آن به سطح پایه برمی‌گردد (۴). بر همین اساس در پژوهش حاضر مشابه مطالعات دیگر (۴، ۲۱) نمونه‌گیری خونی بلافاصله پس از تمرین حاد انجام شده که شاید یکی از دلایل توجیه‌کننده افزایش آیریزین در مطالعه حاضر باشد. حکیمی و همکاران نشان دادند که هشت هفته تمرین هوازی با وجود کاهش معنی‌دار وزن و شاخص توده بدنی و درصد چربی بدن، با عدم تغییر معنی‌دار آیریزین سرمی همراه بوده است (۱۹). از جمله دلایل عدم تغییر آیریزین، را می‌توان طولانی‌تر بودن دوره تمرینات دانست که منجر به سازگاری در افزایش آیریزین شده و احتمالاً شدت جلسات تمرینی جهت تحریک آیریزین ناکافی بوده است که با نتایج پژوهش حاضر متناقض می‌باشند. تفاوت کیت‌های تجاری در مطالعات مختلف را نیز می‌توان از جمله عوامل مغایرت نتایج تحقیق حاضر در بحث آیریزین با سایر تحقیقات دانست (۲۲).

مشخص شده که بافت عضله اسکلتی بیش‌ترین سهم را در ایجاد مقاومت به انسولین کل بدن را دارد و تمرین ورزشی می‌تواند با بهبود متابولیسم گلوکز و چربی، حساسیت انسولین را بهبود دهد (۲۱). مطالعات نشان دادند که تمرین هوازی موجب بهبود حساسیت انسولینی و مقاومت انسولینی افراد مسن چاق می‌شود (۲۳). در حالی که برخی دیگر افزایش سطوح گلوکز و انسولین را پس از ورزش و امانده ساز با شدت بالا گزارش کردند (۲۴). یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد مقاومت به انسولین پس از یک جلسه تمرین اکستریک و کانستریک افزایش پیدا کرده که با مطالعه قنبری نیاکی و همکاران ۲۰۰۶ (۲۵) همخوان است.

ارتباط معنی‌داری مشاهده نشد. شاید یکی از دلایل معنی‌دار نبودن ارتباط را بتوان به تعداد کم نمونه‌های حاضر در این مطالعه نسبت داد. ممکن است ناشتا بودن آزمودنی‌ها در هر دو مرحله از خون‌گیری و هم‌چنین مدت کوتاه و شدت بالای فعالیت دلیلی بر عدم بهبود مقادیر گلوکز، انسولین و مقاومت به انسولین باشد. تیمونز و همکارانش در سال ۲۰۱۲، بهبود شاخص مقاومت انسولینی در اثر تمرین را تایید و ارتباط بین آیریزین و مقاومت انسولین را رد کردند. بوستروم در جواب به تیمونز توضیح داده که روش سنجش متفاوت تیمونز را می‌توان دلیلی برای وجود این اختلاف در پژوهش دانست (۲۹). هم‌چنین در پژوهش حاضر مشخص شد که، بین سطوح سرمی آیریزین و شاخص مقاومت به انسولین در زنان چاق در تمرین کانستریک ارتباط مستقیم و معنی‌داری وجود دارد. که علت این ارتباط را شاید بتوان به افزایش انسولین و نقش آیریزین در حفظ سیگنال انسولین دانست (۳۰). با در نظر گرفتن تأثیر عواملی از قبیل شدت و مدت تمرین و هم‌چنین تأثیر احتمالی نوع خاص فعالیت که در شیب مثبت و منفی نسبت به زمین انجام شده، افزایش آیریزین در پژوهش حاضر قابل توجه بوده که ممکن است هر کدام از این عوامل و شاید ناشتا بودن آزمودنی‌ها در هر دو مرحله از خون‌گیری باعث عدم بهبود مقاومت به انسولین در افراد چاق شده باشد. قابل ذکر است که عدم ارزیابی بیان ژن $PGC1-\alpha$ ، $FNDC5$ ، گیرنده‌های انسولین و بخصوص پروتئین $GLUT4$ (جهت بررسی مکانیسم افزایش مقاومت به انسولین)، یکسان نبودن مدت زمان و مصرف انرژی فعالیت برای همه آزمودنی‌ها و هم‌چنین تفاوت افراد در پاسخ به خستگی و التهاب ناشی از تمرین و تأثیر احتمالی آنها بر ترشح آیریزین و مکانیسم مقاومت به انسولین، به عنوان محدودیت‌های موجود در پژوهش حاضر می‌باشند.

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج پژوهش حاضر نشان داد که یک جلسه فعالیت حاد اکستریک و کانستریک صرف نظر از

از جمله سازوکارهای عمده در کاهش شاخص مقاومت به انسولین ناشی از تمرین، می‌توان به افزایش بیان پروتئین $GLUT4$ و انتقال آن به غشای پلاسمایی در عضله اسکلتی از طریق فعال‌سازی $AMPK$ دانست که در نهایت گلوکز به داخل سلول‌های عضلانی وارد و باعث تسهیل مصرف آن‌ها می‌شود (۲۶). هم‌چنین تغییرات انسولین و گلوکز می‌تواند موجب تغییر در مقاومت و حساسیت انسولینی بدن شود. بنابر این این احتمال وجود دارد که تمرین اکستریک و کانستریک تأثیری را بر بیان پروتئین $GLUT4$ نگذاشته است و از طرفی چون باعث افزایش در انسولین و گلوکز سرم بعد از هر دو نوع فعالیت شده لذا این تغییرات، افزایش مقاومت به انسولین را به همراه خواهد داشت. در تحقیق فیلیپ و همکاران (۲۰۱۶) مشخص شد که بعد از یک دوره ۱ ساعته تمرین کانستریک و یک دوره فعالیت ۱ ساعته بدون آسیب اکستریک با شدت $VO_{2max}/55$ ، تغییرات گلوکز بهبود می‌یابد (۱ و ۲ ساعت بعد از تمرین کانستریک و ۱ ساعت بعد از تمرین اکستریک) که با یافته‌های پژوهش ما ناهمسو است (۲۷). از جمله دلایل احتمالی تفاوت نتایج در پژوهش حاضر می‌توان به آثار احتمالی خستگی و آسیب ناشی از تمرین شدید درون‌گرا و برون‌گرا بر مکانیسم گلوکز و شاخص مقاومت به انسولین و هم‌چنین کوتاه بودن دوره انجام فعالیت و شدت بالای تمرینات در تحقیق حاضر، به عنوان عوامل موثر بر عدم تأثیر در بهبود مقاومت به انسولین نام برد. مطالعات قبلی نشان داده است که ترشح آیریزین در خون به وسیله‌ی افزایش در بیان ژن پروتئین $UCP1$ ، باعث بهبود مقاومت به انسولین شده و در نهایت منجر به قهوه‌ای شدن بافت چربی سفید می‌شود. $PGC1-\alpha$ ترشح آیریزین را افزایش می‌دهد و در بيو سنتز میتوکندریایی شرکت می‌کند و متابولیسم اکسیداتیو را بهبود می‌بخشد (۸). میتوکندری نقش مهمی را در مقاومت به انسولین ایفا می‌کند و کاهش در بیان یا عملکرد $PGC1-\alpha$ باعث ایجاد مقاومت به انسولین و دیابت می‌شود (۲۸). بر اساس یافته‌های این پژوهش در تمرین اکستریک بین آیریزین سرم و شاخص مقاومت به انسولین

5. Wu J, Ruas JL, Estall JL, Rasbach KA, Choi JH, Ye L, et al. The unfolded protein response mediates adaptation to exercise in skeletal muscle through a PGC-1 α /ATF6 α complex. *Cell metabolism*. 2011;13(2):160-9.
6. Sharp LZ, Shinoda K, Ohno H, Scheel DW, Tomoda E, Ruiz L, et al. Human BAT possesses molecular signatures that resemble beige/brite cells. *PloS one*. 2012;7(11):e49452.
7. Harms M, Seale P. Brown and beige fat : development, function and therapeutic potential. *Nature medicine*. 2013;19(10):1252-63.
8. Boström P, Wu J, Jedrychowski MP, Korde A, Ye L, Lo JC, et al. A PGC1-[agr]-dependent myokine that drives brown-fat-like development of white fat and thermogenesis. *Nature*. 2012;481(7382):463-8.
9. Moreno-Navarrete JM, Ortega F, Serrano M, Guerra E, Pardo G, Tinahones F, et al. Irisin is expressed and produced by human muscle and adipose tissue in association with obesity and insulin resistance. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2013;98(4):E769-E78.
10. Drexel H, Saely C, Langer P, Loruenser G, Marte T, Risch L, et al. Metabolic and anti-inflammatory benefits of eccentric endurance exercise—a pilot study. *European journal of clinical investigation* ۲۶-۲۱۸:(۴)۳۸;۲۰۰۸ .
11. Zeppetbauer M, Drexel H, Vonbank A, Rein P, Aczel S, Saely CH. Eccentric endurance exercise economically improves metabolic and inflammatory risk factors. *European journal of preventive cardiology*. 2013;20(4):577-84.
12. Paschalis V, Nikolaidis MG, Theodorou AA, Panayiotou G, Fatouros IG, Koutedakis Y, et al. A weekly bout of eccentric exercise is sufficient to induce health-promoting effects. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(1):64-73.
13. Wojtaszewski JF, Nielsen JN, Richter EA. Invited review: effect of acute exercise on insulin signaling and action in humans. *Journal of Applied Physiology*. 2002;93(1):384-92.
14. Kirwan J, Del Aguila L. Insulin signalling, exercise and cellular integrity. *Biochemical Society Transactions*. 2003;31۵-۱۲۸۱:(۶)
15. Hecksteden A, Wegmann M, Steffen A, Kraushaar J, Morsch A, Ruppenthal S, et al.

افزایش مقاومت به انسولین باعث افزایش میزان آیریزین سرم شده که احتمالاً این تمرینات بتواند با فعال کردن مکانیسم‌های مختلف بهبود ترکیب بدن (وزن، درصد چربی و شاخص توده بدنی)، تأثیرات مفید خود را بر تغییر فنوتیپ بافت چربی و درمان چاقی نشان دهد و به نتایج روشن‌تری در این زمینه منجر شود. با این وجود، به دلیل یافته‌ها و اطلاعات محدود و متناقض، اثرات این نوع تمرینات در افراد چاق قطعی نیست و ضروری است که تحقیقات بیشتری در این زمینه با حجم نمونه و دامنه سنی بزرگ‌تر صورت بگیرد.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد گروه فیزیولوژی ورزشی دانشکده تربیت بدنی دانشگاه شهید چمران اهواز می‌باشد. مراتب سپاس و قدردانی خود را از جناب آقای دکتر علیزاده (مسئول آزمایشگاه فیزیولوژی ورزش دانشکده)، سرکار خانم دکتر سکینه عربی (پزشک عمومی)، جناب آقای دکتر رنجبر و هم‌چنین تمامی افراد شرکت کننده در این تحقیق، اعلام می‌نمایم.

منابع

1. Mokdad AH, Ford ES, Bowman BA, Dietz WH, Vinicor F, Bales VS, et al. Prevalence of obesity, diabetes, and obesity-related health risk factors, 2001. *Jama*. 2003;289(1):76-9.
2. Kraus WE, Houmard JA, Duscha BD, Knetzger KJ, Wharton MB, McCartney JS, et al. Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins. *New England Journal of Medicine*. 2002;347(19):1483-92.
3. Nishida T, Tsuji S, Tsujii M, Arimitsu S, Haruna Y, Imano E, et al. Oral glucose tolerance test predicts prognosis of patients with liver cirrhosis. *The American journal of gastroenterology*. 2006;101(1):70-5.
4. 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.

- Irisin and exercise training in humans—results from a randomized controlled training trial. *BMC medicine*. 2013;11(1):1.
16. Pollock ML, Foster C, Schmidt D, Hellman C, Linnerud A, Ward A. Comparative analysis of physiologic responses to three different maximal graded exercise test protocols in healthy women. *American heart journal*. 1982;103(3):363-73.
17. ELLESTAD MH, ALLEN W, WAN MC, KEMP GL. Maximal treadmill stress testing for cardiovascular evaluation. *Circulation*. 1969;39(4):517-22.
18. 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.
19. Hakimi M, Attarzade Hosseini S. The Changes of Irisin Serum Levels and Lipid Profile of Overweight Male Students after Eight Weeks of Aerobic Training. *SSU_Journals*. 2016;23(12):1233-45.
20. Huh JY, Panagiotou G, Mougios V, Brinkoetter M, Vamvini MT, Schneider BE, et al. FNDC5 and irisin in humans: I. Predictors of circulating concentrations in serum and plasma and II. mRNA expression and circulating concentrations in response to weight loss and exercise. *Metabolism*. 2012;61(12):1725-38.
21. Löffler D, Müller U, Scheuermann K, Friebe D, Gesing J, Bielitz J, et al. Serum irisin levels are regulated by acute strenuous exercise. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2015;100(4):1289-99.
22. Shoukry A, Shalaby SM, El-Arabi Bdeer S, Mahmoud AA, Mousa MM, Khalifa A. Circulating serum irisin levels in obesity and type 2 diabetes mellitus. *IUBMB life*. 2016.
23. O'Leary VB, Marchetti CM, Krishnan RK, Stetzer BP, Gonzalez F, Kirwan JP. Exercise-induced reversal of insulin resistance in obese elderly is associated with reduced visceral fat. *Journal of Applied Physiology*. 2006;100(5):1584-9.
24. Jürimäe J, Rämson R, Maeestu J, Purge P, Juerimäe T, Arciero PJ, et al. Plasma visfatin and ghrelin response to prolonged sculling in competitive male rowers. *Medicine and science in sports and exercise*. 2009;41(1):137-43.
25. Ghanbari-Niaki A, Saghebjoor M, Soltani R, Kirwan JP. Plasma visfatin is increased after high-intensity exercise. *Annals of Nutrition and Metabolism*. 2010;57(1):3-8.
26. Durante PE, Mustard KJ, Park S-H, Winder WW, Hardie DG. Effects of endurance training on activity and expression of AMP-activated protein kinase isoforms in rat muscles. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*. 2002;283(1):E178-E86.
27. Philippe M, Krüsmann P, Mersa L, Eder E, Gatterer H, Melmer A, et al. Acute effects of concentric and eccentric exercise on glucose metabolism and interleukin-6 concentration in healthy males. *Biology of sport*. 2015;33(2):166-71.
28. Patti ME, Butte AJ, Crunkhorn S, Cusi K, Berria R, Kashyap S, et al. Coordinated reduction of genes of oxidative metabolism in humans with insulin resistance and diabetes: Potential role of PGC1 and NRF1. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2003;100(14):8466-71.
29. Timmons JA, Baar K, Davidsen PK, Atherton PJ. Is irisin a human exercise gene? *Nature*. 2012;488(7413):E9-E10.
30. Yang Z, Chen X, Chen Y, Zhao Q. Decreased irisin secretion contributes to muscle insulin resistance in high-fat diet mice. *International journal of clinical and experimental pathology*. 2015;8(6):6490.