

مقایسه شدت‌های ورزش هوایی منظم بر تغییرات سطح سرمی آیریزین در مردان چاق کم تحرک

دکتر رحمان سوری^۱، دکتر محمدرضا اسد^۲، محبوبه خسروی^۲، دکتر صادق عباسیان^۱

^۱ گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران، ^۲ گروه فیزیولوژی ورزش دانشگاه پیام نور استان البرز-کرج، نشانی مکاتبه‌ی نویسنده‌ی مسئول: تهران، کارگر شمالی، پردیس شمالی دانشگاه تهران، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، ساختمان تحصیلات تكمیلی، معاونت آموزشی و تحصیلات تكمیلی، کدپستی: ۱۴۳۹۸-۱۳۱۷، دکتر رحمان سوری؛ e-mail: Soorirahman@ut.ac.ir

چکیده

مقدمه: فعالیت ورزشی، به عنوان روشی برای پیشگیری و درمان بیماری‌های مزمنی همچون چاقی و دیابت، تغییراتی را در عضلات اسکلتی موجب می‌شود که تولید مایوکاین‌ها از آن جمله است. هدف از تحقیق حاضر، مقایسه شدت‌های ورزش هوایی منظم بر تغییرات سطح سرمی مایوکاین وابسته به PGC1-α و همچنین، بررسی تغییرات پروفایل لیپیدی در مردان چاق کم تحرک بود. مواد و روش‌ها: در تحقیق حاضر، ۳۹ داوطلب چاق با نمایه‌ی توده‌ی بدنی بیش از ۲۷ کیلوگرم بر مترمربع در سه گروه ورزش هوایی با شدت ۵۰-۶۰ درصد ضربان قلب بیشینه (شدت پایین)، گروه ورزش هوایی با شدت ۷۰ تا ۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه (شدت بالا) و گروه شاهد قرار گرفتند. گروه‌های تمرینی، ورزش هوایی را به مدت ۱۰ هفته و سه جلسه در هفته و به مدت ۳۰ الی ۴۵ دقیقه انجام می‌دادند. پس از ارزیابی‌های اولیه (آنتروپومتریکی)، حداقل اکسیژن مصرفی و نمونه‌گیری خونی)، ۱۰ هفته ورزش هوایی انجام شد و ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه‌ی ورزش، دویاره ارزیابی‌ها تکرار شدند. یافته‌ها: یافته‌ها بیانگر افزایش معنی‌دار میزان آیریزین در گروه ورزشی با شدت پایین ($p=0.05$) و افزایش ۲۷ درصدی در گروه ورزش با شدت بالا بود که به لحاظ آماری معنی‌دار نبود ($p=0.08$). همچنین، مقادیر LDL-کلسترول افراد هر دو گروه ورزشی به طور معنی‌داری افزایش یافت ($p<0.05$) که با کاهش معنی‌داری در نسبت HDL به LDL همراه بود ($p<0.05$). به علاوه، همبستگی معنی‌داری بین برخی از شاخص‌های لیپیدی و آنتروپومتریکی با مقادیر آیریزین وجود داشت ($p<0.05$). نتیجه‌گیری: هر دو مداخله‌ی ورزشی بر تغییرات میزان سطح آبریزین در گردش خون و بهبود پروفایل لیپیدی داوطلبین چاق اثر مطلوبی دارد. با این وجود، اثربخشی شدت پایین در این داوطلبان بهتر است. به علاوه، به نظر می‌رسد تمرین ورزشی بتواند از میزان مقاومت آیریزینی بکاهد.

واژگان کلیدی: ورزش هوایی، مایوکاین، آیریزین، چاقی، پی جی سی ۱-آلfa

دریافت مقاله: ۹۴/۱۲/۱۶ - دریافت اصلاحیه: ۹۵/۴/۲۲ - پذیرش مقاله: ۹۵/۴/۲۲

میلیون نفر در سراسر دنیا اضافه وزن داشتند. در ایالات متحده، نسبت‌های چاقی از سال ۱۹۷۰ دو برابر شده و به بیش از ۳۰ درصد رسیده است، در حالی که بیش از دو-سوم آمریکایی‌ها اکنون اضافه وزن دارند.^{۱-۲} در همین راستا، فعالیت ورزشی به عنوان پایه و اساس پیشگیری و درمان بیماری‌های متابولیکی مزمن نظیر چاقی، دیابت شیرین نوع ۲ و سارکوپنی مرتبط با سن در نظر گرفته می‌شود.^{۳-۸} فواید

مقدمه

طی چند دهه گذشته، چاقی به اپیدمی اصلی و مهمی در جهان تبدیل شده است. شیوع چاقی به طور قابل توجهی از نیمه‌ی قرن ۲۰ افزایش یافته است.^{۱-۳} حداقل در ایالات متحده، شواهد نشان می‌دهند که چاقی بیش از صد سال است که افزایش شیوع داشته است.^۴ تا سال ۲۰۰۲، قریب به ۵۰۰

و تمام این عوامل با مقادیر آیریزین در گردش خون مشاهده شده است.^{۲۷-۲۹}

به طور کلی، به نظر می‌رسد پاسخ به تمرین ورزشی به عوامل داخلی نظیر شدت، مدت و نوع تمرین و عوامل خارجی شامل سن، حالت‌های تغذیه‌ای و ترکیب بدن وابسته باشد.^۹ در خصوص عوامل داخلی اثرگذار بر آیریزین، پیش از این اثر مفید فعالیت ورزشی تنابوی و استقامتی شدید را بر سطوح سرمی آیریزین در انسان‌ها و موش صحرایی چاق نشان دادیم.^{۲۸,۲۹} با این حال، در بین یافته‌های مطالعات موافق و مخالف انجام گرفته بر روی اثر تمرین ورزشی استقامتی و تمرین ورزشی استقامتی در ترکیب با مقاومتی بر سطوح سرمی آیریزین،^{۱۱,۲۰,۲۱,۲۴} تاکنون مطالعه‌ای به بررسی مقایسه شدت‌های تمرین هوایی منظم بر تغییرات سرمی آیریزین در مردان چاق کم تحرک نپرداخته است. لذا، هدف از تحقیق حاضر، مقایسه شدت‌های ورزش هوایی منظم بر تغییرات سطح سرمی آیریزین به عنوان مایوکاین وابسته به PGC1- α ⁱ به همراه بررسی تغییرات پروفایل لیپیدی در مردان چاق کم تحرک بود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه بر مبنای تحقیقات نیمه تجربی انجام پذیرفت. داوطلبین تحقیق را ۳۹ مرد میانسال با نمایه‌ی توده‌ی بدنی بیشتر از ۲۷ کیلوگرم بر مترمربع تشکیل می‌دادند که پس از فراخون عمومی، تکمیل پرسشنامه میزان فعالیت بدنی^{۳۰,۳۱} و با رعایت معیارهای ورود و خروج تحقیق (نمایه‌ی توده‌ی بدنی بیشتر از ۲۷ کیلوگرم بر مترمربع، عدم دارا بودن هایپوتیرئوئیدیسم، نداشتن سابقه‌ی بیماری قلبی و عروقی، کبدی، کلیوی، ریوی و دیابت و عدم شرکت در فعالیت‌های ورزشی منظم)، به طور تصادفی در سه گروه ورزش با شدت پایین (۱۳ آزمودنی با میانگین سنی $۴۱/۵۴\pm ۴/۷$ سال، وزن $۶۰/۰\pm ۶/۵$ و نمایه‌ی توده‌ی بدنی $۲۹/۶\pm ۱/۳۷$ کیلوگرم بر مترمربع)، گروه ورزش با شدت بالا (۱۲ آزمودنی با میانگین سنی $۴۰/۰\pm ۵/۰$ سال، وزن $۶۰/۰\pm ۷/۵$ کیلوگرم و نمایه‌ی توده‌ی بدنی $۳۷/۰\pm ۰/۵$ کیلوگرم و نمایه‌ی توده‌ی بدنی $۴۲/۰\pm ۵/۸$ سال، وزن $۹۰/۱۱\pm ۷/۱۱$ کیلوگرم و نمایه‌ی توده‌ی بدنی $۱/۳۳\pm ۱/۲۲$ قرار گرفتند. لازم به ذکر است که یک آزمودنی از گروه ورزش با شدت بالا به دلیل مسائل شخصی آزمودنی از تحقیق کنار گذاشته شد. لازم به

فعالیت ورزشی، نه تنها موجب تغییر متابولیکی و مولکولی در عضله اسکلتی خواهد شد، بلکه سبب رهایی سایتوکاین‌هایی از عضله می‌شود که مایوکاین نامیده می‌شوند.^{۹,۱۰} مایوکاین‌ها با سایر بافت‌ها، نظیر چربی، کبد و پانکراس همکاری می‌کنند و به طور موضعی روی عضله عمل خواهند کرد تا اثرات متابولیکی را به صورت اتوکراین، پاراکراین یا اندوکراین اعمال کنند.^{۱۱} در سال ۲۰۱۲ مایوکاینی پیامرسان که از عضله مشتق می‌شود را با عنوان آیریزین شرح دادند.^{۱۱} آیریزین، مایوکاینی است که از شکستگی پروتئولیتیکی FNDC5^j حاصل می‌شود. آیریزین آیریزین از این جهت مایوکاین وابسته به PGC1- α ⁱⁱ تلقی می‌شود که به طور اساسی توسط PGC1- α تنظیم می‌شود. همچنین، مشخص شده است که آیریزین اثرات مفید فعالیت ورزشی را توسط پروتئین جفت نشده (UCPⁱⁱⁱ)^k ایجاد کرده کرده و متعاقب آن منجر به افزایش مصرف انرژی در بافت چربی سفید خواهد شد که فرآیند قهوه‌ای کردن بافت چربی نامیده می‌شود.^{۱۱} همچنین، ثابت شده است که بافت چربی قهوه‌ای، اثرات ضد چاقی و ضد دیابتی دارد و با کاهش بافت چربی رابطه دارد.^{۱۲-۱۴} لذا چنین فرض شده است که فرآیند ایجاد بافت چربی قهوه‌ای ممکن است نقش مهمی را در متابولیسم انسان‌ها ایفا کند و احتمالاً آیریزین ابزار درمانی جذابی برای درمان اختلالات متابولیکی در نظر گرفته می‌شود.^{۱۵-۱۷} پس از کشف آیریزین،^{۱۱} مطالعات به بررسی پاسخ آیریزین به فعالیت ورزشی پرداختند. در همین راستا، هو و همکارانش، کرامر و همکارانش و نارهیم و همکارانش افزایش معنی‌داری را در سطوح در گردش خون آیریزین پس از فعالیت ورزشی حاد نشان دادند.^{۱۸-۲۰} در حالی که اثر تمرین ورزشی بر سطوح سرمی آیریزین در گردش خون و بیان FNDC5 عضله، دارای نتایج متناقضی است.^{۱۱,۲۱-۲۵} همچنین، مکانیسم‌های وابسته به چاقی با مقاومت انسولینی همراه است و شامل مسیرهای پاتوفیزیولوژیکی مختلفی هستند که توسط سایتوکاین‌ها، سایر میانجی‌های التهابی و سطوح بالارفته لپتین ایجاد می‌شوند.^{۲۱} همچنین، ارتباط معنی‌داری بین چاقی، نسبت دور کمر با مقاومت انسولینی^{۲۷}

i - Fibronectin type III domain-containing protein 5 (FNDC5) (FNDC5)

ii - Peroxisome proliferator-activated receptor gamma coactivator 1-alpha

iii - Uncoupling protein (UCP)

ضریبان قلب بیشینه در گروه با شدت بالا افزایش یافت.^{۲۳-۲۴} در انتهای هفته دهم تحقیق (۲۴ ساعت پس از اجرای آخرین جلسه ورزش)، از داوطلبین خواسته شد تا برای مرحله‌ی پس آزمون در آزمایشگاه حاضر شوند. در این مرحله نیز مشابه مرحله‌ی اول، نمونه‌گیری خونی و سایر مراحل اجرایی تکرار شد.

برای ارزیابی آیریزین و پروفایل لیپیدی پیش آزمون و پس آزمون، در شرایط ناشتا خون‌گیری به عمل آمد و نمونه‌ها با سرعت ۳۰۰۰ دور بر دقیقه و به مدت ۷ دقیقه و در درجه حرارت ۵ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شدند و برای اندازه‌گیری متغیرهای مورد نظر تا اتمام مرحله پس آزمون، در شرایط فریز -۷۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.^{۲۵} لازم به ذکر است که پروفایل لیپیدی، پیش از فریز کردن نمونه‌های سرمی مورد ارزیابی قرار گرفت. غلظت سرمی آیریزین پس از انتقال به آزمایشگاه با استفاده از روش الیزا (نوع ساندویچی) و کیت شرکت کوزابایو بایوتک (Cusabio Biotech) حساسیت کیت برابر ۰/۷۶ (نانوگرم/میلی‌لیتر)، و ضریب تغییرات درون آزمونی (CV) و برون آزمونی بیرونی به ترتیب کمتر از ۸ درصد و کمتر از ۱۰ درصد با طول موج ۴۵۰ نانومتر بود. سطوح لیپیدهای خونی توسط آلفا اتوآنالایزر بیوشیمایی (شرکت آزما، ساخت ایران) و کیت‌های الیزا برای سطوح تری‌گلیسرید (حساسیت کیت برابر ۵ تا ۷۰۰ میلی‌گرم/صد میلی‌لیتر و دقت درونی و بیرونی به ترتیب کمتر از ۵ و ۱۰ درصد)، کلسترول تام (حساسیت کیت برابر ۵ تا ۵۰۰ میلی‌گرم/صد میلی‌لیتر و دقت درونی و بیرونی به ترتیب کمتر از ۵ و ۱۰ درصد)، HDL-کلسترول (حساسیت کیت برابر ۱ تا ۳۰۰ میلی‌گرم/صد میلی‌لیتر و دقت درونی و بیرونی به ترتیب کمتر از ۵ و ۱۰ درصد) و LDL-کلسترول (حساسیت کیت برابر ۱ تا ۱۵۰ میلی‌گرم/صد میلی‌لیتر و دقت درونی و بیرونی به ترتیب کمتر از ۵ و ۱۳ درصد) ارزیابی شد. لازم به ذکر است که مقادیر VLDL-کلسترول از تقسیم مقادیر تری‌گلیسرید (میلی‌گرم/صد میلی‌لیتر) بر عدد ۵ به دست آمد.^{۲۶}

پس از جمع‌آوری داده‌ها، از نرم‌افزاری آماری Stata نسخه ۱۲ Stata CORP LP (ساخت امریکا) جهت تحلیل استفاده شد؛ به نحوی که از مقادیر گرایش مرکزی و پراکنده‌گی میانگین و انحراف معیار جهت برآورد آمار توصیفی تحقیق استفاده شد. از آزمون شاپیرو - فرانشیا و

ذکر است در کلیه مراحل تحقیق، اصول بیانیه هلسینکی و نظرات کمیته‌ی اخلاق در پژوهش رعایت شد. همچنین برای طرح پژوهشی مجوز کمیته اخلاق در پژوهش به شماره ۱۷۵۶۰-۲۶ اخذ گردید.

سپس، از آزمودنی‌ها خواسته شد تا در آزمایشگاه دانشکده‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی حضور به هم رسانده و از این مردان در ۳ گروه مختلف رضایت‌نامه‌ی کتبی برای همکاری در طرح تحقیقاتی اخذ شد. پیش از شروع مراحل عملیاتی تحقیق، آگاهی‌های نسبی در خصوص چگونگی انجام مراحل تحقیق به داوطلبان گوشزد شد. از داوطلبان پیش از مداخله ۱۰ میلی‌لیتر خون از وریدی (۲۴ ساعت پیش از مداخله ورزشی)، گرفته شد. سپس، ترکیب بدنی داوطلبین با دستگاه تجزیه و تحلیل ترکیب بدن (مدل Omron-BF ۵۱۱ ساخت کشور امریکا) اندازه‌گیری شد. جهت کنترل برنامه غذایی از پرسشنامه‌ی ۱۰۰ قسمتی غذای دریافتی طی سه روز زوج و سه روز فرد استفاده شد.^{۲۷} در نهایت، مقادیر حداکثر اکسیژن مصرفی در داوطلبین توسط آزمون بروس (شش مرحله‌ی سه دقیقه‌ای همراه با افزایش درصدی به شبی دستگاه به ازای هر سه دقیقه و افزایش سرعت دستگاه به ترتیب ۱/۷، ۲/۵، ۳/۴، ۵ و ۵/۵ مایل در ساعت) مورد ارزیابی قرار گرفت.^{۲۸}

افراد به طور تصادفی در گروه‌های تجربی سه‌گانه (گروه‌های ورزش با شدت پایین، ورزش با شدت بالا و شاهد) قرار گرفتند. گروه ورزش با شدت پایین مشکل از افرادی بودند که فعالیت‌ورزشی را تقریباً با شدتی برابر ۵۰ الى ۶۰ درصد ضربان قلب بیشینه (اندازه‌گیری شده توسط ضربان سنج پلار مدل T-31 ساخت کشور فنلاند) به مدت ۳۰ جلسه (۱۰ هفته) ورزش مداوم (۳ جلسه در هفته و هر جلسه به مدت ۳۰ الى ۴۵ دقیقه) انجام می‌دادند. گروه ورزش با شدت بالا مشکل از افرادی بودند که فعالیت‌ورزشی را تقریباً با شدتی برابر ۷۰ الى ۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه به مدت ۳۰ جلسه (۱۰ هفته) ورزش مداوم (۳ جلسه در هفته و هر جلسه به مدت ۳۰ الى ۴۵ دقیقه) انجام می‌دادند. گروه شاهد مشکل از افرادی بودند که فعالیت‌ورزشی را انجام نمی‌دادند. لازم به ذکر است هر چهار هفته، متناسب با بهبود در آمادگی هوایی داوطلبین، حداقل ۵ درصد بر شدت ورزش‌های هوایی اضافه شد تا در نهایت در پایان هفته دهم شدت تمرین ورزشی به حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه در گروه با شدت پایین و به حدود ۸۰ تا ۹۰ درصد

که آزمون ANOVA دو طرفه میانگین‌های هر سه گروه را روی هم محاسبه می‌کند تا مقدار F کلی را ارائه کند، تحلیل بیشتر حاکی از کاهش معنی‌دار مقادیر درصد چربی بدن گروه ورزش با شدت پایین نسبت به گروه شاهد بود ($4/67 \pm 1/09$ ، $p=0.03$). با این وجود، تغییرات زمانی و همچنین تغییرات زمان \times گروه به لحاظ آماری معنی‌دار نبودند ($p>0.05$).

جدول ۱ تغییرات پروفایل لیپیدی گروه‌های تجربی ورزش با شدت پایین و تمرین با شدت بالا و همچنین گروه شاهد را نشان می‌دهد. در خصوص تغییرات تری‌گلیسرید آزمودنی‌های چاق، نتایج بیانگر کاهش $11/67$ و $15/04$ درصدی به ترتیب در گروه ورزش با شدت پایین و گروه ورزش با شدت بالا بود، ولی تغییرات بین گروهی، تغییرات زمانی و همچنین تغییرات زمان \times گروه به لحاظ آماری معنی‌دار نبودند ($p>0.05$). در خصوص تغییرات کلسترول تام داوطلبین چاق، کاهش $4/74$ و $9/24$ درصدی به ترتیب در گروه ورزش با شدت پایین و گروه ورزش با شدت بالا مشاهده شد، ولی تغییرات بین گروهی، تغییرات زمانی و همچنین تغییرات زمان \times گروه به لحاظ آماری معنی‌دار نبودند ($p>0.05$). در خصوص تغییرات HDL - کلسترول داوطلبین چاق، نتایج بیانگر افزایش $10/85$ و $14/01$ درصدی به ترتیب در گروه ورزش با شدت پایین و گروه ورزش با شدت بالا بود، ولی تغییرات بین گروهی، تغییرات زمانی و همچنین تغییرات زمان \times گروه به لحاظ آماری معنی‌دار نبودند ($p>0.05$). با این وجود، به این دلیل که آزمون ANOVA دو طرفه میانگین‌های هر سه گروه را روی هم محاسبه می‌کند تا مقدار F کلی را ارائه کند، تجزیه و تحلیل بیشتر بر روی میانگین‌های گروه تمرین ورزش با شدت پایین و گروه ورزش با شدت بالا بیانگر وجود افزایش معنی‌دار HDL - کلسترول در مقایسه با مقادیر پیش آزمون - LDL - کلسترول داوطلبین چاق، با وجود کاهش $2/88$ و $13/07$ درصدی به ترتیب در گروه ورزش با شدت پایین و گروه ورزش با شدت بالا، تغییرات بین گروهی، تغییرات زمانی و همچنین تغییرات زمان \times گروه به لحاظ آماری معنی‌دار نبودند ($p>0.05$). با وجود کاهش $11/7$ و $15/04$ درصدی VLDL - کلسترول به ترتیب در گروه ورزش با شدت پایین و گروه ورزش با شدت بالا، تغییرات بین گروهی، تغییرات زمانی و همچنین تغییرات زمان \times گروه به لحاظ آماری

آزمون لون، به ترتیب جهت بودن نرمال بودن توزیع داده‌ها و بررسی همگن بودن گروه‌های تجربی پیش از مداخله‌های تحقیقی استفاده شد. از آزمون ANOVA دو طرفه، جهت برآورد تفاوت‌های بین گروهی، زمان (پیش آزمون - پس آزمون) و اثر مقابل گروه \times زمان استفاده شد. همچنین، نرم‌افزار آماری SAS و در نظر گرفتن مقادیر $\beta=1/8$ و سطح آلفای 0.05 برای محاسبه تعداد نمونه مورد نیاز جهت حصول معنی‌داری استفاده شد. سطح معنی‌داری کمتر از 0.05 به عنوان ضابطه تصمیم‌گیری جهت آزمون فرضیه‌ها در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

تحلیل داده‌های آنتروپومتریکی آزمودنی‌ها، بیانگر کاهش معنی‌دار وزن بین گروه‌های مورد مطالعه بود ($p=0.039$). بررسی بیشتر نشان داد که گروه ورزش با شدت پایین (پیش آزمون $6/5 \pm 0.03$ ، $90/0.03$ کیلوگرم و پس آزمون $7/6 \pm 0.07$ کیلوگرم) منجر به کاهش وزن معنی‌دار در مقایسه با گروه ورزشی با شدت بالا (پیش آزمون $7/5 \pm 0.07$ کیلوگرم و پس آزمون $7/7 \pm 0.07$ کیلوگرم) شد ($p=0.028$ تا -0.023). با این حال، هر چند که گروه ورزش با شدت پایین منجر به کاهش $2/22$ کیلوگرمی و گروه ورزش با شدت پایین منجر به کاهش $1/8$ کیلوگرمی در وزن بدن داوطلبین شد، تغییرات زمانی و همچنین تغییرات زمان \times گروه به لحاظ آماری معنی‌دار نبودند ($p>0.05$). همچنین، نتایج بیانگر کاهش غیرمعنی‌دار نمایه‌ی توده‌ی بدن در بین گروه‌های ورزش با شدت پایین (پیش آزمون $4/1 \pm 0.62$ و $5/0 \pm 0.33$) و شدت بالا (پیش آزمون $20/0 \pm 0.28$ و $20/0 \pm 0.28$) و پس آزمون $6/1 \pm 0.06$ و $6/0 \pm 0.07$ بود ($p=0.093$). با این حال، به این دلیل که آزمون ANOVA دو طرفه میانگین‌های هر سه گروه را روی هم محاسبه می‌کند تا مقدار F کلی را ارائه کند، تحلیل بیشتر حاکی از کاهش معنی‌دار مقادیر نمایه‌ی توده‌ی بدن گروه ورزش با شدت بالا نسبت به گروه شاهد بود ($p=0.046$ تا 0.078 و 0.046 ± 0.007). با این وجود، تغییرات زمانی و همچنین تغییرات زمان \times گروه به لحاظ آماری معنی‌دار نبودند ($p>0.05$). به علاوه، نتایج بیانگر کاهش غیرمعنی‌دار درصد چربی بدن در بین گروه‌های ورزش با شدت پایین (پیش آزمون 0.00 ± 0.05 و 0.00 ± 0.05) و شدت بالا (پیش آزمون 0.02 ± 0.03 و 0.02 ± 0.03) آزمون 0.05 ± 0.05 بود ($p=0.082$). با این حال، به این دلیل

این نسبت، در مقایسه با مقادیر پیش آزمون شد ($p=0.009$). در حالی که این مقادیر برای گروه ورزش با شدت پایین به رغم کاهش ۱۲/۴ درصدی به لحاظ آماری معنی‌دار نبود ($p=0.076$). تغییرات بین گروهی و همچنین تغییرات زمان × گروه به لحاظ آماری معنی‌دار نبودند ($p>0.05$).

معنی‌دار نبودند ($p>0.05$). کاهش معنی‌دار نسبت LDL کلسترول به HDL -کلسترول پس از ۱۰ هفته‌ی مداخله ورزشی منظم، در مقایسه با پیش آزمون، مشاهده شد. ($p=0.023$). تجزیه و تحلیل بیشتر نشان داد که گروه ورزش با شدت بالا منجر به کاهش (۲۴/۰۴ درصدی) معنی‌داری در

جدول ۱- پروفایل لیپیدی مردان چاق گروه ورزش با شدت بالا (۱۳ تن) و گروه شاهد (۱۲ تن) در پیش و پس از ۱۰ هفته مداخله‌ی ورزشی

سطح معناداری	گروه × زمان (F)	سطح معنی‌داری زمان	سطح معنی‌داری زمان (F)	زمان (F)	سطح معنی‌داری زمان	گروه (F)	مراحل			شاخص*
							پیش آزمون	پس آزمون	گروه	
۰/۵۷۶	۰/۰۵۶	۰/۷۳۵	۰/۱۱۶	۰/۲۰۵	۱/۳۹	۱۵۹/۷±۵۸/۷	۱۸۰/۸±۷۲/۶ [†]	شدت پایین	تری‌گلیسرید	
						۱۹۷/۳±۶۷/۸	۲۲۸/۷±۱۷۳/۳	شدت بالا	(میلی‌گرم/صد میلی‌لیتر)	
						۲۳۳/۰±۱۵۱/۸۹	۲۰۴/۰±۱۰۶/۹۹	شاهد		
۰/۴۹۹	۰/۷۰۲	۰/۲۹۱	۰/۷۴۰	۰/۷۱۰	۰/۳۴۴	۲۰۱/۷۷±۳۶/۰۴	۲۱۰/۹±۳۶/۰۱	شدت پایین	کلسترول تام	
						۲۰۰/۹±۲۵/۷	۲۲۰/۳۶±۲۲/۰۶	شدت بالا	(میلی‌گرم/صد میلی‌لیتر)	
						۲۰۴/۰±۵۹/۰۳	۱۹۷/۷±۴۶/۸	شاهد		
۰/۴۱۲	۰/۸۹۸	۰/۰۵۷	۲/۷۵	۰/۳۴۸	۱/۰۷	* ۵۲/۷±۶/۹	۴۷/۵±۵/۸۸	شدت پایین	HDL - کلسترول	
						* ۵۴/۲±۱۰/۴۱	۴۷/۵۷±۱۰/۰۳	شدت بالا	(میلی‌گرم/صد میلی‌لیتر)	
						۴۷/۴۵±۸/۴۹	۴۷/۲۶±۱۱/۱۸	شاهد		
۰/۳۸۹	۰/۹۵۷	۰/۲۸۶	۰/۷۶۲	۰/۴۸۵	۰/۷۳۱	۱۱۵/۱±۲۶/۹	۱۱۹/۸±۲۸/۱۳	شدت پایین	LDL-کلسترول	
						۱۱۳/۰۰±۱۲/۲	۱۳۱/۰۰±۱۱/۱۷	شدت بالا	(میلی‌گرم/دسی‌لیتر)	
						۱۱۴/۴±۴۰/۲۰	۱۰۹/۴۶±۴۰/۷	شاهد		
۰/۵۷۶	۰/۰۵۶	۰/۷۳۵	۰/۱۱۶	۰/۲۰۵	۱/۳۹	۳۱/۹±۱۲/۷	۳۶/۱۶±۱۴/۰	شدت پایین	VLDL-کلسترول	
						۲۸/۸±۱۰/۴۱	۴۵/۷±۲۴/۶	شدت بالا	(میلی‌گرم/صد میلی‌لیتر)	
						۴۶/۷±۳۰/۳	۴۰/۹±۲۱/۴	شاهد		
۰/۰۸۲	۲/۰۹	* ۰/۰۲۳	۰/۳۹	۰/۴۵	۰/۸۰۷	۲/۱۹±۰/۴۷	۲/۰±۰/۳۸	شدت پایین	نسبت LDL به HDL	
						* ۲/۱۸±۰/۶۴	۲/۸۷±۰/۶۵	شدت بالا	کنترل	
						۲/۳۶±۰/۶	۲/۲±۰/۷			
۰/۵۹۹	۰/۵۱۰	۰/۲۰۰	۱/۰۶۸	۰/۱۱۴	۲/۲۴۴	۲/۹۸±۰/۸۵	۳/۸۱±۱/۴۰	شدت پایین	نسبت تری‌گلیسرید به HDL	
						۳/۶۵±۱/۱۵	۴/۸۸±۳/۴۴	شدت بالا		
						۵/۰۲±۳/۳۱	۴/۸۱±۳/۶۴	شاهد		

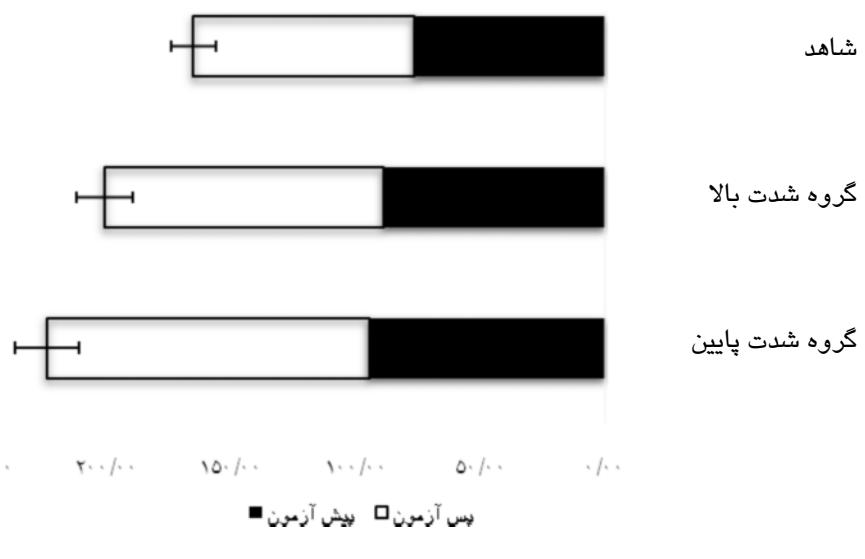
* $P<0.05$ معنی‌دار در نظر گرفته شد؛ † میانگین انحراف معیار

پایین در مقایسه با گروه شاهد بود (-0.084 تا -0.95). با این حال، به نظر می‌رسد مقادیر انحراف معیار بالاتر در گروه تمرین با شدت بالا، به رغم کاهش بیشتر در نسبت یاد شده، عامل عدم معنی‌داری در این گروه باشد (جدول ۱). نمودار ۱ تغییرات آیریزین سرمی را در داوطلبین چاق گروه‌های ورزش با شدت پایین، ورزش با شدت بالا و گروه شاهد نشان می‌دهد. نتایج بیانگر افزایش غیرمعنی‌دار مایوکاین وابسته به PGC1- α در بین گروه‌های با شدت پایین (پیش آزمون $94/75\pm 37/03$ نانوگرم/میلی‌لیتر

در مورد تغییرات نسبت تری‌گلیسرید به HDL کلسترول داوطلبین چاق، با وجود کاهش $21/78$ و $25/2$ درصدی به ترتیب در گروه ورزش با شدت پایین و گروه ورزش با شدت بالا، تغییرات بین گروهی، تغییرات زمانی و همچنین تغییرات زمان × گروه به لحاظ آماری معنی‌دار نبودند ($p>0.05$). با این وجود، به این دلیل که آزمون ANOVA دو طرفه، میانگین‌های هر سه گروه را روی هم محاسبه می‌کند تا مقدار F کلی را ارائه کند، تحلیل بیشتر بیانگر کاهش معنی‌دار این نسبت در گروه ورزش با شدت

تجربی به لحاظ آماری معنی دار نبودند ($p=0.51$). لذا، باز به این دلیل که آزمون ANOVA دو طرفه میانگین های هر سه گروه را روی هم محاسبه می کند تا مقدار F کلی را ارائه کند، تحلیل بیشتر بر میانگین Marginal شان داد که گروه ورزش با شدت پایین منجر به افزایش (۳۶/۹۶ درصدی) معنی داری در این مایوکاین در مقایسه با مقادیر پیش آزمون شد ($p=0.005$), در حالی که این مقادیر برای گروه گروه ورزش با شدت بالا به رغم افزایش ۲۶/۸ درصدی در این مایوکاین، به لحاظ آماری معنی دار نبود ($p=0.08$). تغییرات تغییرات زمان \times گروه به لحاظ آماری معنی دار نبود ($p=0.746$) (نمودار ۱).

و پس آزمون $51/53$ ۱۲۹/۷۷ \pm نانوگرم/میلی لیتر) و شدت بالا (پیش آزمون $51/53$ ۸۸/۷۹ \pm نانوگرم/میلی لیتر) و پس آزمون $4/66$ ۱۱۲/۵۹ \pm نانوگرم/میلی لیتر) بود ($p=0.131$). با این وجود، به این دلیل که آزمون ANOVA دو طرفه میانگین های هر سه گروه را روی هم محاسبه می کند تا مقدار F کلی را ارایه کند، تحلیل بیشتر حاکی از افزایش معنی دار مقادیر آیریزین سرمی گروه ورزش با شدت پایین نسبت به گروه شاهد بود ($58/32$ تا $43/42\pm 14/48$). این تغییرات در گروه ورزش با شدت بالا نسبت به گروه شاهد معنی دار نبود ($p=0.231$). همچنان، تغییرات زمانی گروه های



سطح سرمی پروتئین آیریزین (نانوگرم/میلی لیتر)

نمودار ۱- اثر مداخله‌ی برنامه‌ی تمرین ورزشی با شدت پایین و بالا بر سطح سرمی آیریزین آزمودنی‌های چاق. * و ** سطح معنی داری پذیرفته شده در $p<0.05$ به ترتیب برای تغییرات بین گروهی و درون گروهی هستند.

ورزشی مشاهده شد ($p<0.05$). بین نسبت تری گلیسرید به HDL - کلسترول و VLDL - کلسترول با مقادیر آیریزین ارتباط مستقیم و معنی داری پیش از مداخله ورزشی مشاهده شد (به ترتیب $p=0.01$ و $p=0.014$) که این ارتباط معنی دار پس از مداخله ورزشی وجود نداشت (به ترتیب $p=0.663$ و $p=0.08$). ارتباط مستقیم و معنی داری بین میزان نمایه‌ی توده‌ی بدن و درصد چربی بدن داوطلبین پیش از مداخله مشاهده شد (به ترتیب $p=0.0001$ و $p=0.002$) که این ارتباط معنی دار، به رغم کاهش پس از ۱۰ هفته مداخله‌ی ورزشی همچنان وجود داشت (به ترتیب $p=0.001$ و $p=0.001$) (جدول ۲).

جدول ۲ همبستگی بین سطوح سرمی آیریزین و مقاومت انسولینی داوطلبین چاق پیش و پس از مداخله‌های ورزشی نشان می دهد. نتایج بیانگر وجود ارتباط معکوس و غیرمعنی دار بین $VO_{2\text{max}}$ و میزان آیریزین در گردش خون پیش از مداخله ورزشی بود ($p=0.016$) که جهت ارتباط پس از مداخله ورزشی مستقیم و همچنان غیرمعنی دار بود ($p=0.333$). بین میزان تری گلیسرید و آیریزین پیش از مداخله ورزشی ارتباط مثبت و معنی داری مشاهده شد ($p=0.014$) که پس از انجام ورزشها این ارتباط معنی دار نبود ($p=0.885$). ارتباط معکوس و غیرمعنی داری بین HDL - کلسترول و میزان آیریزین در پیش و پس از مداخله

جدول ۲- همبستگی بین سطوح سرمی آیریزین و مقاومت انسولینی داوطلبین چاق پیش و پس از مداخله‌های ورزشی

آزمون آماری	متغیر	VO2max	تری‌گلیسرید	کلسنرول تام	HDL	LDL	به LDL HDL	TG به HDL	VLDL	BMI	درصد چربی
پیش از مداخله‌های ورزشی											
آیریزین											
۰/۴۸۴	۰/۵۴۲	۰/۲۹۶	۰/۲۸۸	۰/۱۴۹	۰/۰۲۴	-۰/۱۸۴	۰/۱۰۵	۰/۴	-۰/۲۳۳	۱	۰/۰۰۲
۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۱۴	۰/۰۱۶	۰/۳۷۱	۰/۸۸۵	۰/۲۷	۰/۰۳۲	۰/۰۱	۰/۱۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲
پس از مداخله‌های ورزشی											
آیریزین											
۰/۵۱۴	۰/۵۰۴	۰/۰۲	۰/۰۷۳	۰/۱۵۵	۰/۰۲	-۰/۱۶۲	۰/۰۲۷	۰/۰۲۴	-۰/۱۶۱	۱	۰/۰۰۱
۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۸	۰/۶۶۳	۰/۲۵۱	۰/۹۰۵	۰/۲۳۲	۰/۰۸۱	۰/۰۸۵	۰/۲۳۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲

P<۰/۰۵** معنی‌دار در نظر گرفته شد.

می‌رسد آسیب‌های عضلانی منجر به افزایش بیشتر آیریزین در قیاس با فعالیت ورزشی استقامتی می‌شود، چرا که سطوح افزایش یافته CK نیز به همراه افزایش آیریزین در این نوع فعالیت مشاهده شد.^{۱۷,۲۰}

صرف نظر از شدت و نوع ورزش، اثرات افزایش یافته آیریزین در گردش خون در افراد دارای سندروم متابولیک ممکن است فوایدی را به همراه داشته باشد.^{۱۱,۲۸} به علاوه، در مطالعه‌ای عدم اثر نوع مداخله و شدت ورزش بر پاسخ آیریزین سرمی افراد دارای سندروم متابولیک یا بدون آن عنوان شد.^{۱۷,۲۰} به عبارت دیگر، پاسخ آیریزین، مستقل از نوع و شدت ورزش، در افراد دارای سندروم متابولیکی و افراد بدون آن یکسان است و اثرات مثبت فیزیولوژیکی آیریزین در افراد یکسان است؛ لذا توانایی فعالیت ورزشی در رهایی آیریزین به درون خون در افراد چاق نیز بدون تغییر است (بدون اختلال در رهایی آیریزین). در همین راستا، بیان شده است که تمرین ورزشی می‌تواند اختلالات سندروم متابولیکی نظیر چاقی را از طریق عمل آیریزین در طبیعی کردن سطوح گلوکز و پروفایل لیپیدی به واسطه اثرگذاری بر بافت چربی و یا عضله تقلیل دهد.^{۱۱,۲۷-۲۹} لذا، نتایج تحقیق حاضر نیز بیانگر بهبود پروفایل لیپیدی داوطلبین چاق در هر دو گروه ورزش با شدت پایین و بالا بود. در همین راستا، نتایج تحقیق بیانگر وجود ارتباط مستقیم و معنی‌داری بین مقادیر TG به HDL، VLDL و تری‌گلیسرید، نسبت TG به HDL کلسنرول، و درصد چربی بدن داوطلبین چاق، پیش از مداخله ورزشی بود که به جز درصد چربی بدن (به رغم کاهش)، در سایر متغیرها پس از ۱۰ هفته مداخله ورزشی ارتباط معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین، ارتباط معکوس و غیرمعنی‌داری بین HDL - کلسنرول و آیریزین در گردش خون داوطلبین چاق مشاهده شد. لذا، این نتایج در پیش از مداخله ورزشی می‌توانند بیانگر حالتی از مقاومت آیریزینی در افراد چاق باشد که حاکی از اختلال در بافت یا ژن‌های هدف است.^{۳۰} در

بحث

آیریزین به عنوان مایوکاین پیام رسان وابسته به PGC1- α مشتق شده از عضله تعريف شده است^{۱۱} که ممکن است در تعديل اختلالات سندروم متابولیکی، به ویژه چاقی، نقش داشته باشد.^{۲۸} در مطالعه‌ی حاضر، اثر ورزش هوایی بر آیریزین سرمی با شدت‌های ۶۰ و ۷۰ تا ۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه در داوطلبین چاق مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج بیانگر افزایش معنی‌دار حدود ۳۷ درصدی به دنبال ورزش با شدت پایین و افزایش حدود ۲۷ درصدی غیرمعنی‌دار در گروه با شدت بالا بود. با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و در نظر گرفتن مقادیر $\beta = ۰/۰۸$ و سطح آلفای ۰/۰۵، احتمالاً به تعداد ۵ نفر داوطلب بیشتر نیاز است تا اثر معناداری را طی ۱۰ هفته ورزش با شدت بالا بر مقادیر آیریزین سرمی مشاهده کنیم. نتایج تحقیق نشان داد که ۱۰ هفته ورزش با شدت زیر ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه باعث افزایش بیشتر در مقادیر آیریزین سرمی افراد چاق شد. با توجه به نوع ورزش از منظر مطالعه‌ای نشان داد که فعالیت ورزشی مقاومتی، و نه فعالیت ورزشی استقامتی، با شدت‌های متوسط و بالا منجر به افزایش معنی‌دار سطوح آیریزین در گردش خون می‌شود.^{۳۰} با این حال، مقادیر مشابهی از افزایش‌ها را طی ۴۵ دقیقه کار با ارگومتر در ۷۰ درصد VO2max و ۹۰ دقیقه پروتکل فعالیت ورزشی روی تردیمیل با شدت ۶۰ درصد VO2max مشاهده کردند.^{۲۱,۳۱} به نظر می‌رسد فعالیت ورزشی و به تعییت از آن، تمرین‌های ورزشی هوایی با شدت ۶۰ الی ۷۰ درصد VO2max با افزایش معنی‌دار آیریزین در گردش خون همراه باشد. با این حال، به دلیل اینکه مطالعه‌ی موردنظر در یک جلسه بررسی انجام شده بود، تعمیم آن‌ها به تحقیق حاضر با دشواری همراه است. در خصوص فعالیت ورزشی مقاومتی، به نظر

اثرسنجی بین متغیرهای ذکر شده مطالعه حاضر در افراد دارای سندروم متابولیک (به ویژه داوطلبین چاق) است. از جمله، محدودیت‌های تحقیق حاضر می‌توان به تعداد کم داوطلبین هر گروه، عدم وارد کردن افراد سایر گروه‌ها نظری آزمودنی‌های دارای وزن طبیعی و همچنین، گروه‌های ورزشی اشاره کرد. به علاوه، عدم ارزیابی پاسخ حاد آیریزین به دو نوع شدت ورزش یاد شده و عدم مقایسه با تمرین ورزشی تناوبی شدید از دیگر محدودیت‌های تحقیق حاضر بود.

در نتیجه، به نظر می‌رسد هر دو ورزش با شدت یاد شده بتواند بر تغییرات میزان آیریزین در گردش خون و بهبود پروفایل لیپیدی داوطلبین چاق اثر مطلوبی داشته باشند. با این وجود، نتایج تحقیق حاضر بیانگر اثربخشی بهتر شدت ورزش ۵۰ الی ۶۰ درصد ضربان قلب بیشینه در این داوطلبین است. به نظر می‌رسد تمرین ورزشی بتواند از میزان مقاومت آیریزینی تایید شده در این داوطلبین بکاهد.

سپاسگزاری: محققین از تمامی شرکت‌کنندگان در مطالعه حاضر کمال تشکر را دارند.

توافق با نتایج تحقیق حاضر، بیان شده است که حالت مقاومت آیریزین در افراد دارای سندروم متابولیک با مشاهده ارتباط مثبت و معنی‌دار بین نمایه‌ی توده‌ی بدن و آیریزین در گردش خون این افراد تایید شده است.^{۱۸,۴۳} در تایید این یافته، مشاهدات از وجود ارتباط معکوسی بین مقدار VO_{2max} و میزان آیریزین سخن گفته‌اند.^{۱۷} در واقع، ارتباط منفی بین این دو متغیر حاکی از حساسیت بیشتر آیریزین ناشی از ظرفیت بالاتر عضله قلمداد می‌شود که مشابه ارتباط بین سایر مایوکاین‌ها، به ویژه IL-6 است.^{۱۷,۴۱} نتایج تحقیق حاضر نیز بیانگر وجود ارتباط منفی بین آیریزین در گردش خون و VO_{2max} داوطلبین بود، ولی این ارتباط در داوطلبین چاق پس از ۱۰ هفته مداخله ورزشی مشاهده نشد. به عبارت دیگر، سطوح بالاتر آیریزین در گردش خون این داوطلبین و مقدار VO_{2max} پایین‌تر منجر به ایجاد ارتباط منفی بین این دو متغیر شد که پس از ۱۰ هفته مداخله ورزشی و افزایش معنی‌دار در میزان VO_{2max} (داده‌های منتشر نشده) این ارتباط مستقیم شد. با این وجود، به نظر می‌رسد نیاز به کارهای بیشتری در خصوص ارتباط سنجدی و

References

- Ogden CL, Yanovski SZ, Carroll MD, Flegal KM. The epidemiology of obesity. *Gastroenterology* 2007; 132: 2087-102.
- Fakhouri TH, Statistics NCFH. Prevalence of obesity among older adults in the United States, 2007-2010: US Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Health Statistics; 2012.
- McAllister EJ, Dhurandhar NV, Keith SW, Aronne LJ, Barger J, Baskin M, et al. Ten putative contributors to the obesity epidemic. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2009; 49: 868-913.
- Helmchen LA, Henderson RM. Changes in the distribution of body mass index of white US men, 1890-2000. *Ann Hum Biol* 2004; 31: 174-81.
- Hammond RA, Levine R. The economic impact of obesity in the United States. *Diabetes Metab Syndr Obes* 2010; 3: 285-95.
- Flegal KM, Carroll MD, Ogden CL, Curtin LR. Prevalence and trends in obesity among US adults, 1999-2008. *JAMA* 2010; 303: 235-41.
- Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B, Regensteiner JG, Blissmer BJ, Rubin RR, et al. Exercise and type 2 diabetes the American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. *Diabetes Care* 2010; 33: e147-e67.
- Sigal RJ, Kenny GP, Wasserman DH, Castaneda-Sceppa C, White RD. Physical activity/exercise and Type 2 diabetes A consensus statement from the American Diabetes Association. *Diabetes Care* 2006; 29: 1433-8.
- Egan B, Zierath JR. Exercise metabolism and the molecular regulation of skeletal muscle adaptation. *Cell Metabolism* 2013; 17: 162-84.
- Pedersen BK, Febbraio MA. Muscles, exercise and obesity: skeletal muscle as a secretory organ. *Nature Reviews Endocrinology* 2012; 8: 457-65.
- 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: 463-8.
- Qian S-W, Tang Y, Li X, Liu Y, Zhang Y-Y, Huang H-Y, et al. BMP4-mediated brown fat-like changes in white adipose tissue alter glucose and energy homeostasis. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2013; 110: E798-E807.
- Cypess AM, Lehman S, Williams G, Tal I, Rodman D, Goldfine AB, et al. Identification and importance of brown adipose tissue in adult humans. *N Engl J Med* 2009; 360: 1509-17.
- van Marken Lichtenbelt WD, Vanhommerig JW, Smulders NM, Drossaerts JM, Kemerink GJ, Bouvy ND, et al. Cold-activated brown adipose tissue in healthy men. *N Engl J Med* 2009; 360: 1500-8.
- Bartelt A, Heeren J. Adipose tissue browning and metabolic health. *Nat Rev Endocrinol* 2014; 10: 24-36.
- Harms M, Seale P. Brown and beige fat: development, function and therapeutic potential. *Nat Med* 2013; 19: 1252-63.
- Huh JY, Mougios V, Kabasakalis A, Fatouros I, Siopi A, Douroudos II, et al. Exercise-induced irisin secretion is independent of age or fitness level and increased irisin may directly modulate muscle metabolism through

- AMPK activation. *J Clin Endocrinol Metab* 2014; 99: E2154-E61.
18. 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: 1725-38.
19. Kraemer RR, Shockett P, Webb ND, Shah U, Castracane VD. A transient elevated irisin blood concentration in response to prolonged, moderate aerobic exercise in young men and women. *Horm Metab Res* 2014; 46: 150-4.
20. Norheim F, Langleite TM, Hjorth M, Holen T, Kielland A, Stadheim HK, et al. The effects of acute and chronic exercise on PGC-1 α , irisin and browning of subcutaneous adipose tissue in humans. *FEBS J* 2014; 281: 739-49.
21. Timmons JA, Baar K, Davidsen PK, Atherton PJ. Is irisin a human exercise gene? *Nature* 2012; 488: E9-10.
22. Kurdirova T, Balaz M, Vician M, Maderova D, Vlcek M, Valkovic L, et al. Effects of obesity, diabetes and exercise on Fndc5 gene expression and irisin release in human skeletal muscle and adipose tissue: in vivo and in vitro studies. *J Physiol* 2014; 592: 1091-107.
23. Hecksteden A, Wegmann M, Steffen A, Kraushaar J, Morsch A, Ruppenthal S, et al. Irisin and exercise training in humans—results from a randomized controlled training trial. *BMC Med* 2013; 11: 235.
24. Pekkala S, Wiklund PK, Hulmi JJ, Ahtiainen JP, Horttanainen M, Pöllänen E, et al. Are skeletal muscle FNDC5 gene expression and irisin release regulated by exercise and related to health? *J Physiol* 2013; 591: 5393-400.
25. Raschke S, Elsen M, Gassenhuber H, Sommerfeld M, Schwahn U, Brockmann B, et al. Evidence against a beneficial effect of irisin in humans. *PloS One* 2013; 8: e73680.
26. Lopez-Jimenez F, Cortes-Bergoderi M. Update: systemic diseases and the cardiovascular system (i): obesity and the heart. *Rev Esp Cardiol* 2011 Feb; 64: 140-9.
27. Kim H, Lee H, So B, Son J, Yoon D, Song W. Effect of aerobic training and resistance training on circulating irisin level and their association with change of body composition in overweight/obese adults: a pilot study. *Physiol Res* 2016; 65: 271-9.
28. Khodadadi H, Rajabi H, Attarzadeh SR, Reza S, Abbasian S. The Effect of High Intensity Interval Training (HIIT) and Pilates on Levels of Irisin and Insulin Resistance in Overweight Women. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism* 2014; 16: 190-6. [Farsi]
29. Soori R, Ravasi A, Hazrati Molaei S. Comparing the Effects of High Intensity Endurance Training and Resistance Training on Irisin Levels and Insulin Resistance in Rats. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism* 2015; 17: 224-9. [Farsi]
30. Baecke J, Burema J, Frijters J. A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. *Am J Clin Nutr* 1982; 36: 936-42.
31. Kannel WB, Sorlie P. Some health benefits of physical activity: the Framingham Study. *Arch Intern Med* 1979; 139: 857-61.
32. Potischman N, Carroll RJ, Iturria SJ, Mittl B, Curtin J, Thompson FE, et al. Comparison of the 60-and 100-item NCI-block questionnaires with validation data. *Nutr Cancer* 1999; 34: 70-5.
33. Ciolac EG, Brech GC, Greve JM. Age does not affect exercise intensity progression among women. *J Strength Cond Res* 2010; 24: 3023-31.
34. Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol* 2001; 37: 153-6.
35. Huh JY, Siopi A, Mougios V, Park KH, Mantzoros CS. Irisin in response to exercise in humans with and without metabolic syndrome. *J Clin Endocrinol Metab* 2015; 100: E453-7.
36. Huh JY, Mougios V, Skraparlis A, Kabasakalis A, Mantzoros CS. Irisin in response to acute and chronic whole-body vibration exercise in humans. *Metabolism* 2014; 63: 918-21.
37. Huh J, Dincer F, Mesfum E, Mantzoros C. Irisin stimulates muscle growth-related genes and regulates adipocyte differentiation and metabolism in humans. *Int J Obes* 2014; 38: 1538-44.
38. Zhang Y, Li R, Meng Y, Li S, Donelan W, Zhao Y, et al. Irisin stimulates browning of white adipocytes through mitogen-activated protein kinase p38 MAP kinase and ERK MAP kinase signaling. *Diabetes* 2014; 63: 514-25.
39. Vaughan R, Gannon N, Barberena M, Garcia-Smith R, Bisoffi M, Mermier C, et al. Characterization of the metabolic effects of irisin on skeletal muscle in vitro. *Diabetes Obes Metab* 2014; 16: 711-8.
40. Hee Park K, Zaichenko L, Brinkoetter M, Thakkar B, Sahin-Efe A, Joung KE, et al. Circulating irisin in relation to insulin resistance and the metabolic syndrome. *J Clin Endocrinol Metab* 2013; 98: 4899-907.
41. Fischer CP. Interleukin-6 in acute exercise and training: what is the biological relevance. *Exerc Immunol Rev* 2006; 12: 6-33.

Original Article

Comparison of the effects of Regular Aerobic Training Irisin Serum Changes in Sedentary Obese Men

Soori R¹, Asad MR², Khosravi M², Abbasian S¹

¹Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, ²University of Payamnoor, Alborz Province- branch of Karaj, Tehran, I.R. Iran

e-mail: Soorirahman@ut.ac.ir

Received: 06/03/2016 Accepted: 12/07/2016

Abstract

Introduction: The aim of current study was to compare on the effects of regular aerobic training intensities on PGC1- α - dependent myokine serum changes and to evaluate lipid profile changes in sedentary obese men. **Materials and Methods:** Thirty-nine obese men with BMI > 27 were selected and were divided into three groups; group I carried out exercise training with 50-60% of maximum heart rate (Low intensity), group II with 70-80% of maximum heart rate (High intensity), and group III do not carried out exercise training (control group). All training groups carried out exercise training for 30 continuous sessions (3 sessions/per-week for 30 to 45 min per session). After initial assessments anthropometrical, VO_{2max} and blood sampling), followed by 10 weeks of exercise training, post-intervention assessments were completed 24 hours after the last training session. **Results:** Findings were clarified that Irisin was significantly increased in the low intensity group ($p=0.005$), and increased by twenty-seven percent in high intensity group, difference however not statistically significant ($p=0.08$). Also, HDL-cholesterol significantly increased significantly in both groups ($p<0.05$), LDL to HDL-cholesterol ratio decreased significantly ($p<0.05$). In addition, there were significant relationships between some of the lipid and anthropometrical indices with Irisin ($p<0.05$). **Conclusion:** Both of the training interventions had a good effect on of Irisin changes and improvement of lipid profiles in obese subjects. Nevertheless, compared to other intensities, the effectiveness of low intensity training in these subjects was better. In addition, it seems that exercise training can ameliorate Irisin resistance.

Keywords: Aerobic training, FNDC5 protein, Irisin, Obesity, PGC1- α