

اثر تمرینات هوازی پیش از بارداری بر بیان ژن برخی مایوکاین‌های عضلانی پس از فرزندآوری

فاطمه حاجی‌زاده، آقاعلی قاسم‌نیا^{*}، حمیدرضا نوروزی

گروه علوم ورزشی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

تاریخ وصول: ۱۴۰۳/۰۹/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۲۴

چکیده

زمینه و هدف: فعالیت بدنی مادر در دوران بارداری سبب کاهش خطر چاقی فرزند و پدیده مقاومت انسولینی در روزهای اولیه تولد می‌شود. ورزش منظم در دوران بارداری می‌تواند از عوارض مرتبط با اضافه وزن در مادر و پیامدهای نامطلوب آن جلوگیری کند. لذا هدف از این مطالعه تعیین و بررسی تأثیر تمرین هوازی قبل بارداری بر بیان ژن مایوکاین‌های آیریزین و IL_15 عضله نعلی رت‌های مادر پس از فرزندآوری بود.

روش بررسی: در این مطالعه تجربی که در سال ۱۴۰۱-۱۴۰۲ انجام شد، ۴۸ سر موش صحرایی (شامل: ۲۴ سر رت صحرایی ماده و ۲۴ سر رت صحرایی نر با سن ۸ هفته که از موسسه رازی کرج خریداری شد) وارد مطالعه شدند. سپس رت‌های ماده و نر بر اساس وزن و به صورت تصادفی به ۲ گروه (دو گروه رت نر هر کدام ۱۲ سر و دو گروه رت ماده هر کدام ۱۲ سر) تقسیم شدند. هر کدام از گروه‌های نر و ماده، به یک گروه تمرینی و یک گروه کنترل تقسیم شد. پس از آشناسازی و تقسیم‌بندی، گروه‌های تمرینی نر و ماده، روی نوارگردان حیوانی به مدت ۶ هفته به تمرین هوازی فزاینده پرداختند. در پژوهش حاضر از سرعت تمرینی ۱۸-۱۰ متر در دقیقه معادل ۶۰-۷۰ درصد VO2max و در عین حال کارآمد از لحاظ فیزیولوژیک، استفاده شد. پس از اتمام دوره بارداری و به دنیا آمدن فرزندان، رت‌های مادر برای تهیه نمونه بافتی بیهوش شده و نمونه بافت عضله نعلی آنها جدا شد. بیان ژن اینترلوکین ۱۵ و آیریزین با استفاده از روش ریل تایم PCR صورت گرفت. داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از آزمون‌های شاپیروویک و تی مستقل تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها: بیان ژن آیریزین در گروه تمرین هوازی قبل بارداری نسبت به گروه کنترل در عضله نعلی رت‌های مادر پس از به دنیا آمدن فرزندان به طور معنی‌داری پایین‌تر بود ($p=0/003$). بیان ژن اینترلوکین ۱۵ در گروه تمرین هوازی قبل بارداری نسبت به گروه کنترل در عضله نعلی رت‌های مادر پس از به دنیا آمدن فرزندان تفاوت معنی‌داری نداشت ($p=0/142$).

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد که با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر در ارتباط با کاهش بیان ژن آیریزین و عدم تغییر در بیان ژن اینترلوکین ۱۵ در دوران پیش از بارداری، می‌تواند حاکی از بروز سازگاری نسبت به تمرین و یا به دلیل آستانه تحریک مایوکاین‌های یاد شده به دنبال تمرین بدنی باشد.

واژه‌های کلیدی: مایوکاین‌ها، آیریزین، اینترلوکین ۱۵، تمرین هوازی، بارداری، عضله اسکلتی.

^{*} نویسنده مسئول: آقاعلی قاسم‌نیا، زنجان، دانشگاه زنجان، گروه علوم ورزشی

Email: ghasemnian@znu.ac.ir

"نشریه علمی پژوهشی ارمغان دانش وابسته به دانشگاه علوم پزشکی یاسوج، یک نشریه با دسترسی آزاد است و تمامی مقالات منتشر شده در این نشریه به صورت دسترسی آزاد منتشر می‌شوند."

مقدمه

بارداری پتانسیل ایجاد تغییرات رفتاری در زنان را دارد. زیرا در این دوره تغییرات آناتومیک، بیوشیمیایی، فیزیولوژیکی و هورمونی ایجاد می‌شود که بر خلق و خو و احساسات تأثیر می‌گذارد و می‌تواند بر کیفیت زندگی در دوران بارداری تأثیر بگذارد. کیفیت زندگی درک شده به وسیله زنان باردار برای مفهوم سلامت پیش از زایمان ضروری است و می‌تواند تحت تأثیر رویدادهای بالینی و غیر بالینی باشد که برای زنان در این دوره قابل توجه است. از نظر جنبه‌های روانشناختی، عوارض سلامت روان در دوران بارداری مکرر است و می‌تواند ذاتاً با اضافه وزن و چاقی مرتبط باشد که شرایط رایج در زنان در سنین باروری است (۱). اضافه وزن یا چاقی ممکن است منجر به تغییرات در غلظت هورمون شود و بر سلامت باروری تأثیر منفی بگذارد. چاقی اختلالی است که از بی‌تعادلی دریافت و مصرف انرژی ناشی می‌شود. بی‌تعادلی انرژی به عنوان بازخورد فیزیولوژیکی و محیطی بر مصرف و دریافت انرژی اثر می‌گذارد (۲). همچنین اجرای فعالیت بدنی در دوره بارداری سطوح خستگی، استرس، اضطراب و افسردگی را کاهش داده و تأثیر مثبتی بر کیفیت زندگی مادر پس از زایمان دارد (۱). به عبارتی، ورزش می‌تواند بیان ژن‌ها را در بافت‌های متعددی تحت تأثیر قرار دهد که یکی از بافت‌های اصلی متأثر از اجرای

فعالیت بدنی، بافت عضلانی است (۳). عضله اسکلتی

انسان بافتی بسیار ناهمگن است که می‌تواند خود را با چالش‌های مختلفی که ممکن است بر روی آن قرار گیرد، سازگار کند. هنگامی که بیش از حد بارگذاری می‌شود، عضله با افزایش اندازه و قدرت خود از طریق سازوکارهای سلول‌های ماهواره‌ای^(۲) سازگار می‌شود، به موجب آن ساخت پروتئین افزایش می‌یابد (۴). فعالیت هوازی می‌تواند باعث تغییرات قابل ملاحظه‌ای در سوخت و ساز عضله شده و در نتیجه باعث افزایش ظرفیت برای کار فیزیکی گردد (۵). عضلات اسکلتی به عنوان یک اندام غدد درون‌ریز فعال شناخته شده‌اند. آنها عملکردهای حیاتی در هموستاز متابولیک را با آزاد کردن هورمون‌هایی به نام مایوکاین‌ها^(۳) در طی انقباض عضلانی دارند. مایوکاین‌ها میان بافت‌هایی مانند بافت چربی، کبد، پوست و پانکراس، ارتباط متقابل ایجاد می‌کنند. آنها به صورت موضعی بر عضلات تأثیر می‌گذارند و اثرات متابولیکی را از طریق سیگنال‌دهی اتوکراین، پاراکراین و غدد درون‌ریز تحمیل می‌کنند. به نظر می‌رسد که آیریزین^(۴) عمدتاً در سازگاری با ورزش به عنوان یک مایوکاین تنظیم شده با انقباض نقش دارد. پتانسیل کافی برای پیشگیری و درمان چاقی و بیماری‌های متابولیک را دارد. آیریزین سوخت و ساز انرژی و گرمایی را تنظیم می‌کند و تبدیل چربی‌های سفید به چربی‌های قهوه‌ای را افزایش می‌دهد، حساسیت به

انسولین را بهبود می‌بخشد و ترکیبات بدن را ارتقاء می‌دهد. علاوه بر این، آیریزین بیوژنز میتوکندری را ارتقاء می‌دهد و به طور مؤثر ظرفیت اکسایشی را افزایش می‌دهد (۶). علاوه بر این، اینترلوکین ۱۵ (IL-15)^(۱) هم یک سایتوکاین است که به وسیله سلول‌های آنتی‌ژن مانند؛ مونوسیت‌ها، ماکروفاژها و سلول‌های دندریتیک تولید می‌شود (۷). بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که آثار آنابولیکی IL-15 با ترکیب توده خالص بدن، همبستگی بالایی دارد. با بررسی پژوهش‌های مرتبط با این موضوع که IL-15 و آیریزین مایوکاین‌هایی هستند که در پی فعالیت بدنی و ورزش به داخل گردش خون آزاد می‌شود (۸). به طور کلی در ارتباط با فعالیت بدنی مادر در دوران بارداری و بررسی اثرات آن، گزارش شده است که ورزش آثار مثبتی بر پیامد دوران بارداری دارد، از جمله ثابت شده است که فعالیت ورزشی خطر چاقی مادر را کاهش داده و روند افزایش وزن مادر را تنظیم می‌نماید. مصرف اکسیژن در طی فعالیت ورزشی زمان بارداری افزایش می‌یابد که باعث بهبود اکسیژن‌رسانی به جنین می‌گردد. به علاوه زایمان آسان‌تر، عوارض بارداری و زایمان کمتر و بازگشت به فعالیت‌های معمول زودتر شروع می‌شود و شکل بدن و شیوه زندگی بهبود می‌یابد (۹).

دانشکده مامایی و ژنیکولوژی آمریکا و مرکز

کنترل و پیشگیری از بیماری‌ها پیروی از برنامه

استاندارد ورزشی را به زنان باردار سالم توصیه می‌کنند. انجام این ورزش‌ها می‌تواند آثار مفیدی بر مادر و جنین داشته باشد (۱۰). از جمله این آثار می‌توان به مواردی هم‌چون کاهش شیوع فشارخون بالا، اکلامپسی^(۲) و پری اکلامپسی^(۳) اشاره کرد. برای مثال عنوان شده است که فعالیت بدنی مرتب در ۲۰ هفته اول بارداری خطر ابتلا به پره اکلامپسی را تا ۳۴ درصد کاهش می‌دهد (۱۱، ۱۲).^۱ علاوه بر این منابع، شواهد نشان داده است که فعالیت بدنی مادر در دوران بارداری سبب کاهش خطر چاقی فرزند و پدیده مقاومت انسولینی در روزهای اولیه تولد می‌شود (۱۳). ورزش منظم در دوران بارداری می‌تواند از عوارض مرتبط با اضافه وزن در مادر و پیامدهای نامطلوب آن جلوگیری کنند. حتی گزارش شده است که فعالیت بدنی منظم در شش ماه اول بارداری منجر به کاهش شیوع سزارین^(۴) در زنان باردار می‌شود. کاهش میزان سزارین، مکنونومی بودن مایع آمنیوتیک و زجر جنینی حین زایمان، کوتاه شدن مرحله دوم زایمان، زایمان سریع و راحت، نیاز کمتر به استفاده از مسکن‌ها به علت کاهش درد، کاهش عوارض جنینی و مادری به علت زایمان راحت از سایر اثرات انجام ورزش در دوران بارداری است (۱۴). انجام ورزش‌های هوازی در بارداری بر اساس

1-Interleukin 15
2-Eclampsia
3-Pre-eclampsia
4-Caesarean

استانداردهای موجود، در صورتی که با تغذیه صحیح همراه باشد، باعث ایجاد اشکال در رشد نوزاد نمی‌شود، بلکه نوزادان متولد شده از مادران ورزشکار در مقایسه با گروه شاهد، سلول‌های چربی کمتری داشته‌اند (۱۵). در زمینه نقش ورزش، بلوه و همکاران، نشان دادند که فعالیت ورزشی باعث افزایش سطوح آیریزین در افراد سالم و مبتلایان به سندرم متابولیک می‌شود (۱۶). در برخی از پژوهش‌ها به مؤثر بودن یک جلسه فعالیت حاد بر افزایش سطوح آیریزین خون اشاره شده است و در برخی دیگر فعالیت مزمن و طولانی مدت را باعث تغییرات سطوح آیریزین خون برشمرده‌اند. برای مثال بوسستروم و همکاران، گزارش کردند که پس از ۱۰ هفته تمرینات استقامتی بیان فیبرونکتین نوع III پروتئین FNDC5 به عنوان پیش‌ساز آیریزین، در سطح بالاتری صورت گرفته و با بیان بیشتر mRNA پروتئین FNDC5 همراه بوده که می‌تواند با سنتز بیشتر آیریزین سرمی همراه شود (۱۷). هم‌چنین، بیان کرد تمرینات حاد به عنوان عامل مثبت جهت بالا بردن تولید آیریزین سرمی در رت عمل می‌کند (۱۷). از طرفی IL-15 هم یک سایتوکاین است که به وسیله سلول‌های آنتی‌ژن مانند؛ مونوسیت‌ها، ماکروفاژها و سلول‌های دندریتیک تولید می‌شود (۷). قارچ‌ها، ویروس‌ها، لیپوپلی ساکاریدها و سایر تولیدات باکتریایی می‌تواند بیان و ترشح IL-15 را تحریک و القا کنند (۱۸). علاوه بر اثرات تعدیل کننده

ایمنی IL-15 می‌تواند پاسخ التهاب روده را با به کارگیری مونوسیت‌های التهابی تشدید کند (۱۹). پژوهش‌های انجام شده نشان می‌دهد که آثار آنابولیکی IL-15 با ترکیب توۀ خالص بدن، همبستگی بالایی دارد. با بررسی پژوهش‌های مرتبط با این موضوع که IL-15 و آیریزین مایوکاین‌هایی هستند که در پی فعالیت بدنی و ورزش به داخل گردش خون آزاد می‌شود (۸). این پژوهش‌ها نشان داده‌اند که IL-15 آزاد شده در اثر فعالیت بدنی می‌تواند سبب تنظیم افزایشی آیریزین گردد. به طوری که بسیاری از مراکز و پژوهشگاه‌های پیشرفته دنیا، ورزش و فعالیت بدنی را یکی از بهترین راهبردهای کم هزینه به منظور بهبود و ارتقای سطح سلامت افراد می‌دانند. با این حال هنوز درباره نوع و شدت فعالیت ورزشی مؤثر و این که آیا فعالیت بدنی در زنان باردار نیز به نتایج مشابه می‌انجامد یا خیر، ابهامات زیادی وجود دارد. از طرفی با توجه به پژوهش‌ها، شدت‌های مناسب تمرینات بر سطوح آیریزین مشخص نیست و نتایج بررسی‌ها، ناهمسو و مبهم هستند (۲۰).

با توجه به این که سلامت و پیشرفت هر جامعه تا حدود زیادی بر سلامت زنان استوار است و از سوی دیگر دوران بارداری از بخش‌های بسیار مهم زندگی زنان به حساب می‌آید که تأثیرات چشمگیری بر سلامت و بهداشت زنان دارد و از شاخص‌های مهم سلامت جامعه محسوب می‌شود، به نظر می‌رسد

پرداختن به موضوعاتی در حیطه زنان به خصوص در دوران بارداری و پس از آن می‌تواند نتایج مفید و پرکاربردی را برای جامعه داشته باشد. بنابراین، با توجه به نقش مهم مایوکاین‌ها و تأثیر فعالیت ورزشی بر مایوکاین‌ها و نبود پژوهش‌های مرتبط با تغییرات مایوکاین‌ها در زنان باردار، لذا هدف از این مطالعه تعیین و بررسی تأثیر تمرین هوازی قبل بارداری بر بیان ژن مایوکاین‌های آیریزین و IL-15 عضله نعلی رت‌های مادر پس از فرزندآوری بود.

روش بررسی

در این مطالعه تجربی که در سال ۱۴۰۱-۱۴۰۲ انجام شد، ۴۸ سر موش صحرایی وارد مطالعه شدند که به طور مساوی: ۲۴ سر رت صحرایی ماده و ۲۴ سر رت صحرایی نر با سن هشت هفته از مؤسسه رازی کرج خریداری شد. از آن جایی که انتقال حیوانات باعث استرس و در نتیجه تغییر شرایط فیزیولوژیکی در آنها می‌شود، حیوانات پس از انتقال از مرکز به محیط پژوهش دانشگاه زنجان، به مدت ۱۰ روز تحت شرایط جدید نگهداری شدند. همه حیوانات در قفس‌های پلی‌کربنات چرخه نور (۱۲:۰۰) در تاریکی (۱۲:۰۰)، درجه حرارت حدود ۲۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت 5 ± 45 درصد نگهداری شدند. همچنین در تمام مدت زمان پژوهش، نمونه‌ها دسترسی آزادانه به آب و غذا داشتند. در ضمن در

این دوره یک هفته آشناسازی رت‌ها با نحوه انجام فعالیت دویدن روی دستگاه نوارگردان صورت گرفت (۵-۱۰ دقیقه با سرعت ۵-۸ متر بر دقیقه و پنج روز در هفته). سپس رت‌های ماده و نر بر اساس وزن و به صورت تصادفی به دو گروه (دو گروه رت نر هر کدام ۱۲ سر و دو گروه رت ماده هر کدام ۱۲ سر) تقسیم شدند. هر کدام از گروه‌های نر و ماده به یک گروه تمرین و یک گروه کنترل تقسیم شدند. پس از آشناسازی و تقسیم‌بندی، گروه‌های تمرینی نر و ماده، روی نوارگردان مخصوص جوندگان به مدت شش هفته به تمرین هوازی پرداختند.

برنامه تمرینی در هفته اول با سرعت ۱۰ متر در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه در شیب صفر درجه اجرا می‌شود. در هفته‌های بعد سرعت و مدت زمان دویدن روی نوارگردان افزایش یافته به طوری که حیوانات در هفته دوم با سرعت ۱۰ متر در دقیقه به مدت ۲۰ دقیقه، در هفته سوم با سرعت ۱۴-۱۵ متر در دقیقه به مدت ۲۰ دقیقه، در هفته چهارم با سرعت ۱۴-۱۵ متر در دقیقه به مدت ۳۰ دقیقه و هفته پنجم و ششم با سرعت ۱۷-۱۸ متر بر دقیقه به مدت ۳۰ دقیقه روی نوارگردان دویدند. برای رسیدن به سازگاری‌های به دست آمده به حالت یکنواخت، تمامی متغیرهای تمرینی، در هفته پایانی (هفته ششم) ثابت نگه داشته شدند (۲۲ و ۲۱) (جدول ۱).

رت‌های مادر برای تهیه نمونه بافتی، پس از

سوپرناتانت به دست آمده به وسیله کیت مربوطه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. میزان بیان ژن‌های آیریزین و اینترلوکین ۱۵ و ژن GAPDH به عنوان کنترل داخلی با استفاده از دستگاه Light Cycler 96 و رنگ *syber green I* تعیین شد. جفت پرایمرهای مربوط به هر ژن با استفاده از نرم‌افزار oligo7 طراحی شد و به وسیله شرکت Roche سنتز شد (جدول ۲).

داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار SPSS و آزمون‌های آماری شاپیروویک و تی مستقل تجزیه و تحلیل شدند.

هشت ساعت ناشتایی با اتر بیهوش شدند و بافت عضله نعلی پس از ایجاد برش در ساق پا تحت شرایط استریل جدا شد. بافت مورد نظر پس از شستشو با سرم فیزیولوژیک بلافاصله در نیتروژن مایع (دمای -۱۸۰ درجه) منجمد شده سپس جهت اجرای کارهای آزمایشگاهی در یخچال با دمای -۸۰- نگهداری شد. در زمان تشریح برای جلوگیری از تداخل اثر زمان تشریح بر میزان هورمون‌ها (آهنگ شبانه روزی)، رت‌ها به صورت متناوب از گروه‌های پژوهش تشریح شدند. در زمان تجزیه و تحلیل آزمایشگاهی، بافت عضله نعلی رت‌های صحرایی با دستگاه هموژنایزر، هموژن شده و پس از سانتریفیوژ

جدول ۱: برنامه تمرینی هوازی

هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم	هفته پنجم	هفته ششم
۱۰	۲۰	۲۰	۳۰	۳۰	۳۰
۱۰	۱۰	۱۵-۱۴	۱۵-۱۴	۱۸-۱۷	۱۸-۱۷

مدت زمان تمرین (دقیقه)

سرعت نوارگردان (متر بر دقیقه)

جدول ۲: توالی پرایمرها

نام ژن	طول قطعه	توالی پرایمر
GAPDH	۱۳۰	Forward primer: AATGTGTCGTCGTGGATCTG Reverse primer: CAACCTGGTCCTCAGTGTAGC
آیریزین (FNDC5)		Forward primer: CTTTCATGTGGGCAGGTGTCAT Reverse primer: ATTGGGCTCGTTGTCCTTGAT
اینترلوکین ۱۵		Forward primer: CCATCTCGTGCTACTTGTG Reverse primer: CTGTTTGCAAGGTAGAGCACG

یافته‌ها

تمرین هوازی قبل بارداری نسبت به گروه کنترل به

طور معنی‌داری پایین‌تر بوده است ($p=0/003$ ، $t=3/513$ -

$t=14$ (df=14) (جدول ۴) (شکل ۱).

همچنین، نتایج آزمون تی مستقل نشان داد که

تفاوت معنی‌داری بین میانگین بیان ژن اینترلوکین ۱۵

گروه‌های پژوهش وجود ندارد ($p=0/088$ ، $t=1/837$ -

$t=14$ (df=14) (جدول ۵) (شکل ۲).

جدول ۳، داده‌های توصیفی متغیرهای پژوهش

را نشان می‌دهد. پیش از اجرای آزمون آماری تی

مستقل، پیش‌فرض‌های آزمون (طبیعی بودن داده‌ها و

برقراری همگنی واریانس‌ها) اجرا شد و پیش-

فرض‌های آزمون در گروه‌ها برقرار بود.

به طور کلی بر اساس نتایج آزمون تی مستقل،

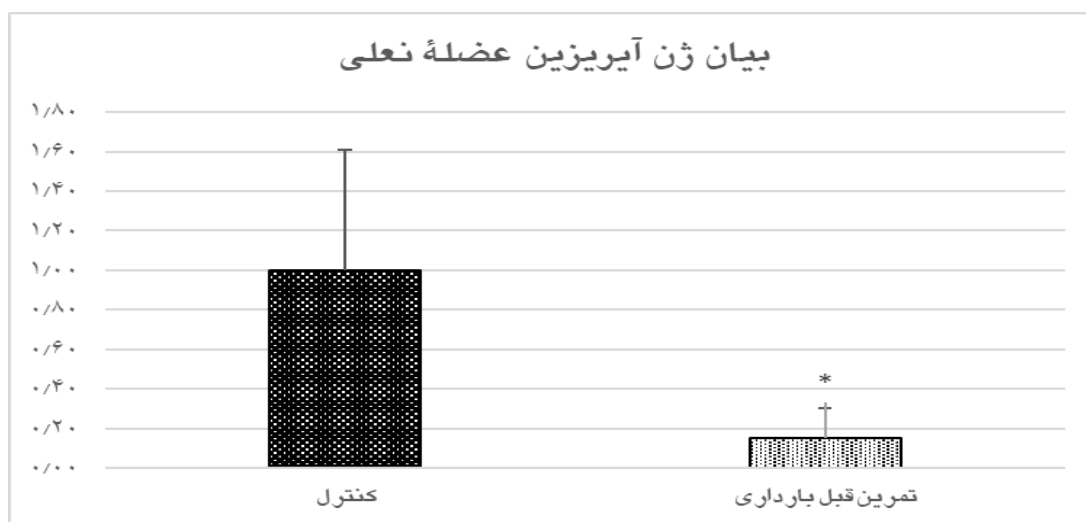
میانگین بیان ژن FNDC5 در عضلهٔ نعلی در گروه

جدول ۳: اطلاعات توصیفی متغیرهای پژوهش

گروه	آیریزین (انحراف معیار $\pm$ میانگین)	اینترلوکین ۱۵ (انحراف معیار $\pm$ میانگین)
تمرین هوازی قبل بارداری	$0/15 \pm 0/15$	$1/36 \pm 0/53$
بدون تمرین و فعالیت بدنی	$1/00 \pm 0/61$	$1/00 \pm 0/22$

جدول ۴: نتایج آزمون تی مستقل برای آیریزین

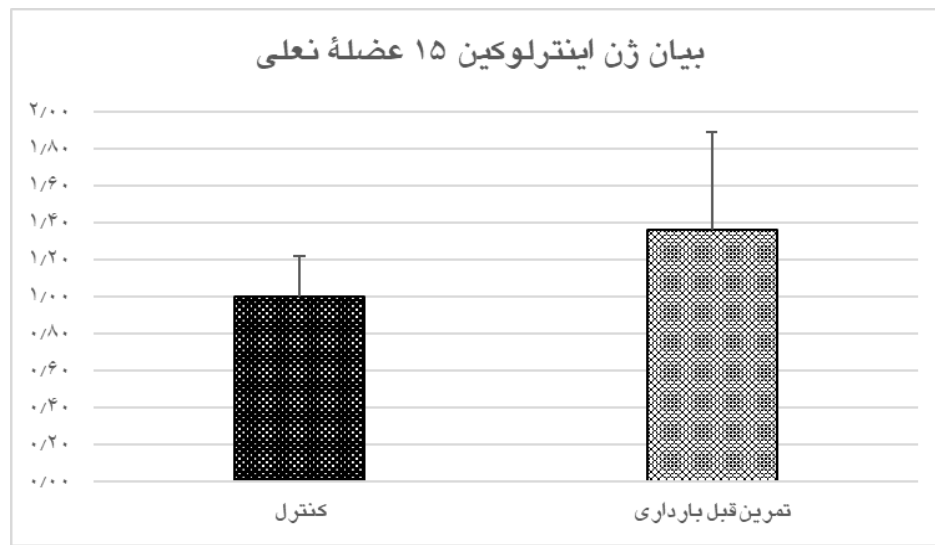
آیریزین	تی	Df	Sig
	-3/513	14	0/003
	-3/955	9/204	0/003



شکل ۱: تغییرات بیان ژن آیریزین پس از شش هفته

جدول ۵: نتایج آزمون تی مستقل برای اینترلوکین ۱۵

اینترلوکین ۱۵	تی	Df	Sig
	۱/۸۳۷	۱۴	۰/۰۸۸
	۱/۶۷۲	۷/۶۶۹	۰/۱۳۵



شکل ۲: تغییرات بیان ژن اینترلوکین ۱۵ پس از شش هفته

بحث

و IL_15 عضله نعلی رت‌های مادر پس از فرزندآوری بود.

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که اجرای تمرین هوازی قبل از دوره بارداری سبب کاهش بیان ژن آیریزین عضله نعلی در رت‌های ماده شده است. فعالیت ورزشی با شدت متوسط می‌تواند با آزاد کردن مایوکاین‌ها و آدیپوکاین‌ها مانند: آپلین، آدیپونکتین، لپتین، آیریزین و کمرین از بروز دیابت و فشارخون در دوران بارداری جلوگیری کند. اجرای فعالیت ورزشی سطوح آیریزین را افزایش می‌دهد که با گلوکز ناشتا، غلظت انسولین و سطح هموگلوبین

بارداری از حساس‌ترین و مهم‌ترین مراحل زندگی زنان است که همراه با تغییرات روانشناختی و جسمانی می‌باشد. در دوران بارداری، فعالیت بدنی منظم به سلامت مادر و جنین کمک می‌کند که به دلیل تأثیر ورزش بر تنظیم فیزیولوژیکی، رشد و عملکرد بهینه جفت جنین است. فعالیت بدنی با شدت متوسط می‌تواند با آزاد کردن مایوکاین‌ها و آدیپوکاین‌ها از بروز دیابت و فشارخون در دوران بارداری جلوگیری کند (۳)، لذا هدف از این مطالعه تعیین و بررسی تأثیر تمرین هوازی قبل بارداری بر بیان ژن مایوکاین‌های آیریزین

گلیکوزیله ارتباط منفی دارد. آیریزین سطوح بیان mRNA UCP1 و عامل شبه فاکتور تکه تکه شدن DNA القا کننده مرگ سلولی (cidea) A را افزایش می‌دهد تا باعث قهوه‌ای شدن بافت چربی، افزایش گرمایی و افزایش مصرف انرژی شود. فیبرهای نوع I عضلات اندام تحتانی در دوران بارداری و پس از زایمان از نظر قطر و مقدار کوچکتر می‌شوند و کاهش سفتی تاندون در دوران بارداری ممکن است در طول شیردهی ادامه یابد. این موارد احتمالاً بر عملکرد عضلات تأثیر می‌گذارند و تحرک را مختل می‌کنند (۲۱). به طور کلی، بررسی‌های انجام گرفته حاکی از آن است که در دوران بارداری کاهش حجم و ضعف عضلانی در مادران باردار رخ می‌دهد (۲۲). بنابراین جهت پیشگیری از بروز چنین عارضه‌ای نیازمند انجام اقدامات و برنامه‌ریزی‌های مؤثر و مفید در این زمینه است، اما از آنجایی که نتایج پژوهش حاضر نشان داد که اجرای تمرینات هوازی در دوران بارداری سبب کاهش معنی‌دار آیریزین عضله اسکلتی شده است، به نظر می‌رسد که شدت و برنامه ریزی تمرین باید در این مبحث مورد بررسی قرار گیرد و یا از روش‌های دیگر تمرینی از جمله تمرینات مقاومتی استفاده کرد تا زنان باردار ضعف عضلانی ناشی از بارداری را کاهش دهند. زیرا سبک زندگی مادر در دوران بارداری، به ویژه فعالیت بدنی، تأثیر مهمی بر رشد عضلات اسکلتی جنین دارد (۲۳). به طور کلی، پژوهش‌هایی که اثرات ورزش بدنی را بر سطح آیریزین بررسی کرده‌اند، نتایج متفاوتی به دست

داده‌اند و نشان داده‌اند که نوع، شدت و مدت ورزش از عوامل مهم مؤثر بر سطح آیریزین هستند (۲۴). در پژوهش‌های مشابه چاء و همکاران گزارش کردند که ورزش در دوران بارداری، بیان نشانگرهای سلولی سینیسیوتروفوبلاست را افزایش می‌دهد که نشان‌دهنده تمایز سلول‌های تروفوبلاست است که ارتباط نزدیکی با افزایش بیوزن میتوکندری و متابولیسم اکسیداتیو در جفت E18.5 دارد. علاوه بر این، ورزش در دوران بارداری، گیرنده فعال شده به وسیله تکثیر کننده پراکسی‌زوم (PGC-1 α) را فعال کرد که با افزایش بیان آلفا-کتوگلو تارات جفتی و بیان ایزوسیترات دهیدروژنازها و جا به جایی‌های ۱۱-۱۰ مرتبط بود و دمتیلاسیون DNA پرموتر Pgc1a را تسهیل می‌کرد. علاوه بر این، ورزش، بیان FNDC5 و ترشح فرم شکافته شده آن، آیریزین، را که به عنوان فعال کننده PGC-1 α شناخته می‌شود، افزایش داده است (۲۵). همچنین، وانگ و همکاران، در پژوهش خود نشان دادند که دوچرخه سواری با شدت متوسط، سه بار در هفته (حداقل ۳۰ دقیقه در هر جلسه با رتبه‌بندی درک فشار بین ۱۲ تا ۱۴) از هفته ۱۲ تا هفته ۳۷ سطوح آیریزین را افزایش داد (۲۶). همچنین، زومیلوویچ و همکاران، نشان دادند تمرین سبب افزایش معنی‌دار سطح آیریزین در زنان باردار شد (۲۷). علاوه بر این، باتومی و همکاران (۲۸) و رضایی منش و همکاران (۲۹)، افزایش قابل توجه آیریزین را به دنبال تمرینات HIIT گزارش کردند که بر این اساس به نظر می‌رسد که از آنجایی که شدت

تمرینات HIIT بالا است یک عامل محرک بر افزایش سطوح آیریزین بوده است. به طور کلی با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر و یافته‌های سایر پژوهشگران به نظر می‌رسد طول دوره تمرینات ورزشی، ماهیت فعالیت ورزشی و شدت آن از عوامل موثر بر روی مایوکاین‌ها می‌باشد و با توجه به بررسی منابع در این زمینه، پژوهش‌های چندانی در ارتباط با بررسی سطوح آیریزین در دوران بارداری به دنبال اجرای فعالیت بدنی یافت نشد که زمینه را برای انجام پژوهش‌های بیشتر در این زمینه فراهم می‌کند.

به طور کلی، آیریزین به عنوان یک هدف جدید در مدیریت چاقی و دیابت پیشنهاد شده است، زیرا افزایش سطح آیریزین باعث کاهش مقاومت به انسولین می‌شود. کاهش سطح پلاسمایی آیریزین در سه ماهه اول با افزایش خطر ابتلا به دیابت بارداری مرتبط است و ممکن است در شناسایی اولیه زنان در معرض خطر دیابت بارداری مفید باشد. سطوح HbA1c، گلوکز خون ناشتا، گلوکز ۱ ساعته، گلوکز ۲ ساعته و سطح انسولین ناشتا در بیماران مبتلا به دیابت بارداری بالاتر است، در حالی که سطح آیریزین کمتر از گروه کنترل است، اگرچه سطح آیریزین خون بدنناف بدون تغییر است. سطح سرمی آیریزین با مقاومت به انسولین در طول سه ماهه اول بارداری ارتباط مثبت دارد، در حالی که سطح آیریزین در سه ماهه سوم کمتر است. سطح آیریزین در گردش در زنان مبتلا به دیابت بارداری پس از زایمان افزایش

می‌یابد، که به نظر می‌رسد یک سازوکار بازخورد جبرانی برای تعدیل هموستاز گلوکز باشد. سطح آیریزین در زنان باردار کمتر فعال کمتر است، در حالی که افزایش جزئی در زنان فعال (ورزش دوچرخه‌سواری هوازی حداقل سه بار در هفته به مدت هشت هفته) با گلوکز ناشتا، غلظت انسولین و هموگلوبین گلیکوزیله ارتباط منفی دارد، که نشان می‌دهد آیریزین ناشی از ورزش انتشار در دوران بارداری می‌تواند نشانگرهای هموستاز گلوکز را در زنان بهبود بخشد و اختلالات متابولیکی ناشی از بارداری را جبران کند (۳۰). با توجه به موارد یاد شده و کاهش بیان ژن آیریزین در عضله نعلی رت‌های صحرایی مادر که در دوران قبل بارداری فعالیت بدنی انجام می‌دادند، به اندازه‌ای نبوده است سبب تحریک کامل مایوکاین آیریزین شود.

به طور کلی، انتشار آیریزین ناشی از ورزش می‌تواند سوخت و ساز عضلانی را از طریق فعال‌سازی AMPK تعدیل کند. درمان حیوانات با آیریزین سطوح PGC-1 α ، فاکتور تنفسی هسته‌ای ۱ (NRF1) و فاکتور رونویسی میتوکندری (TFAM) A را افزایش می‌دهد که منجر به افزایش محتوای میتوکندری و مصرف اکسیژن می‌شود. ورزش (۸۵ درصد از حداکثر ضربان قلب) هم‌چنین سطح PPAR- γ فعال‌کننده فعال ۱- (PGC-1 α) را افزایش می‌دهد که به نوبه خود باعث افزایش سطح آیریزین می‌شود. ورزش در انسان و حیوان باعث تحریک سطوح آیریزین می‌شود و باعث افزایش بیان

UCP1 mRNA می‌شود که منجر به قهوه‌ای شدن بافت چربی زیر جلدی و احشایی و افزایش گرم‌زایی می‌شود. افزایش سطح آیریزین در زنان باردار پس از ورزش رخ می‌دهد که می‌تواند برای ترویج برنامه‌های ورزشی برای زنان باردار مورد استفاده قرار گیرد (۳۰).

از سویی دیگر، یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که اجرای تمرین هوازی در دوره قبل بارداری تأثیر معنی‌داری بر روی بیان ژن اینترلوکین ۱۵ عضله نعلی در رت‌های مادر نداشته است.

با توجه به این که بارداری شرایطی است که در آن زنان با تغییرات چشمگیر فیزیولوژیکی و متابولیکی مواجه هستند، سطوح مایوکاین‌ها نیز دستخوش تغییرات قابل توجهی می‌گردد. از سویی، یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که اجرای فعالیت بدنی در دوران قبل و حین بارداری تفاوت معنی‌داری را در بیان ژن اینترلوکین ۱۵ در عضله نعلی رت‌های مادر ایجاد نکرد، با توجه به این که شدت و مدت و نوع فعالیت ورزشی یکی از عوامل دخیل در تغییرات مایوکاین‌ها است، به نظر می‌رسد که در پژوهش حاضر شدت و مدت فعالیت بدنی برای رت‌های مادر در دوران قبل و حین بارداری در حدی نبوده است که بتواند سبب بروز تغییرات معنی‌دار در بیان ژن مایوکاین اینترلوکین ۱۵ گردد. در بررسی منابع، پژوهش‌های چندانی در ارتباط با اثر تمرین در دوران بارداری بر روی اینترلوکین ۱۵ یافت نشد، به همین دلیل به بررسی مایوکاین‌های مشابه پرداخته شد. در

پژوهش‌های همسو، استوکلند و همکاران، در پژوهش خود نشان دادند که اجرای تمرین در دوران بارداری به مدت ۱۲ هفته سبب کاهش اینترلوکین ۱۵ در زنان باردار مبتلا به تخمدان پلی کیستیک شده است (۳۱). مانزانو و همکاران، گزارش کردند که ۶۰ دقیقه تمرین همزمان (هوازی - مقاومتی) ۳ روز در هفته از هفته هفدهم بارداری تا زایمان، سبب کاهش غلظت اینترلوکین ۶، $TNF-\alpha$ و $IL-1\beta$ شد (۳۲). همچنین، مورگان و همکاران، در پژوهش خود گزارش کردند که هفت ماه تمرین HIIT بر روی سطوح اینترلوکین ۱۵ در زنان مبتلا به سرطان سینه نداشت (۳۳).

از طرفی، هاجینسون و همکاران، در پژوهش خود یک جلسه راه رفتن روی نوارگردان با شدت متوسط (۴۰ تا ۶۰ درصد ضربان قلب ذخیره) سبب افزایش سطوح $IL-15$ به طور قابل توجهی در پاسخ به ورزش حاد در گروه باردار شد (۳۴). همچنین، محمدی‌نژاد و همکاران، افزایش معنی‌داری در سطوح اینترلوکین ۱۵- پس از تمرین مقاومتی در زنان میانسال گزارش کردند. یافته‌های گزارش شده ناهمسو با یافته‌های پژوهش حاضر است.

از علل ناهمسوئی می‌توان به دوره، شدت، نوع فعالیت بدنی و نوع آزمودنی‌ها (انسان در مقابل رت) اشاره کرد. علاوه بر این، گزارش شده است که تغذیه نیز جزء عواملی است که سطوح اینترلوکین ۱۵ را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۸). به طور کلی، از آنجایی که عوامل مختلفی بر روی ترشح مایوکاین‌ها تأثیر می‌گذارد، از جمله وزن نمونه‌های پژوهش که می‌تواند

مانع از رسیدن به سرعت‌های بالاتر در حین تمرین گردد. بنابراین، ممکن است سرعت پایین‌تر به جذب ناکافی تار عضلانی یا تحریک مورد نیاز برای ایجاد یک تغییر قابل مشاهده در تعداد قابل توجهی از مایوکاین مورد نظر در گردش در نمونه‌های بارداری باشد. همچنین می‌توان تصور کرد که شدت بالاتری برای تحریک سنتز و انتشار مایوکاین لازم است. بنابراین عدم تغییرات معنی‌دار در بیان ژن اینترلوکین ۱۵ در عضلهٔ نعلی رت‌های مادر را می‌توان به شدت پایین تمرین در دوران قبل و حین بارداری نسبت داد که البته در زمینه نیاز به بررسی‌های بیشتری است.

به طور کلی، گزارش شده است که الگوی بیان IL-15 شبیه بسیاری از عوامل پیش التهابی در جفت مانند IL-8، α -TNF، MCP-1 و غیره است که ممکن است با حفظ بارداری طبیعی سازگار شود. در اوایل بارداری، یک حالت پیش التهابی درجه پایین در رحم، پیش‌نیاز لانه‌گزینی جنین طبیعی است. برای دستیابی به این هدف، سلول‌های تروفوبلاست در جنین و بسیاری از سلول‌های ایمنی که از خون محیطی به رحم منتقل می‌شوند، مقدار زیادی از عوامل پیش التهابی ترشح می‌کنند. در سه ماهه دوم، مادر با حضور جنین سازگار می‌شود و به منظور ایجاد محیط مناسب برای رشد و نمو سریع جنین، عوامل پیش التهابی جفت به میزان قابل توجهی کاهش و عوامل ضد التهابی افزایش می‌یابد. در سه ماهه سوم، عوامل پیش التهابی در جفت مجدداً افزایش می‌یابد تا به جنین و جفت اجازه زایمان آسان را بدهد. از آن

جایی که پروتئین IL-15 تنها می‌تواند به وسیله انواع خاصی از سلول‌ها به دلیل تنظیم دقیق پس از رونویسی، مانند عضلات اسکلتی بیان شود، با اتصال گیرنده IL-15 (IL-15R) و تشکیل کمپلکس IL-15-IL-15R متصل به غشاء، IL-15 (عمدتاً JAK (Janus Kinase)/STAT) مبدل سیگنال و فعال کننده پروتئین‌های رونویسی را فسفریله می‌کند. سپس انتقال سیگنال را آغاز شده و پس از آن بیان و فعال شدن مولکول‌های موثر پایین دست را القا می‌کند. از آنجایی که فعال‌سازی مسیر سیگنالینگ JAK/STAT تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله بیماری‌های متابولیک، دیابت بارداری است (۳۵)، به نظر می‌رسد که تغییرات اندک در هر یک از عوامل بیرونی از جمله؛ تغذیه، فعالیت بدنی با توجه به نوع و شدت آن می‌تواند این مسیر را تحت تأثیر قرار دهد.

به نظر می‌رسد که جهت دستیابی به نتایج دقیق‌تر در این زمینه، بهتر است عوامل مختلف پیش التهابی و ضد التهابی در کنار هم به دنبال اجرای فعالیت بدنی در دوران قبل بارداری مورد ارزیابی قرار گیرد.

از محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان به عدم کنترل دورهٔ فعلی منظم جهت بارداری، عدم جفت گیری هم‌زمان و عوامل استرس محیطی اشاره کرد، لذا پیشنهاد می‌شود که در پژوهش‌های بعدی از تلقیح مصنوعی به منظور بارداری استفاده کرد و تا حد امکان عوامل محیطی هم‌چون دما، نور و شدت تمرین به منظور کنترل استرس کنترل گردد.

نتیجه‌گیری

با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر غیراخلاقی به نظر می‌رسد که زنان باردار را به مداخله با سطح فعالیت بدنی با شدت بالا توصیه کرد. با این حال، می‌توان اشاره کرد که مقایسه تغییرات بین گروه‌های زنان باردار فعال و غیرفعال، نتایج متنوع‌تری را در رابطه با مایوکاین‌ها به منظور پیشگیری از بیماری‌های متابولیک می‌دهد.

تقدیر و تشکر

بدین وسیله از همکاری و همراهی مسئولین و شهروندان شهر لنده در اجرای این پروژه قدردانی می‌شود.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تعارض منافعی در خصوص این مقاله وجود ندارد.

حمایت مالی

این تحقیق با حمایت مالی معاونت پژوهشی معاونت دانشجویی و بخشی دیگر با هزینه شخصی دانشجو انجام شده است.

ملاحظات اخلاقی

این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشگاه زنجان با کد اخلاق IR.ZNU.REC.1402.011 می‌باشد.

مشارکت نویسندگان

نویسندگان این مقاله در تمامی مراحل همکاری و مشارکت داشته‌اند. ارایه طرح پژوهش و بازبینی و اصلاحات مقاله به وسیله آقاعلی قاسمیان، اجرای عملی و نگارش پژوهش به وسیله فاطمه حاجی‌زاده و تحلیل داده‌ها به وسیله حمیدرضا نوروزی انجام گرفته است.

REFERENCES

1. Bernardo D, Sousa DR, Ferreira IH, Bobadilla Agouborde C, Soto-Rodriguez F, Santos PC. Effects of Physical activity on quality of life of pregnant women with overweight or obesity: a systematic review. *Women* 2024; 4(2): 130-43.
2. Abbasi S, Moazami M, Bijeh N. The relationship between physical activity levels in the third trimester with the birth anxiety. *International Journal of Sport Studies* 2014; 4: 120.
3. Widmann M, Nieß AM, Munz B. Physical exercise and epigenetic modifications in skeletal muscle. *Sports Medicine* 2019; 49(4): 509-23.
4. Harridge SD. Plasticity of human skeletal muscle: gene expression to in vivo function. *Experimental Physiology* 2007; 92(5): 783-97.
5. Bahrami F. The effect of eight weeks of endurance exercise on the expression of MEF2 and HDAC4 genes and miR-1 protein in slow and fast twitch skeletal muscles of male Wistar rats. Ministry of Science and Research. Master's thesis, Lorestan University, Faculty of Literature and Humanities; 2018.
6. Motahari Rad M, Bijeh N, Attarzadeh Hosseini SR, Raouf Saeb A. The Impact of different modes of exercise training on irisin: a systematic review and meta-analysis research. *Journal of Advances in Medical and Biomedical Research* 2021; 29(134): 125-38.
7. Tagaya Y, Bamford RN, DeFilippis AP, Waldmann TA. IL-15: a pleiotropic cytokine with diverse receptor/signaling pathways whose expression is controlled at multiple levels. *Immunity* 1996; 4(4): 329-36.
8. Riechman SE, Balasekaran G, Roth SM, Ferrell RE. Association of interleukin-15 protein and interleukin-15 receptor genetic variation with resistance exercise training responses. *Journal of Applied Physiology* 2004; 97(6): 2214-9.
9. Motahari Tabari N, Mirdar S, Khaledan A, Ahmad Shirvani M. The effect of aerobic exercise on pregnancy outcomes. *Scientific Research Journal of Babol University of Medical Sciences* 2010; 12-1(54): 36-43.
10. Schmidt MD, Pekow P, Freedson PS, Markenson G, Chasan-Taber L. Physical activity patterns during pregnancy in a diverse population of women. *Journal of Women's Health* 2006; 15(8): 909-18.
11. Borodulin K, Evenson KR, Wen F, Herring AH, Benson A. Physical activity patterns during pregnancy. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2008; 40(11): 1901.
12. Fell DB, Joseph K, Armson BA, Dodds L. The impact of pregnancy on physical activity level. *Maternal and Child Health Journal* 2009; 13(5): 597-603.
13. Huang JS, Lee TA, Lu MC. Prenatal programming of childhood overweight and obesity. *Maternal and Child Health Journal* 2007; 11(5): 461-73.
14. Evenson KR, Wen F. National trends in self-reported physical activity and sedentary behaviors among pregnant women: NHANES 1999–2006. *Preventive Medicine* 2010; 50(3): 123-8.
15. Evenson KR, Moos M-K, Carrier K, Siega-Riz AM. Perceived barriers to physical activity among pregnant women. *Maternal and Child Health Journal* 2009; 13(3): 364-75.
16. Blüher S, Panagiotou G, Petroff D, Markert J, Wagner A, Klemm T, et al. Effects of a 1-year exercise and lifestyle intervention on irisin, adipokines, and inflammatory markers in obese children. *Obesity* 2014; 22(7): 1701-8.
17. Castillo-Quan JI. From white to brown fat through the PGC-1 α -dependent myokine irisin: implications for diabetes and obesity. *Disease Models & Mechanisms* 2012; 5(3): 293.

- 18.d'Acquisto F, Maione F, Pederzoli-Ribeil M .From IL-15 to IL-33: the never-ending list of new players in inflammation. Is it time to forget the humble aspirin and move ahead? *Biochemical Pharmacology* 2010; 79(4): 525-34.
- 19.Schulthess J, Meresse B, Ramiro-Puig E, Montcuquet N, Darche S, Bègue B, et al. Interleukin-15-dependent NKp46+ innate lymphoid cells control intestinal inflammation by recruiting inflammatory monocytes. *Immunity* 2012; 37(1): 108-21.
- 20.Andrade PA, Silveira BS, Rodrigues AC, da Silva FO, Rosa CB, Alfenas RG. Effect of exercise on concentrations of irisin in overweight individuals: a systematic review. *Science & Sports* 2018; 33(2): 80-9.
- 21.Rieger MM, Wong M, Burnett LA, Sesillo FB, Baynes BB, Alperin M. Mechanisms governing protective pregnancy-induced adaptations of the pelvic floor muscles in the rat preclinical model. *American Journal of Obstetrics and Gynecology* 2022; 226(5): 708, e1- e13.
- 22.
- 22.Santos MLdS, Macêdo SGGF, Fernandes J, Pirkle CM, Câmara SM. Muscle strength during pregnancy and postpartum in adolescents and adults. *Plos one* 2024; 19(3): e0300062.
- 23.Sun H, Chen M, Liao J, He L, Wan B, Yin J, et al. The maternal lifestyle in pregnancy: Implications for foetal skeletal muscle development. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle* 2024; 15(5): 1641-50.
- 24.Torabi A, Reisi J, Kargarfard M, Mansourian M. Differences in the impact of various types of exercise on irisin levels: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Preventive Medicine* 2024; 15: 11.
- 25.Chae SA, Du M, Zhu M-J, Son JS. Exercise enhances placental labyrinth trophoblast development by activation of PGC-1 α and FNDC5/irisin. *Biology of Reproduction* 2024; 110(2): 355-64.
- 26.Wang C, Zhang X, Liu M, Qin S, He C, Liu Y, et al. Irisin participates in the beneficial effects of exercise in preventing gestational diabetes mellitus in overweight and obese pregnant women and a mouse model. *Frontiers in Nutrition* 2023; 9: 1034443.
- 27.Szumilewicz A, Worska A, Piernicka M, Kuchta A, Jastrzębski Z, Radzimiński Ł, et al. Acute postexercise change in circulating irisin is related to more favorable lipid profile in pregnant women attending a structured exercise program and to less favorable lipid profile in controls: an experimental study with two groups. *International Journal of Endocrinology* 2019; 2019(1): 1932503.
- 28.Batumi A. The changes of irisin levels in athletes after eight weeks intensity interval training. *Journal of Humanities Insights* 2020; 4(01): 41-4.
- 29.Rezaeimanesh D. Effects of interval training on irisin and insulin resistance in overweight men. *Archives of Pharmacy Practice* 2020; 11(1-2020): 78-83.
- 30.Pahlavani HA, Laher I, Weiss K, Knechtle B, Zouhal H. Physical exercise for a healthy pregnancy: the role of placentokines and exerikines. *The Journal of Physiological Sciences* 2023; 73(1): 30.
- 31.Stokkeland LMT, Giskeødegård GF, Ryssdal M, Jarmund AH, Steinkjer B, Madssen TS, et al. Changes in serum cytokines throughout pregnancy in women with polycystic ovary syndrome. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 2022; 107(1): 39-52.
- 32.Acosta-Manzano P, Coll-Risco I, Van Poppel MN, Segura-Jiménez V, Femia P, Romero-Gallardo L, et al. Influence of a concurrent exercise training intervention during pregnancy on

maternal and arterial and venous cord serum cytokines: The GESTAFIT project. *Journal of Clinical Medicine* 2019; 8(11): 1862.

33.Farley MJ, Boytar AN, Adlard KN, Salisbury CE, Hart NH, Schaumberg MA, et al. Interleukin-15 and high-intensity exercise: relationship with inflammation, body composition and fitness in cancer survivors. *The Journal of Physiology* 2024; 602(20): 5203-15.

34.Hutchinson KA, Mohammad S, Garneau L, McInnis K, Aguer C, Adamo KB. Examination of the myokine response in pregnant and non-pregnant women following an acute bout of moderate-intensity walking. *Frontiers in Physiology* 2019; 10: 466465.

35.Li J, Li Y, Zhou X, Wei L, Zhang J, Zhu S, et al. Upregulation of IL-15 in the placenta alters trophoblasts behavior contributing to gestational diabetes mellitus. *Cell & Bioscience* 2021; 11: 1-15.

The Effect of Pre-pregnancy Aerobic Exercise on Gene Expression of Some Muscle Myokines after Childbirth

Hajizadeh F, Ghasemnian A*, Noroozi H

Department of Sport Sciences, University of Zanjan, Zanjan, Iran

Received Date: 08 Dec 2024 Accepted Date: 15 July 2025

Abstract

Background & aim: Maternal physical activity during pregnancy reduces the risk of obesity in the child and the phenomenon of insulin resistance in the early days of birth. Regular exercise during pregnancy can prevent complications related to maternal overweight and its adverse consequences. Therefore, the aim of the present study was to determine and investigate the effect of pre-pregnancy aerobic exercise on the gene expression of the myokines irisin and IL₁₅ in the soleus muscle of maternal rats after childbirth.

Methods: In the present experimental study conducted in 2022-2023, forty-eight rats were included in the study, 24 female rats and 24 male rats, 8 weeks old, purchased from the Razi Institute in Karaj, Iran. Then, the male and female rats were randomly divided into 2 groups based on weight (two groups of 12 male rats each and two groups of 12 female rats each). Each of the male and female groups was divided into a training group and a control group. After familiarization and division, the male and female training groups engaged in progressive aerobic training on an animal treadmill for 6 weeks. In the present study, a training speed of 10-18 meters per minute, equivalent to 60-70% of VO₂max and at the same time physiologically efficient, was used. After the end of the pregnancy period and the birth of the offspring, the mother rats were anesthetized for tissue sampling and their soleus muscle tissue samples were isolated. Interleukin 15 and irisin gene expression was measured using real-time PCR. The collected data were analyzed using Shapiro-Wilk and independent t-tests.

Results: Irisin gene expression was significantly lower in the pre-pregnancy aerobic exercise group compared to the control group in the soleus muscle of maternal rats after the birth of the offspring ($p=0.003$). Interleukin 15 gene expression was not significantly different in the pre-pregnancy aerobic exercise group compared to the control group in the soleus muscle of maternal rats after the birth of the offspring ($p=0.142$).

Conclusion: It appeared that according to the findings of the present study regarding the decrease in irisin gene expression and the lack of change in interleukin 15 gene expression in the pre-pregnancy period, it could indicate the occurrence of adaptation to exercise or due to the threshold of stimulation of the aforementioned myokines following physical exercise.

Keywords: Myokines, Irisin, Interleukin 15, Aerobic exercise, Pregnancy, Skeletal muscle.

***Corresponding author:** Ghasemnian A, Department of Sport Sciences, University of Zanjan, Zanjan, Iran.
Email: ghasemnian@znu.ac.ir

Please cite this article as follows: Hajizadeh F, Ghasemnian A, Noroozi H. The Effect of Pre-pregnancy Aerobic Exercise on Gene Expression of Some Muscle Myokines after Childbirth. *Armaghane-danesh* 2025; 30(4): 503-519. The scientific research journal *Armaghan Danesh*, affiliated with Yasuj University of Medical Sciences, is an open-access publication. All articles published in this journal