



اثر ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی بر غلظت آیریزین سرم و لاکتات خون در زنان دارای اضافه وزن

پروین خدادادی^۱، حمید محبی^{۲*}

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۳/۲۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۱/۱۶

چکیده

هدف: آیریزین اثرات مفید فعالیت ورزشی بر متابولیسم انرژی را میانجی‌گری می‌کند. با این حال پاسخ آیریزین به فعالیت ورزشی مقاومتی و متغیرهای تمرینی مربوط به آن کم‌تر مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. این مطالعه با هدف تعیین اثر ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی بر غلظت آیریزین سرم و لاکتات خون در زنان دارای اضافه وزن انجام شد. **روش پژوهش:** هشت زن دارای اضافه وزن (سن $41/6 \pm 4/5$ سال، قد $161 \pm 0/1$ سانتی‌متر، وزن $73/8 \pm 4/5$ کیلوگرم، BMI $28/6 \pm 1$ kg/m^2) به صورت تصادفی، دو ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی شامل؛ ترتیب فعالیت از عضلات بزرگ به کوچک (پرس پا، پرس سینه، قایقی، اکستنشن زانو، سرشانه، فلکشن زانو، جلو بازو، پشت بازو) و از عضلات کوچک به بزرگ (عکس ترتیب فعالیت عضلات بزرگ به کوچک) را در دو جلسه‌ی مجزا با فاصله‌ی یک هفته و با استفاده از طرح تحقیقی متقاطع انجام دادند. حرکات با ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه، در ۳ نوبت، هر نوبت ۱۰ تکرار و استراحت ۲ دقیقه‌ای بین نوبت‌ها و حرکات انجام شد. نمونه‌های خونی قبل و بلافاصله بعد از فعالیت گرفته شد. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون‌های تی وابسته و ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد.

یافته‌ها: افزایش معنی‌داری در غلظت آیریزین سرم و لاکتات خون بلافاصله بعد از هر دو ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی نسبت به قبل از فعالیت مشاهده شد ($P \leq 0/05$). غلظت لاکتات خون پس از ترتیب فعالیت از عضلات بزرگ به کوچک به‌طور معنی‌داری بیشتر از ترتیب فعالیت از عضلات کوچک به بزرگ بود ($P \leq 0/05$). درحالی‌که تغییرات آیریزین سرم بین دو ترتیب فعالیت معنی‌دار نبود. همچنین همبستگی مثبت و معنی‌داری بین لاکتات و آیریزین در هر دو ترتیب فعالیت ورزشی مشاهده شد ($P \leq 0/05$).

نتیجه‌گیری: فعالیت ورزشی مقاومتی می‌تواند منجر به افزایش غلظت آیریزین سرم در زنان دارای اضافه وزن گردد که این افزایش مستقل از ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی است.

واژگان کلیدی: ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی، آیریزین، لاکتات

۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش، ۲. استاد دانشگاه گیلان

*نشانی الکترونیک نویسنده مسئول: mohebbi_h@yahoo.com

مقدمه

پژوهشگران قرار گرفته است. طی فعالیت ورزشی، سطوح کلسیم درون سلولی، مولکول‌های تنظیم-کننده انرژی (AMP، ADP، Pi) و گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) افزایش می‌یابد؛ این عوامل سبب تحریک فعالیت عوامل تنظیم‌کننده-ی رونویسی و فعالیت PGC-1 α (CaMK، AMPK، P38-MAPK) می‌شوند و زمینه‌ی ترشح FNDC5 و آیریزین را فراهم می‌سازند (۵، ۱۹). افزایش آیریزین پس از فعالیت ورزشی هوازی (۲۱، ۳۲) در جمعیت‌های مختلف گزارش شده است. با وجود گزارش‌های ضد و نقیض، اما اغلب پژوهش‌ها پاسخ آیریزین به فعالیت ورزشی را مستقل از عواملی مانند؛ سن (۱۵)، جنس (۴، ۲۱)، میزان آمادگی جسمانی آزمودنی‌ها (۱۵)، و چرخه‌ی قاعدگی (۲۱) می‌دانند. هر چند که میزان توده‌ی عضلانی بیشتر در مردان ممکن است پاسخ آیریزین به فعالیت ورزشی را تحت تأثیر قرار دهد (۱۵).

اگرچه آیریزین از بافت‌های مختلفی ترشح می‌شود، اما غالباً با توده‌ی عضلانی مرتبط است (۲۶) و محل اصلی ترشح آن طی فعالیت ورزشی سلول‌های عضلانی می‌باشد (۲۵). تحریک بیشتر سلول‌های عضلانی که غالباً در فعالیت ورزشی مقاومتی رخ می‌دهد؛ احتمالاً بر رهایی آیریزین اثر بگذارد.

فعالیت ورزشی مقاومتی با تولید متابولیکی قابل-توجهی همراه است (۲۳) و احتمالاً مسیرهای سیگنالینگ منتهی به بیان FNDC5 و رهایی

چاقی و اضافه‌وزن عمده‌ترین چالش بهداشت عمومی در قرن حاضر محسوب می‌شود. براساس گزارش سازمان جهانی بهداشت حدود ۱/۶ میلیارد بزرگسال در دنیا دارای اضافه‌وزن و بیش از ۴۰۰ میلیون نفر چاق هستند (۱۸). در ایران نیز شیوع چاقی و اضافه‌وزن به ترتیب ۱۹/۳ درصد و ۳۲/۸ درصد گزارش شده است (۱۸). چاقی و اضافه‌وزن عامل مهمی در بروز بیماری‌های مزمن مانند؛ بیماری‌های قلبی-عروقی، دیابت نوع ۲ و انواع مشخصی از سرطان‌ها می‌باشند (۲۰) و احتمالاً حاصل افزایش انرژی دریافتی و کاهش فعالیت بدنی است (۲۸). اثرات مفید فعالیت ورزشی حاصل بازسازی متابولیکی و مولکولی عضله‌ی اسکلتی و رهایی سایتوکین‌های عضلانی (مایوکین) می‌باشد (۱۵). به‌خوبی پذیرفته شده است که فعالیت عضله‌ی اسکلتی منجر به افزایش ترشح مایوکین‌هایی می‌شود که نقش مهمی در پیشگیری و درمان بیماری‌های متابولیکی دارند (۲۷).

در سال ۲۰۱۲ یک مایوکین جدید به‌نام آیریزین^۱ شناسایی شد که توسط PGC-1 α ^۲ تنظیم می‌شود. این مایوکین با شکست پروتئولیکی پروتئین غشایی FNDC5^۳ باعث قهوه‌ای شدن بافت چربی سفید و افزایش گرمزایی از طریق بیان UCP1^۴ می‌شود (۸). آیریزین برخی از اثرات مفید فعالیت ورزشی بر متابولیسم را میانجی‌گری می‌کند (۸) و به‌عنوان یک مکانیسم احتمالی جدید برای کاهش وزن ناشی از تمرینات ورزشی مورد توجه

5. Reactive oxygen species
6. Calmodulin-dependent protein kinase
7. AMP-activated protein kinase
8. p38 mitogen-activated kinase

1. Irisin
2. Peroxisome proliferator-activated receptor- γ coactivator-1 α
3. Fibronectin type III domain containing 5
4. Uncoupling protein 1

عضلانی منجر به افزایش غلظت لاکتات خون (۶) و کلسیم درون سلولی (۱۱) می‌شود که این عوامل از طریق اثر بر CaMK منجر به تحریک PGC-1 α و رهایی آیریزین می‌شوند (۱۱، ۱۹)؛ بنابراین، احتمالاً ترتیب‌های متفاوت فعالیت ورزشی مقاومتی باعث غلظت‌های متفاوت لاکتات و آیریزین شود. همچنین با توجه به این‌که افراد دارای اضافه‌وزن در معرض ابتلا به اختلالات متابولیکی قرار دارند (۳۱)؛ از این‌رو، هدف از مطالعه‌ی حاضر ارزیابی اثر ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی از عضلات بزرگ به کوچک و برعکس بر غلظت آیریزین سرم و لاکتات خون در زنان دارای اضافه‌وزن می‌باشد.

روش پژوهش

جامعه‌ی آماری و نحوه‌ی انتخاب آزمودنی‌ها: این پژوهش به روش نیمه‌تجربی با طرح تحقیقی مقطوع انجام شد. جامعه‌ی آماری پژوهش حاضر زنان میانسال دارای اضافه‌وزن شهرستان مرند بودند که پس از فراخوان، ۸ نفر از افراد داوطلب که دارای معیارهای ورود به مطالعه بودند به-صورت تصادفی هدف‌دار به‌عنوان نمونه‌ی پژوهش انتخاب شدند. جدول ۱ ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها را نشان می‌دهد. معیارهای ورود به مطالعه شامل؛ (۱) داشتن اضافه‌وزن (۲۹/۹ \leq BMI \leq ۲۵)، (۲) میانسال بودن (۳۵-۵۰ سال)، (۳) یائسه نبودن، (۴) عدم شرکت در فعالیت ورزشی منظم بیش از یک جلسه در هفته طی ۶ ماه گذشته، (۵) نداشتن هرگونه بیماری حاد و مزمن، (۶) عدم مصرف داروهای خاص و دخانیات، (۷) عدم محدودیت جسمانی بود. در جلسه‌ی توجیهی، اهداف و روش انجام پژوهش توضیح داده شد و آزمودنی‌ها پرسش‌نامه‌ی ثبت سلامت

آیریزین را تحت تأثیر قرار دهد. افزایش آیریزین پس از فعالیت ورزشی مقاومتی در آزمودنی‌های انسانی (۱۷، ۲۴، ۳۳) و حیوانی (۱) مهر تأییدی بر این فرضیه می‌زند. هرچند مطالعاتی نیز وجود دارند که تغییری در سطوح آیریزین جریان خون پس از فعالیت ورزشی مقاومتی گزارش نکرده‌اند (۲۶). پروتکل‌های مختلف فعالیت ورزشی مقاومتی که در این مطالعات به‌کار گرفته شده است می‌تواند این یافته‌های متضاد را توضیح دهد. چراکه متغیرهای تمرینی فعالیت ورزشی مقاومتی عواملی هستند که پاسخ‌های هورمونی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۲۲). با وجود این، پاسخ آیریزین به فعالیت ورزشی مقاومتی و متغیرهای تمرینی مربوط به این نوع فعالیت و همچنین مکانیسم‌های ترشح آیریزین ناشی از فعالیت ورزشی مقاومتی در آزمودنی‌های انسان جای ارزیابی و بحث دارد. علاوه بر این، چالش فعلی پژوهشگران مشخص نمودن بهترین دوز-پاسخ برای تجویز فعالیت ورزشی مقاومتی در جمعیت‌های مختلف است.

مطالعات طب ورزشی نشان داده‌اند که ترتیب فعالیت یکی از متغیرهای مهمی است که پاسخ‌های کوتاه‌مدت به تمرینات مقاومتی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۲۹). دستورالعمل‌های اخیر در ارتباط با طراحی تمرینات مقاومتی توصیه کرده‌اند که گروه‌های عضلانی بزرگ عمدتاً در ابتدای جلسه‌ی تمرینی درگیر شوند (۳۰). استدلال بر این است که ترتیب فعالیت از عضلات بزرگ به کوچک باعث تحریک بیشتر تمام عضلات درگیر در فعالیت (۷) و فراخوانی تعداد بیشتری از واحدهای حرکتی می‌شود که ممکن است منجر به افزایش تنش و نیروی اعمالی شود (۷، ۲۲). علاوه بر این، درگیر شدن تعداد بیشتری از تارهای

برآمدگی باسن با استفاده از یک متر نواری اندازه-گیری شد. درصد چربی بدن ($\%BF$) نیز از طریق روش ضخامت چربی زیرپوستی سه نقطه‌ای (سه-سربازویی، فوق خاصره و ران) با استفاده از کالیپر لافایت اندازه‌گیری شد و سپس درصد چربی بدن با استفاده از معادله‌ی سیری (۱۴) تعیین گردید.

و فرم رضایت‌نامه‌ی شرکت و همکاری در پژوهش را تکمیل کردند. قد و وزن آزمودنی‌ها به ترتیب با قدسنج دیواری (با دقت ۰/۱ سانتی‌متر) و ترازوی دیجیتال (با دقت ۰/۱ کیلوگرم) اندازه‌گیری شد، سپس با استفاده از فرمول وزن تقسیم بر مجذور قد، شاخص توده‌ی بدنی (BMI) به دست آمد. جهت محاسبه‌ی نسبت دور کمر به لگن (WHR)، دور کمر در بالای ناف و در قسمت گودی کمر و دور لگن در ناحیه‌ی حداکثر

جدول ۱. ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها

ویژگی	میانگین \pm انحراف استاندارد
سن (سال)	۴۱/۶ \pm ۴/۵
قد (سانتی‌متر)	۱۶۱ \pm ۰/۱
وزن (کیلوگرم)	۷۳/۸ \pm ۴/۵
شاخص توده‌ی بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۸/۶ \pm ۱
نسبت دور کمر به دور لگن (WHR)	۰/۸۸ \pm ۰/۰۹
چربی بدن (درصد)	۳۶/۲ \pm ۲/۶

مراحل پژوهش

جلسه‌ی اول نیمی از آزمودنی‌ها به صورت تصادفی ترتیب فعالیت از عضلات بزرگ به کوچک و نیمی دیگر ترتیب فعالیت از عضلات کوچک به بزرگ را اجرا کردند. در جلسه‌ی دوم این دو ترتیب به صورت متقاطع جابه‌جا شد و آزمودنی‌هایی که در جلسه‌ی قبل ترتیب فعالیت از عضلات بزرگ به کوچک را اجرا کرده بودند، این بار ترتیب فعالیت از عضلات کوچک به بزرگ را انجام دادند و بر-عکس. در هر دو جلسه غلظت لاکتات خون و آیریزین سرم قبل و بلافاصله بعد از فعالیت اندازه-گیری شد.

از آزمودنی‌ها خواسته شده بود تا در طول دوره‌ی پژوهش فعالیت‌های عادی روزانه‌ی خود را همانند قبل انجام داده و از مصرف مواد کافئین‌دار و انجام

آزمودنی‌ها در روزهای مجزا در دو جلسه‌ی آشنایی با تکنیک درست اجرای حرکات و همچنین در آزمون تعیین حداکثر قدرت عضلانی (1RM) حضور یافتند. پس از این مراحل، آزمودنی‌ها در دو جلسه‌ی مجزا با فاصله‌ی یک هفته پروتکل پژوهش را که دو ترتیب متفاوت فعالیت ورزشی مقاومتی شامل؛ ترتیب فعالیت از عضلات بزرگ به کوچک (پرس پا، پرس سینه، قایقی، اکستنشن زانو، سرشانه، فلکشن زانو، جلو بازو، پشت بازو) و ترتیب فعالیت از عضلات کوچک به بزرگ (پشت بازو، جلو بازو، فلکشن زانو، سرشانه، اکستنشن زانو، قایقی، پرس سینه، پرس پا) بود را انجام دادند. به این ترتیب که در

اولین نمونه‌ی خونی ۱۵ دقیقه قبل از شروع فعالیت (۲۴) به میزان ۵ میلی‌لیتر از سیاه‌رگ بازویی توسط متخصص آزمایشگاه تشخیص طبی گرفته شد. در ادامه آزمودنی‌هایی که به‌صورت تصادفی برای یکی از ترتیب‌های فعالیت ورزشی مقاومتی انتخاب شده بودند پس از ۱۰ دقیقه گرم کردن به انجام فعالیت پرداختند که حدود یک ساعت به طول انجامید. تمام حرکات با شدت ۸۰ درصد IRM (۲)، در ۳ نوبت، ۱۰ تکرار در هر نوبت با سرعت حرکت متوسط (۲ ثانیه برای هر یک از مراحل درونگرا و برونگرا و در مجموع ۴ ثانیه) (۱۰) و فواصل استراحتی ۲ دقیقه‌ای بین نوبت‌ها و حرکات اجرا شد. سرعت حرکت با استفاده از نرم‌افزار مترونوم اندروید (Real 1.5.3 Metronome Premium) کنترل شد. بلافاصله پس از پایان فعالیت (۱۷) برای اندازه‌گیری تغییرات غلظت متغیرهای پژوهش دومین نمونه‌ی خونی به شیوه‌ی مشابه با قبل از فعالیت به‌دست آمد.

ارزیابی‌های بیوشیمیایی

جهت اندازه‌گیری غلظت آیریزین سرم از کیت الایزا (Cat. No.: RAG018R) تهیه شده از شرکت BioVendor کانادا و دستگاه الایزا ریدر کانورجنت آلمان استفاده شد. لاکتات نیز توسط دستگاه آنالایزر گازهای خونی ساخت کشور آمریکا GEM premier 3000، و روش VBG و استفاده از خون هپارینه اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری

نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف تعیین شد. از آزمون تی وابسته برای مقایسه‌ی تغییرات متغیرهای پژوهش قبل و بعد از آزمون و همچنین مقایسه‌ی تفاوت‌ها بین دو ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی و

فعالیت بدنی سنگین ۲۴ ساعت قبل از جلسات آزمون خودداری کنند. همچنین از آن‌ها خواسته شد تا روز قبل از جلسات آزمون رژیم غذایی روزانه‌ی خود را ثبت کنند تا در هر دو جلسه‌ی آزمون به‌لحاظ تغذیه‌ای از شرایط مشابهی برخوردار باشند و آخرین وعده‌ی غذایی خود را حداقل ۲ ساعت قبل از شروع جلسه‌ی آزمون دریافت کنند. به‌منظور کنترل تغییرات روزانه‌ی آیریزین، جلسات آزمون در زمان مشابهی از روز انجام شد.

تعیین حداکثر قدرت عضلانی

دو هفته قبل از جلسات آزمون و بعد از دو جلسه آشنایی با نحوه‌ی صحیح اجرای حرکات، IRM ۸ حرکت در دو جلسه‌ی مجزا (هر جلسه ۴ حرکت) و به فاصله‌ی ۴۸ ساعت از یکدیگر تعیین شد. برای تعیین IRM حرکات از فرمول برزیکی (۳) استفاده شد. آزمودنی‌ها پس از ۱۰ دقیقه گرم کردن، یک نوبت ۱۰ تکراری از حرکت مورد نظر را بدون هیچ وزنه‌ای اجرا کردند و پس از یک دقیقه استراحت، براساس تجربه‌ی تمرینات پیشین آزمودنی‌ها وزنه‌ای به دستگاه افزوده شد. سپس مقدار وزنه و تعداد تکرارها در هر حرکت (حداکثر ۸ تکرار) در فرمول برزیکی اعمال شد تا بدین وسیله IRM آزمودنی‌ها در هر حرکت تعیین شود. ترتیب حرکات جهت تعیین IRM برای تمام آزمودنی‌ها یکسان و به‌صورت تصادفی بود و بین حرکات ۱۰ دقیقه استراحت در نظر گرفته شد.

جلسات فعالیت مقاومتی

آزمودنی‌ها پس از ورود به سالن وزنه به مدت ۳۰ دقیقه روی صندلی نشستند. سپس جهت اندازه‌گیری غلظت پایه‌ی آیریزین سرم و لاکتات خون

بزرگ بالاتر بود اما این تفاوت به لحاظ آماری معنی‌دار نبود. اما در غلظت لاکتات خون تفاوت معنی‌داری بین دو ترتیب فعالیت مقاومتی مشاهده شد و غلظت لاکتات خون پس از ترتیب فعالیت از عضلات بزرگ به کوچک بیشتر بود ($P \leq 0/05$). همچنین نتایج حاصل از ضریب همبستگی پیرسون، بین آیریزین سرم با لاکتات خون در هر دو ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی ارتباط مثبت و معنی‌داری نشان داد (ترتیب فعالیت از عضلات بزرگ به کوچک: $r=0/8$ ، $P=0/029$ ، ترتیب فعالیت از عضلات کوچک به بزرگ: $r=0/8$ ، $P=0/019$).

از آزمون ضریب همبستگی پیرسون برای تعیین میزان همبستگی بین لاکتات و آیریزین استفاده شد. تمام داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ و در سطح $P \leq 0/05$ تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌های پژوهش

آیریزین سرم و لاکتات خون بلافاصله بعد از هر دو ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی در مقایسه با قبل از فعالیت، افزایش معنی‌داری نشان دادند ($P \leq 0/05$). اگرچه غلظت آیریزین سرم بعد از ترتیب فعالیت از عضلات بزرگ به کوچک در مقایسه با ترتیب فعالیت از عضلات کوچک به

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد مربوط به متغیرهای پژوهش قبل و بلافاصله بعد از فعالیت

متغیر	ترتیب انجام فعالیت مقاومتی	قبل از فعالیت	بلافاصله بعد از فعالیت
آیریزین (میکروگرم بر میلی‌لیتر)	عضلات بزرگ به کوچک	$4/5 \pm 1/0$	$5/0 \pm 1/3$
لاکتات (میلی‌مول بر لیتر)	عضلات کوچک به بزرگ	$4/2 \pm 0/9$	$4/7 \pm 1/1$
	عضلات بزرگ به کوچک	$0/9 \pm 0/1$	$5/2 \pm 1/2$
	عضلات کوچک به بزرگ	$1/0 \pm 0/2$	$4/2 \pm 1/2$

* تفاوت معنی‌دار با قبل از فعالیت ($P \leq 0/05$)، # تفاوت معنی‌دار با ترتیب عضلات کوچک به بزرگ

مقاومتی تحت تأثیر ترتیب فعالیت قرار نمی‌گیرد. با وجود این، پا سخ لاکتات خون مشابه با پژوهش‌های قبلی (۶) تحت تأثیر ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی قرار می‌گیرد. به طوری که غلظت لاکتات خون پس از ترتیب فعالیت از عضلات بزرگ به کوچک به طور معنی‌داری بیشتر از ترتیب فعالیت از عضلات بزرگ به کوچک بود.

همسو با نتایج مطالعه‌ی حاضر مبنی بر افزایش غلظت آیریزین سرم پس از فعالیت ورزشی مقاومتی؛ نیگارد و همکاران^۱ (۲۰۱۵) افزایش معنی‌داری را در غلظت آیریزین پلاسما در مردان و زنان سالم پس از

بحث و نتیجه‌گیری

هدف اصلی مطالعه‌ی حاضر ارزیابی اثر ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی بر غلظت آیریزین سرم و لاکتات خون در زنان دارای اضافه‌وزن بود. نتایج نشان داد که غلظت آیریزین سرم و لاکتات خون بلافاصله پس از هر دو ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. از آن جایی که بین غلظت آیریزین سرم در پاسخ به ترتیب‌های متفاوت فعالیت ورزشی مقاومتی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد؛ به نظر می‌رسد که پا سخ آیریزین به فعالیت ورزشی

یک نوبت فعالیت ورزشی مقاومتی سنگین (۸ فعالیت در ۳ نوبت ۱۰-۱۲ تکراری) گزارش کردند (۲۴). هو و همکاران^۱ (۲۰۱۵) نیز در مقایسه‌ی اثر فعالیت ورزشی مقاومتی و هوازی بر غلظت آیریزین پلازما در مردان میانسال بیان کردند که فعالیت ورزشی مقاومتی (۶ فعالیت در ۳ نوبت ۱۰ تکراری) به مدت ۴۵ دقیقه منجر به افزایش بیشتری در غلظت آیریزین پلازما نسبت به یک نوبت فعالیت ورزشی هوازی می‌شود (۱۷). نویسندگان این مقاله بیان کردند که آسیب عضلانی بیشتر ناشی از فعالیت ورزشی مقاومتی ممکن است باعث افزایش رهایی آیریزین از عضله به جریان خون شود (۱۷). با وجود این، پکلا و همکاران^۲ (۲۰۱۳) تغییر معنی‌داری را در غلظت آیریزین سرم بلافاصله و ۳۰ دقیقه پس از فعالیت مقاومتی اکستنشن زانو (۵ نوبت ۱۰ تکراری با شدت 10RM) مشاهده نکردند (۲۶). دلیل احتمالی تناقض یافته‌های پکلا و همکاران با نتایج پژوهش حاضر و سایر پژوهش‌ها (نیگارد و همکاران و هو و همکاران) را تا حدودی می‌توان با تفاوت در میزان توده‌ی عضلانی درگیر در فعالیت توجیه کرد. هنگام فعالیت ورزشی، آیریزین به میزان زیادی از توده‌ی عضلانی ترشح می‌شود (۲۵). بنابراین، می‌توان گفت که افزایش میزان توده‌ی عضلانی درگیر در فعالیت ممکن است رهایی آیریزین از عضله به جریان خون را افزایش دهد. با توجه به این که در پژوهش پکلا و همکاران پاسخ آیریزین تنها پس از فعالیت اکستنشن زانو ارزیابی شده بود؛ احتمالاً میزان توده‌ی عضلانی درگیر در فعالیت برای تحریک مسیرهای سیگنالینگ رهایی آیریزین کافی نبوده است.

لاکتات یک مکانیسم فیزیولوژیکی برای تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) است. ROS به‌طور

مستقیم و غیرمستقیم (افزایش رهایی کلسیم) منجر به فعال شدن CaMK می‌شود. CaMK با تحریک رونویسی و فعالیت PGC1- α باعث رهایی آیریزین می‌شود (۱۳). علاوه بر این، برخی از پژوهش‌ها لاکتات را به عنوان یک مکانیسم احتمالی برای تحریک ترشح آیریزین پیشنهاد کرده‌اند (۱۵، ۳۲). با این حال، در مطالعه‌ی حاضر، علی‌رغم وجود ارتباط مثبت و معنی‌دار بین غلظت آیریزین سرم و لاکتات خون؛ اما نقش لاکتات به عنوان یک عامل اصلی برای تحریک آیریزین تأیید نشد. چراکه علی‌رغم افزایش بیشتر و معنی‌دار غلظت لاکتات خون پس از ترتیب فعالیت از عضلات بزرگ به کوچک در مقایسه با ترتیب کوچک به بزرگ، تفاوت معنی‌داری در غلظت آیریزین بین دو ترتیب مشاهده نشد.

مطالعه‌ی حاضر برای اولین بار نشان داد که غلظت آیریزین سرم تحت تأثیر ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی و غلظت لاکتات خون قرار نمی‌گیرد. با این حال، این یافته‌ها برخلاف پیش‌فرض اولیه‌ی پژوهش حاضر است (افزایش بیشتر غلظت آیریزین در پاسخ به ترتیب فعالیت از عضلات بزرگ به کوچک). تصور ما این بود که تجمع بیشتر لاکتات احتمالاً در پاسخ به ترتیب فعالیت از عضلات بزرگ به کوچک باعث افزایش رهایی آیریزین می‌شود. نتایج نشان داد که میزان افزایش غلظت لاکتات خون پس از ترتیب فعالیت از عضلات بزرگ به کوچک به‌طور معنی‌داری بیشتر از ترتیب فعالیت از عضلات کوچک به بزرگ بود. در ارتباط با این موضوع، بالسامو و همکاران (۲۰۱۳) نیز نتایج مشابهی را گزارش کرده‌اند (۶). با وجود این، تفاوت معنی‌داری در غلظت آیریزین سرم بین دو ترتیب فعالیت مشاهده نشد. با این حال، با توجه به همبستگی مثبت و معنی‌دار بین غلظت لاکتات خون و آیریزین سرم و

بنابراین، یکسان بودن احتمالی انرژی مصرفی و غلظت CK بین دو ترتیب فعالیت در مطالعه‌ی حاضر ممکن است که عدم تفاوت معنی‌دار غلظت آیریزین سرم را بین دو ترتیب فعالیت توجیه کند. با این حال، پیشنهاد می‌شود که در پژوهش‌های آینده علاوه بر تغییرات غلظت لاکتات خون؛ ارتباط هزینه‌ی انرژی مصرفی و غلظت CK سرم با تغییرات آیریزین در پاسخ به ترتیب‌های مختلف فعالیت ورزشی مقاومتی ارزیابی گردد. در مجموع، می‌توان گفت که فعالیت ورزشی مقاومتی صرف‌نظر از ترتیب فعالیت می‌تواند باعث افزایش غلظت آیریزین سرم در زنان دارای اضافه‌وزن شود و غلظت لاکتات خون ممکن است در ترکیب با سایر عوامل در تحریک و رهایی آیریزین نقش مضاعف داشته باشد.

افزایش بیشتر ولی غیرمعنی‌دار آیریزین پس از ترتیب فعالیت از عضلات بزرگ به کوچک نسبت به ترتیب عضلات از کوچک به بزرگ؛ منطقی است که قبل از رد کردن کامل پیش‌فرض و نقش احتمالی لاکتات در رهایی آیریزین، پژوهش‌های دقیق‌تری با ارزیابی مسیرهای سیگنالینگ مرتبط انجام شود. علاوه بر لاکتات، عوامل مختلف دیگری مثل هزینه‌ی انرژی و شاخص آسیب عضلانی (CK¹) نیز در تحریک و رهایی آیریزین نقش ایفا می‌کنند (۱۶، ۱۷). به طوری که افزایش انرژی مصرفی و کاهش سطوح ATP عضله (۱۶) و افزایش CK (۱۷) باعث افزایش رهایی آیریزین می‌شود. اگرچه در مطالعه‌ی حاضر میزان انرژی مصرفی و تغییرات غلظت CK اندازه‌گیری نشد؛ اما پژوهش‌های قبلی انرژی مصرفی (۱۲) و غلظت CK سرم (۹) مشابهی را بین دو ترتیب فعالیت ورزشی مقاومتی گزارش کرده‌اند.

منابع

۱. رئیسی جلیل، رجبی حمید، فائدی کامران، مرنندی سید محمد، دهخدا محمدرضا، (۱۳۹۲)، تأثیر حاد تمرین مقاومتی بر میزان پروتئین آیریزین پلاسما و بیان ژن های FNDC5 عضلانی و UCP1 بافت چربی موش های صحرایی نر، مجله دانشکده پزشکی اصفهان، ۳۱: ۱۴۵۷-۱۶۶۶.
۲. صورتی جابلو دنیا، عطارزاده حسینی سیدرضا، صیادپورزنجانی دلارام، احمدی امین، (۱۳۹۱)، تاثیر تمرین مقاومتی و استقامتی بر پاسخ حاد آندروژن ها، کورتیزول و لاکتات زنان مسن، مجله دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، ۲: ۱۱۰-۱۱۸.
۳. نایبی فر شیلا، افضل‌پور محمداسماعیل، ثاقب‌جو مرضیه، هدایتی مهدی، شیرزایی پریش، (۱۳۹۰)، تاثیر تمرین مقاومتی و هوازی بر سطوح سرم پروتئین واکنش گر C، نیمرخ لیپیدی و ترکیب بدنی زنان دارای اضافه وزن، فصلنامه علمی- پژوهشی دانشکده پرستاری و مامایی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند، ۸: ۱۸۶-۱۹۶.
4. Anastasilakis AD, Polyzos SA, Saridakis ZG, Kynigopoulos G, Skouvaklidou EC, Molyvas D, and Mougios V. (2014). Circulating irisin in healthy, young individuals: day-night rhythm, effects of food intake and exercise, and associations with gender, physical activity, diet, and body composition, *J Clini Endo Metabo*. 99: 3247-3255.
5. Baar K. (2014). Nutrition and the adaptation to endurance training. *Sports Medicine*. 44: 5-12.
6. Balsamo S, Tibana RA, Nascimento DDC, and Prestes J. (2013). Exercise order influences number of repetitions and lactate levels but not perceived exertion during resistance exercise in adolescents. *Research in Sports Medicine*, 21: 293-304.

7. Bird SP, Tarpennin KM, and Marino FE. (2005). Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness, *Sports medicine*. 35: 841-851.
8. Bostrom P, Wu J, Jedrychowski MP, and Spiegelman BM. (2012). A PGC1-alpha-dependent myokine that drives brown-fat-like development of white fat and thermogenesis, *Nature*. 481: 463-8.
9. Chaves CPG, Simão R, Miranda H, Ribeiro J, Soares J, Salles B, and Mota, M.P. (2013). Influence of exercise order on muscle damage during moderate-intensity resistance exercise and recovery, *Research in Sports Medicine*. 21: 176-186.
10. De Souza JC, Tibana RA, Vieira DC, and Tajra V. (2013). Resistance exercise leading to failure versus not to failure: effects on cardiovascular control, *BMC cardiovascular disorders*. 13: 1-9.
11. Egan B, and Zierath JR. (2013). Exercise metabolism and the molecular regulation of skeletal muscle adaptation, *Cell Metabolism*. 17: 162-184.
12. Farinatti PT, Simão R, Monteiro WD, and Fleck SJ. (2009). Influence of exercise order on oxygen uptake during strength training in young women, *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 23: 1037-1044.
13. Hashimoto T, Hussien R, Oommen S, and Brooks GA. (2007). Lactate sensitive transcription factor network in L6 cells: activation of MCT1 and mitochondrial biogenesis, *The FASEB Journal*. 21: 2602-2612.
14. Heyward V. (2001). ASEP methods recommendation: body composition assessment, *J ExercPhysiol*. 4: 1-12.
15. Huh JY, Mougios V, Kabasakalis A, and Mantzoros ChS. (2014). Exercise-induced irisin secretion is independent of age or fitness level and increased irisin may directly modulate muscle metabolism through AMPK activation, *J Clini Endo Metabo*. 99: 2154-61.
16. Huh JY, Panagiotou G, Mougios V, and Mantzoros CS. (2012). 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*. 61: 1725-1738.
17. Huh JY, Siopi A, Mougios V, Park KH, and Mantzoros CS. (2015). Irisin in response to exercise in humans with and without metabolic syndrome, *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 100: 453-457.
18. Jafari-Adli S, Jouyandeh Z, Qorbani M, Soroush A, Larijani B, and Hasani-Ranjbar S. (2014). Prevalence of obesity and overweight in adults and children in Iran; a systematic review, *Journal of Diabetes & Metabolic Disorders*. 13: 1-10.
19. Kang C, and Li JiL. (2012). Role of PGC-1 α signaling in skeletal muscle health and disease, *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1271: 110-117.
20. Kelly T, Yang W, Chen CS, Reynolds K, and He J. (2008). Global burden of obesity in 2005 and projections to 2030, *International Journal of Obesity*. 32: 1431-1437.
21. Kraemer RR, Shockett P, Webb ND, and Castracane VD. (2014). A transient elevated irisin blood concentration in response to prolonged, moderate aerobic exercise in young men and women, *Hormone and Metabolic Research*. 46: 150-154.
22. Kraemer WJ, and Ratamess NA. (2005). Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training, *Sports Medicine*. 35: 339-361.
23. Melo CM, AlencarFilho AC, Tinucci T, and Forjaz CL. (2006). Postexercise hypotension induced by low-intensity resistance exercise in hypertensive women receiving captopril, *Blood pressure monitoring*. 11: 183-189.

24. Nygaard H, Slettaløkken G, Vegge G, Ellefsen S. (2015). Irisin in Blood Increases Transiently after Single Sessions of Intense Endurance Exercise and Heavy Strength Training. *PloS one*, 10: 1-12.
25. Pardo M, Crujeiras AB, Amil M, and Casanueva FF. (2014). Association of irisin with fat mass, resting energy expenditure, and daily activity in conditions of extreme body mass index, *International journal of endocrinology*. 1-10.
26. Pekkala S, Wiklund PK, Hulmi JJ, and Cheng S. (2013). Are skeletal muscle FNDC5 gene expression and irisin release regulated by exercise and related to health?, *The Journal of physiology*. 591: 5393-5400.
27. Raschke S, and Eckel J. (2013). Adipo-myokines: two sides of the same coin—mediators of inflammation and mediators of exercise, *Mediators of inflammation*. 1-16.
28. Shaw K, Gennat H, O'Rourke P, and Del Mar C. (2006). Exercise for overweight or obesity, *Cochrane Database Syst Rev*. 4: 1-85.
29. Simão R, de Salles BF, Figueiredo T, and Willardson JM. (2012). Exercise order in resistance training, *Sports Medicine*. 42: 251-265.
30. Spinetti J, de Salles BF, Rhea MR, and Miranda F. (2010). Influence of exercise order on maximum strength and muscle volume in nonlinear periodized resistance training, *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 24: 2962-2969.
31. Thomas F, Bean K, Pannier B, Oppert JM, Guize L, and Benetos A. (2005). Cardiovascular Mortality in Overweight Subjects The Key Role of Associated Risk Factors, *Hypertension*. 46: 654-659.
32. Tsuchiya Y, Ando D, Goto K, and Koyama K. (2014). High-Intensity Exercise Causes Greater Irisin Response Compared with Low-Intensity Exercise under Similar Energy Consumption, *The Tohoku journal of experimental medicine*. 233: 135-140.
33. Tsuchiya Y, Ando D, Takamatsu K, Goto, K. (2015). Resistance exercise induces a greater irisin response than endurance exercise. *Metabolism*, 64: 1042-1050.



The effect of resistance exercise order on serum irisin and blood lactate concentration in overweight women

Khodadadi P¹, Mohebbi H^{2*}

Received: 5/2/2016

Accepted: 11/6/2016

Abstract

Aim: Irisin mediate the beneficial effects of exercise on energy metabolism. However, irisin response to resistance exercise and its related training variables has been less discussing. The purpose of this study was to determine the effect of resistance exercise order on serum irisin and blood lactate concentration in overweight women.

Method: Eight overweight women (age, 41.6±4.5 years; height, 161±0.1 cm; weight, 73.8±4.5 kg; BMI, 28.6±1 kg/m²) performed 2 exercise sessions separated by one week using a randomized cross-over design. The two sessions were composed of the same exercises performed in the opposite exercise order including: exercise order from large to small muscles (leg press, chest press, rows, leg extension, overhead press, leg curl, biceps curl, triceps extension) or small to large muscles (reverse sequence from large to small muscles). All exercises were performed with %80 1RM in 3 sets with 10 repetitions and 2 minutes of rest between the sets and exercises. Blood samples were collected before and immediately after exercise at each session. Data were analyzed using paired t-test and Pearson's correlation coefficient.

Results: A significant increase was observed in the serum irisin and blood lactate immediately after both resistance exercise orders ($P \leq 0.05$). Blood lactate concentration after exercise order from large to small muscles significantly higher than exercise order from small to large muscles ($P \leq 0.05$), while, serum irisin changes were no significant between exercise orders. As well as, there was positive and significant correlation between lactate and irisin in both resistance exercise orders ($P \leq 0.05$).

Conclusion: Resistance exercise can lead to increase serum irisin in overweight women, that this enhancement is independent of exercise order.

Keywords: Resistance Exercise Order, Irisin, Lactate.

1. MSc in Exercise Physiology, 2. Professor, University of Guilan

*Email: mohebbi_h@yahoo.com