مقاله پژوهشی
مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان
دوره ۱۶، بهمن ۱۳۹۶، ۱۰۱۲-۹۹۹

تأثیر تمرینات تداومی با شدت متوسط در مقابل تمرینات تناوبی با شدت بالا بر چربی‌های احشایی و زیر جلدی زنان چاق

داریوش شیخ‌الاسلامی وطنی[۱]، عایشه ابراهیمی[۲]

دریافت مقاله: ۹۶/۷/۱۶ ارسال مقاله به نویسنده جهت اصلاح: ۹۶/۹/۴ دریافت اصلاحیه از نویسنده: ۹۶/۱۰/۱۳ پذیرش مقاله: ۹۶/۱۰/۲۰

چکیده

زمینه و هدف: تمرینات ورزشی می‌تواند بر کاهش چربی‌های زیر پوستی و احشایی مؤثر باشد. هدف از این تحقیق، مشخص نمودن تأثیر تمرینات تناوبی با شدت بالا بر چربی احشایی زنان چاق بود.

مواد و روش‌ها: در یک طرح کارآزمایی بالینی، ۳۴ زن چاق سالم به صورت تصادفی به سه گروه تمرین تداومی با شدت متوسط، تناوبی با شدت بالا و گروه کنترل تقسیم شدند. آزمودنی‌های گروه‌های تمرینی، به مدت ۱۲ هفته، ۳ جلسه در هفته تمرین کردند. پروتکل تمرینی گروه تداومی شامل ۳۰ دقیقه دویدن با شدت ۶۰-۴۵ درصد ضربان قلب ذخیره و پروتکل تمرینی گروه تناوبی شامل ۴ تناوب ۴ دقیقه‌ای با شدت ۹۵-۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه و وهله‌های ۳ دقیقه‌ای استراحت فعال بود. گروه کنترل برنامه‌تمرینی نداشت. خون‌گیری ۴۸ ساعت قبل از شروع برنامه تمرینی و مجدداً ۴۸ ساعت پس از خاتمه تمرینات در سالن ورزشی سرپوشیده شهرستان بانه انجام شد. برای تحلیل داده‌ها از آزمون‌های آماری تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر، آزمون تعقیبی Bonferroni و هم چنین آزمون همبستگی Pearson استفاده شد.

یافته‌ها: در مقادیر RBP_4 هر دو گروه تمرین تداومی (از ۱۳/۱۹±۹۹/۱۸ به ۱۸/۸۴±۶۲/۸۲) و تناوبی (از ۷/۱۳±۸۸/۲۳ به ۹/۴۸±۵۶/۹۹) به دنبال ۱۲ هفته تمرین، کاهش معناداری دیده شد (در هر دو گروه، p=۰/۰۰۱). همچنین، در پس آزمون اختلاف معناداری بین مقادیر پلاسمایی RBP_4 گروه‌های مداخله در مقایسه با گروه کنترل ملاحظه گردید (p<۰/۰۵). این در حالی بود که تغییرات درون گروهی گلوکز تنها در گروه تمرین تناوبی (از ۳/۷۴±۸۸/۹۶ به ۴/۵۲±۸۰/۵۵ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) معنادار بود (p=۰/۰۳۰). همچنین، وزن بدن، درصد چربی بدن، شاخص توده بدن و نسبت دور کمر به دور لگن در هر دو گروه تمرینی، پس از ۱۲ هفته انجام تمرینات منظم کاهش محسوس و معناداری یافتند (p<۰/۰۵). اما مقادیر انسولین و شاخص مقاومت به انسولین در هیچ یک از گروه‌ها با تغییر قابل ملاحظه ای روبرو نشد.

نتیجه‌گیری: این احتمال وجود دارد که هر دو پروتکل تمرینی تداومی با شدت متوسط و تناوبی با شدت بالا اثرات قابل توجه‌ای بر کاهش چربی احشایی و زیر جلدی زنان چاق داشته باشند، اما به نظر می‌رسد تفاوتی بین این دو نوع برنامه‌ی تمرینی وجود ندارد.

واژه‌های کلیدی: تمرین تناوبی با شدت بالا، تمرین تداومی، چربی زیر جلدی، چربی احشایی، چاقی، زنان

۱- (نویسنده مسئول) دانشیار گروه آموزشی تربیت بدنی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
تلفن: ۳۳۶۶۴۶۰۰-۰۸۷، دورنگار: ۳۳۶۶۴۶۰۰-۰۸۷، پست الکترونیک: d.vatani@uok.ac.ir
۲- کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

مقدمه

پژوهش‌های پیشین نشان داده‌اند که هم چربی مطلق کل بدن و هم توزیع مرکزی چربی که شامل چربی احشایی شکمی می‌باشد، ارتباط تنگاتنگی با بیماری‌های دیابت، پرفشاری خون، افزایش چربی‌های خون و بیماری‌های قلبی- عروقی دارند. همچنین، به ترتیب ۲۱ و ۲۸ درصد مرگ و میر ناشی از بیماری‌های قلبی- عروقی در مردان و زنان به اضافه وزن و چاقی نسبت داده شده است [۱]. با این حال زمینه ژنتیکی نیز می‌تواند سهم مهمی در پیشرفت چاقی در افراد مختلف داشته باشد [۲].

نقش آدیپوکاین‌ها به عنوان عوامل بیولوژیکی فعال مترشحه از بافت چربی در شیوع چاقی و امراض مرتبط با آن در کودکان، نوجوانان و بزرگسالان آشکار شده است [۳-۴]. رتینول متصل به پروتئین شماره چهار (Retinol-Binding Protein 4; RBP_4) به خانواده لیپوکالین‌ها و انتقال دهنده مولکول‌های کوچک آب گریز رتینول (ویتامین A) در جریان خون تعلق دارد [۵]. جایگاه‌های اصلی تولید این پروتئین به ترتیب در کبد و بافت چربی است.

اخیراً بیان ژن RBP4 در عضله اسکلتی تشخیص داده شده است که بر این اساس، RBP4 نوعی مایوکاین هم محسوب می‌شود [۶-۷]. مقدار خونی RBP4 با افزایش چاقی افزایش می‌یابد و در افراد چاق دیابتی و غیردیابتی RBP4 رابطه مستقیمی با شاخص توده بدنی دارد [۸-۹]. نقش RBP4 در توسعه مقاومت انسولین در تحقیقات مختلف نشان داده شده است [۹-۱۱]. در واقع RBP4 با سرکوب محیطی انتقال دهنده‌های گلوکز (Glucose Transporter 4, GLUT4) موجب افزایش مقاومت انسولینی می‌شود [۹، ۱۲-۱۳]. سطح خونی RBP4 به صورت مستقل با سطح چربی احشایی و LDL-کلسترول در ارتباط است. صرف نظر از وزن بدن، RBP4 نشان دهنده ارتباط بین چربی احشایی و بیماری‌های قلبی عروقی است[۱۲].

به نظر می‌رسد کاهش وزن و فعالیت بدنی سبب کاهش میزان خونی RBP4 در افراد مبتلا به مقاومت به انسولین گردد [۸، ۱۴]. تحقیقات گوناگونی در زمینه تأثیرگذاری فعالیت بدنی با پروتکل‌های تمرینی متفاوت بر عوامل مرتبط با چاقی انجام گرفته است. باوجود این، مقایسه تمرینات تداومی و تناوبی بر RBP4 و مقاومت به انسولین کمتر بررسی شده است. به علاوه نتایج حاصل از این مطالعات ضد و نقیض اند. Keating و همکاران با مقایسه تمرینات تناوبی و تداومی با شدت متوسط بر چربی بدن چنین اظهار داشتند که هر دو روش در کاهش چربی مزایای مشابهی دارند [۱۵]. در حالی که Zhang و همکاران نشان دادند که تمرینات HIIT در کاهش چربی احشایی شکم از مزیت بیشتری برخوردارند [۱۶]. علاوه براین، Soori و همکاران تأثیر تمرین هوازی تناوبی [۱۷]، Lim و همکاران [۱۸]، و هم چنین، Graham و همکاران [۸]، تأثیر تمرینات تداومی را بر کاهش RBP4 سرم مؤثر اعلام کردند. در حالی که Choi و همکاران [۱۹]، و در پژوهش دیگری از soori و همکاران [۲۰]، نشان داده شد که تمرینات پر شدت تناوبی و تداومی بر RBP4 سرمی تأثیر معنی‌داری نداشته‌اند. Rezaeshirazi و همکاراش نیز در تحقیقی نشان دادند که مقاومت به انسولین در هر دو گروه تداومی و تناوبی به طور معنی‌داری کاهش یافته

است [۲۱]. اما، Lee و همکاران در پژوهشی با مقایسه تمرینات تداومی و تناوبی نشان دادند میزان حساسیت انسولین در گروه تناوبی بهتر از تداومی بود [۲۲].

در بیشتر تحقیقات، تمرینات تداومی یا تناوبی به صورت مجزا به عنوان مداخله تمرینی استفاده شده‌اند و مقایسه همزمان هر دو نوع برنامه تمرینی تناوبی و تداومی در شدت‌های بالا کمتر به چشم می‌خورد [۲۴- ۲۳]. همچنین، بر اساس یافته‌های پیشین نمی‌توان به برتری احتمالی تمرینات تناوبی با شدت بالا اذعان داشت چون در پاره‌ای از تحقیقات تأثیر بیشتر [۲۲] و در بعضی مطالعات [۲۱-۲۰]، عدم اختلاف بین این شیوه‌های تمرینی ذکر شده است. از این رو، پژوهش حاضر تأثیر تمرینات شدید تناوبی و تمرینات تداومی با شدت متوسط را در یک برنامه زمانی قابل قبول (به مدت ۱۲ هفته) بر چربی زیر پوستی و احشایی زنان چاق مورد مقایسه قرار داد.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر یک طرح کارآزمایی بالینی بود که در سال۱۳۹۴ اجرا شد. این مطالعه در کمیته پژوهشی دانشگاه کردستان با شماره ۱۲۳۴۷۲۴ مورخ ۱۳۹۴/۱۰/۶ به تصویب رسیده است. از آن جایی که دانشگاه‌های وابسته به وزارت علوم کد اخلاق مجزا صادر نمی‌کنند، محققان موفق نشدند که شماره ثبت کارآزمایی بالینی را از مرکز ثبت کارآزمایی بالینی کشور دریافت نمایند. در این تحقیق، از یک طرح تجربی دارای پیش‌آزمون- پس‌آزمون همراه با گروه کنترل استفاده شد. زنان چاق با شاخص توده بدنی بیشتر از ۳۰ کیلوگرم بر متر مربع در شهرستان بانه، جامعه آماری این پژوهش بودند. برای این منظور، ابتدا اطلاعیه‌هایی در سطح تمامی باشگاه‌های ورزشی بانوان شهر نصب شد و از افراد داوطلب، دعوت به همکاری گردید. نهایتاً، ۴۰ نفر به صورت هدفمند (دارا بودن معیارهای ورود به تحقیق) از بین حدود ۸۵ فرد داوطلب انتخاب شدند. معیارهای ورود به تحقیق شامل موارد زیر بود: افراد در دامنه سنی ۴۵-۳۰ سال باشند، در ۶ ماه گذشته برنامه تمرینی منظمی نداشته باشند، دارای شاخص توده بدنی بالاتر از ۳۰ کیلوگرم بر متر مربع بوده و به جزء چاقی هیچ نوع بیماری دیگری نداشته باشند. قبل از شروع طرح، در یک جلسه مقدماتی ضمن تشریح اهداف و روش‌های اندازه‌گیری، کسب اطلاع از ماهیت و نحوه کار، از تمامی آزمودنی‌ها رضایت نامه کتبی جهت شرکت در پژوهش اخذ شد. در این جلسه، توصیه‌های لازم در خصوص عدم شرکت افراد در هر گونه فعالیت پر شدت و منظم دیگری خارج از طرح، به آنها داده شد. سپس، آزمودنی‌ها به شکل تصادفی ساده (با استفاده از روش قرعه کشی) به ۳ گروه تمرین تداومی با شدت متوسط (n=۱۵)، تمرین تناوبی با شدت بالا (n=۱۵) و گروه کنترل (n=۱۰) تقسیم شدند. نهایتاً با توجه به معیارهای خروج از پژوهش (غیبت بیش از ۳ جلسه در تمرینات و یا عدم تمایل به ادامه همکاری)، اطلاعات ۳۴ نفر در تحلیل نهایی مد نظر قرار گرفت (گروه تداومی ۱۴ نفر، و گروه‌های کنترل و تناوبی هر یک ۱۰ نفر).

۴۸ ساعت قبل از شروع برنامه تمرینی، ساعت ۹-۸ صبح و پس از تقریباً ۱۰ ساعت ناشتایی شبانه در محل انجام تمرینات، به میزان ۸ سی‌سی خون‌گیری به عمل آمد. گروه‌های مداخله، به مدت ۱۲ هفته و هر هفته ۳

جلسه تمرین داشتند. پروتکل تمرینی گروه تداومی با شدت متوسط در برگیرنده ۳۰ دقیقه دویدن باشدت ۶۰-۴۵ درصد ضربان قلب ذخیره بود. در اولین جلسه، تمرین با شدت ۴۰ درصد ضربان قلب ذخیره آغاز شد و به تدریج با پیشرفت آمادگی آزمودنی‌ها، هر هفته ۵ درصد بر شدت تمرین افزوده شد و پس از رسیدن آزمودنی‌ها به شدت ۶۰ درصد ضربان قلب ذخیره، این وضعیت تا پایان پروتکل حفظ شد. پروتکل تمرینی گروه تناوبی با شدت بالا نیز در برگیرنده ۴ تناوب ۴ دقیقه‌ای با شدت ۹۵-۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه و وهله‌های ۳ دقیقه‌ای استراحت فعال با شدت ۷۰-۶۰ درصد ضربان قلب بیشینه بود. آزمودنی-های این گروه نیز، تمرین را با شدت ۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه آغاز و به تدریج با پیشرفت آمادگی آزمودنی-ها، هر هفته ۵ درصد بر شدت تمرین افزوده شد و پس از رسیدن آزمودنی‌ها به حداکثر شدت (۹۵ درصد ضربان قلب بیشینه)، این شرایط تمرینی تا پایان پروتکل حفظ شد [۲۴-۲۳]. گرم کردن و سرد کردن در هر جلسه برای هر دو گروه تمرینی به صورت مشابه انجام شد (شامل ۱۵ دقیقه فعالیت هوازی سبک همراه با کشش‌های ایستا و پویا). ضربان قلب بیشینه آزمودنی‌ها از فرمول سن-۲۲۰ محاسبه شد [۲۵].

همچنین، برای کنترل شدت تمرین از ضربان سنج پولار (ساخت شرکت Polar، کشور فنلاند) استفاده شد. گروه کنترل، طی این مدت در هیچ برنامه تمرینی منظمی مشارکت نکرده و تنها در پیش آزمون و پس آزمون مورد بررسی قرار گرفتند. ۴۸ ساعت پس از اتمام آخرین جلسه تمرینی در گروه‌های مداخله، مرحله دوم نمونه‌گیری خونی با همان شرایط آزمون اولیه انجام شد. به دلیل ریزش افراد در طی ۳ ماه تمرین، در مرحله دوم از ۳۴ نفر (۱۰ نفر گروه تناوبی، ۱۴ نفر گروه تداومی و ۱۰ نفر گروه کنترل) خون‌گیری به عمل آمد. نمونه خونی از ورید آنتی‌کوبیتال دست در حالت نشسته و توسط تکنسین آزمایشگاه در محل انجام تمرینات گرفته شد. نمونه‌های خونی جهت استخراج پلاسما به آزمایشگاه بیمارستان صلاح‌الدین ایوبی شهرستان بانه برده شده، سپس با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ (با دستگاه Hettich-Germany) شدند و نهایتاً پلاسمای استخراج شده تا زمان اندازه‌گیری در دمای ۱۷- درجه سانتی‌گراد (در فریزر Dairei – Germany) نگهداری شد. بعد از خون‌گیری دوم، نمونه‌های خونی جهت آنالیز به آزمایشگاه دکتر Verdy در سنندج برده شدند.

اندازه‌گیری RBP4 توسط کیت RBP4 (EASTBIOPHARM - CHINA) انجام شد. قبل از شروع کار کیت مورد نظر به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق قرار داده شد تا به دمای محیط برسد. سپس بر اساس دستورالعمل کیت مربوطه و پس از چندین مرحله افزودن محلول‌های استاندارد، آنتی‌بادی RBP4، محلول stop (و شستشو یا انکوبه کردن با دستگاه Faithful-CHINA)، نهایتاً با استفاده از دستگاه الایزا ریدر - State fax2100) (USA در طول موج ۴۵۰ نانومتر غلظت RBP4 هر کدام از نمونه‌ها اندازه‌گیری و نتایج به دست آمده ثبت گردید.

غلظت گلوکز پلاسما از روش GOD-PAP با استفاده از دستگاه اتوآنالیزر (Mandray BS 200 - CHINA) و توسط کیت تهیه شده از شرکت پارس آزمون ساخت کشور ایران اندازه‌گیری شد. سطح انسولین پلاسما از روش الایزا با

استفاده از دستگاه الایزاریدر و توسط کیت انسولین (Monobind - USA) اندازه‌گیری شد.

جهت بررسی مقاومت به انسولین از شاخص مقاومت به انسولین (The Homeostatic Model Assessment-Insulin Resistance; HOMA-IR) استفاده شد. شاخص HOMA-IR بر اساس حاصل ضرب غلظت گلوکز ناشتا (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) در غلظت انسولین ناشتا (میکرو واحد بر میلی‌لیتر) تقسیم بر ثابت ۴۰۵ محاسبه شد [۲۶].

HOMA-IR= گلوکز×انسولین / ۴۰۵

سپس، قد، دور کمر و دور لگن با استفاده از متر نواری پارچه‌ای ساخت ایران، و وزن با ترازوی دیجیتالی (مدل hi-tec، ساخت آلمان)، اندازه‌گیری شدند. جهت اندازه‌گیری شاخص توده بدنی از فرمول تقسیم وزن بدن به کیلوگرم بر مجذور قد به متر استفاده شد [۲۷]. به منظور تعیین درصد چربی بدن آزمودنی‌ها از کالیپر (Harpenden Skinfold Caliper, Model: c-136, UK) و از شیوه شش نقطه‌ای Yuhasz Skinfold Test استفاده شد. برای این منظور، چربی زیر جلدی نواحی پشت بازو، تحت کتفی، فوق خاصره‌ای، شکمی، ران و پشت ران بر حسب میلی‌متر و به کمک کالیپر زیر پوستی اندازه‌گیری، و سپس مجموع این ۶ نقطه اندازه‌گیری شده (همراه با سن، وزن و جنسیت) را در جدول محاسبه قرار داده و درصد چربی بدن به صورت آنلاین محاسبه شد [۲۸]. برای اندازه‌گیری نسبت دور کمر به لگن *Waist-to-hip ratio*, WHR) از فرمول نسبت دور کمر (سانتی متر) به دور لگن (سانتی‌متر) به کمک یک متر پارچه‌ای استفاده شد [۲۹].

روش آماری

در مطالعه حاضر جهت تحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده شد.

برای این منظور ابتدا از آزمون Shapiro-Wilk برای اطمینان از طبیعی بودن توزیع فراوانی داده‌ها استفاده شد، که نتایج، نرمال بودن توزیع فراوانی داده‌ها را تأیید کرد. سپس از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر جهت تعیین تفاوت‌های درون گروهی و بین گروهی استفاده گردید. در ادامه در صورت معناداری اثر زمان (تغییرات درون گروهی) از آزمون t زوجی و در صورت معنادار شدن تغییرات بین گروهی از آزمون تعقیبی Bonferroni استفاده شد. جهت بررسی همبستگی بین متغیرها نیز آزمون همبستگی Pearson استفاده شد. لازم به ذکر است جهت بررسی عدم اختلاف معنادار گروه‌ها به لحاظ برخی متغیرها در پیش آزمون، از آنالیز واریانس یک‌طرفه استفاده گردید.

نتایج

پیش از شروع تحقیق هیچ اختلاف معناداری میان سه گروه به لحاظ مشخصات دموگرافیک مشاهده نشد که این به معنای همسانی گروه‌ها در آغاز دوره تمرینی به لحاظ متغیرهایی مانند قد، وزن، شاخص توده بدنی، درصد چربی بدن و نسبت دور کمر به دور لگن بود (جدول ۱).

جدول ۱- مشخصات دموگرافیک زنان چاق شهر بانه در گروه‌های تحقیق پیش از شروع مداخله درسال ۱۳۹۴

شاخص‌های فیزیولوژیک	تداومی (n =۱۴) انحراف معیار± میانگین	تناوبی (n =۱۰) انحراف معیار± میانگین	کنترل (n =۱۰) انحراف معیار± میانگین	مقدار P
وزن (کیلوگرم)	۷۹/۵۸±۹/۴۶	۸۴/۰۳±۱۳/۲۶	۸۳/۹۲±۱۲/۸۹	۰/۵۶۱
قد (سانتی‌متر)	۱۵۹/۸۰± ۵/۹۰	۱۶۰/۱۰± ۵/۲۰	۱۵۹/۲۰± ۶/۳۰	۰/۳۷۰
درصدچربی بدن(درصد)	۳۵/۹۵±۷/۶۲	۴۰/۱۰±۸/۱۸	۳۹/۷۹±۱۰/۸۶	۰/۳۶۲
نسبت دور کمر به باسن (سانتی‌متر)	۰/۸۴±۰/۰۳	۰/۸۶±۰/۰۶	۰/۸۴±۰/۰۷	۰/۶۷۶
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	۳۱/۱۱±۳/۲۰	۳۲/۷۹±۳/۳۱	۳۳/۳۳ ± ۵/۱۴	۰/۳۵۵

آنالیز واریانس یک‌طرفه.

بر اساس یافته‌های مشاهده شده در جدول ۲، در هر دو گروه تمرین تداومی و تناوبی به دنبال ۱۲ هفته تمرین، کاهش معناداری در مقادیر RBP4 دیده شد. همچنین، در پس آزمون اختلاف معناداری بین مقادیر پلاسمایی RBP4 گروه‌های تجربی و گروه کنترل ملاحظه گردید. این در حالی بود که تغییرات درون گروهی گلوکز تنها در گروه تمرین تناوبی معنادار و به صورت کاهشی بود. اما مقادیر انسولین و شاخص مقاومت به انسولین در هیچ یک از گروه‌ها با تغییر قابل ملاحظه ای روبرو نشد (جدول ۲).

جدول ۲- میانگین، انحراف استاندارد و درصد تغییرات متغیرهای وابسته تحقیق در پیش آزمون و پس آزمون گروه های تمرینی تداومی، تناوبی و کنترل در زنان چاق شهر بانه در سال ۱۳۹۴

متغیر	گروه	پیش آزمون انحراف معیار± میانگین	پس آزمون انحراف معیار± میانگین	درصد تغییرات
RBP4 (میکروگرم بر میلی‌لیتر)	تداومی (n =۱۴)	۹۹/۱۸±۱۳/۱۹	۶۲/۸۲±۱۸/۸۴ * #	-۳۶/۶
	تناوبی (n =۱۰)	۸۸/۲۳±۷/۱۳	۵۶/۹۹±۹/۴۸* #	-۳۵/۴
	کنترل (n =۱۰)	۹۴/۳۰±۱۳/۵۰	۹۱/۵۰±۳۸/۱۲	-۲/۹۶
گلوکز (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	تداومی (n =۱۴)	۸۷/۱۴±۵/۳۰	۸۵/۷۱±۸/۵۷	-۱/۶
	تناوبی (n =۱۰)	۸۴/۹۶±۳/۷۴	۸۰/۵۵±۴/۵۹*	-۵/۱
	کنترل (n =۱۰)	۸۹/۹۰±۷/۳۷	۸۴/۳۰±۷/۶۱	-۶/۲
انسولین (میکرو واحد بر میلی‌لیتر)	تداومی (n =۱۴)	۱۵/۲۲±۳/۸۰	۲۷/۲۹±۹/۱۱	۷۸/۹
	تناوبی (n =۱۰)	۱۷/۹۸±۶/۵۵	۲۶/۴۷±۱۱/۳۵	۴۷/۴
	کنترل (n =۱۰)	۲۰/۲۸±۸/۱۷	۳۲/۳۶±۲۰/۴۶	۵۹/۹
مقاومت به انسولین (HOMA-IR)	تداومی (n =۱۴)	۵۸/۷۶ ±۱۴/۳۱	۱۰۴/۰۴±۳۶/۰۱	۳۲/۳
	تناوبی (n =۱۰)	۶۸/۴۵±۲۷/۷۱	۹۵/۲۷±۴۲/۲۲	۳۹/۱
	کنترل (n =۱۰)	۸۰/۵۴±۳۰/۸۱	۱۱۷/۰۹±۶۷/۵۸	۴۵/۳

آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر (طرح ۳×۲) ، *تفاوت معنادار در مقایسه با پیش‌آزمون ($p < ۰/۰۵$).
$p< ۰/۰۵$ تفاوت معنادار در مقایسه با گروه کنترل #

همچنین، وزن بدن، درصد چربی بدن، شاخص توده بدنی و نسبت دور کمر به دور لگن در هر دو گروه مداخله، پس از ۱۲ هفته انجام تمرینات منظم کاهش محسوس و معناداری نشان دادند (جدول ۳).

علاوه براین، یافته‌های حاضر حاکی از عدم ارتباط بین RBP4 با متغیرهای وزن بدن، درصد چربی بدن، شاخص توده بدنی، WHR و مقاومت به انسولین بود (جدول ۴).

جدول ۳- میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای دموگرافیک زنان چاق شهر بانه در پیش آزمون و پس آزمون گروه های تمرینی تداومی، تناوبی و کنترل در سال ۱۳۹۴

	تداومی (n =۱۴)		تناوبی (n =۱۰)		کنترل (n =۱۰)	
	انحراف معیار± میانگین		انحراف معیار± میانگین		انحراف معیار± میانگین	
	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون
وزن (کیلوگرم)	۷۹/۵۸±۹/۴۶	٭۷۷/۹۰±۹/۱۲	۸۴/۰۲±۱۳/۲۳	٭۸۱/۹۰±۱۱/۷۲	۸۳/۹۰±۱۲/۸۱	۸۳/۹۰±۱۲/۲۱
قد (سانتی‌متر)	۱۵۹/۸۱±۵/۹۰	۱۵۹/۸۱ ±۵/۹۰	۱۶۰/۱۰± ۵/۲۱	۱۶۰/۱۰± ۵/۲۱	۱۵۹/۲۱ ± ۶/۳۰	۱۵۹/۲۱ ± ۶/۳۰
درصد چربی بدن (درصد)	۳۵/۹۵±۷/۶۲	٭۳۳/۳۰±۷/۵۰	۴۰/۱۰±۸/۱۰	٭۳۷/۰۲±۸/۲۰	۳۹/۹۰±۱۰/۸۰	۴۰/۷۱±۱۰/۲۱
نسبت دور کمر به باسن (سانتی‌متر)	۰/۸۴±۰/۰۳	٭۰/۸۲±۰/۰۳	۰/۸۶±۰/۰۶	٭۰/۸۴±۰/۰۶	۰/۸۴±۰/۰۷	۰/۸۴±۰/۰۷
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	۳۱/۱۱±۳/۲۱	٭۳۰/۴۰±۳/۰۸	۳۲/۷۹±۳/۳۱	٭۳۲/۰۲±۲/۸۱	۳۳/۳۳ ± ۵/۱۴	۳۳/۳۱±۵/۰۸

آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر (طرح ۳×۳).
٭اختلاف معنادار در مقایسه با پیش آزمون ($p < ۰/۰۵$).

جدول ۴- ضرایب همبستگی بین RBP_4 با شاخص‌های بیانگر چربی زیر جلدی و مقاومت به انسولین در گروه‌های تمرینی تداومی، تناوبی و کنترل در زنان چاق شهر بانه در سال ۱۳۹۴

	متغیرها	تمرین تداومی (n=۱۴)		تمرین تناوبی (n=۱۰)		گروه کنترل (n =۱۰)	
		مقدار r	مقدار p	مقدار r	مقدار p	مقدار r	مقدار p
پروتئین ۴ متصل به رتینول (Repu)	شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	-۰/۴۶	۰/۰۹۰	-۰/۴۹	۰/۱۴۱	-۰/۱۳	۰/۷۱۰
	درصد چربی بدن (میلی‌متر)	-۰/۲۹	۰/۳۱۰	۰/۰۸	۰/۸۴۰	-۰/۳۴	۰/۳۳۰
	نسبت دور کمر به دور لگن (سانتی‌متر)	۰/۲۲	۰/۴۳۰	۰/۰۸	۰/۸۱۰	-۰/۳۴	۰/۳۲۱
	وزن (کیلوگرم)	-۰/۴۳	۰/۱۲۰	-۰/۰۲	۰/۹۵۰	-۰/۴۲	۰/۲۲۱
	شاخص مقاومت به انسولین (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	-۰/۳۶	۰/۱۹۱	-۰/۰۸	۰/۸۲۱	-۰/۵۵	۰/۱۲۳

آزمون همبستگی Pearson

بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که هر دو برنامه تمرین هوازی تناوبی و تداومی تأثیر مطلوب و قابل توجهی بر کاهش RBP4 آزمودنی‌ها دارند. همچنین، تغییرات مطلوبی در درصد چربی بدن، وزن، شاخص توده بدنی و WHR نسبت دور کمر به دور لگن در مطالعه حاضر مشاهده شد. نکته مهم این است که این تغییرات در هر دو گروه مداخله تمرین تداومی و تناوبی به شیوه نسبتاً یکسانی اتفاق افتاده است. اگرچه هیچ یک از گروه‌های تمرینی در مقادیر انسولین و شاخص مقاومت به انسولین تغییر معناداری نیافتند.

همان طور که اشاره شد یافته‌های پژوهش نشان داد که سطح RBP4 آزمودنی‌های گروه تداومی و تناوبی پس از ۱۲ هفته فعالیت ورزشی به ترتیب به میزان ۳۶ و ۳۵ درصد کاهش یافته است. از سوی دیگر، گروه‌های تمرینی تفاوت معناداری با مقادیر RBP4 در گروه کنترل نشان دادند. هر چند بین دو گروه تجربی اختلاف معناداری مشاهده نشد. شواهد متعددی در زمینه افزایش غلظت RBP4 در افراد دچار اضافه وزن، چاق و مبتلا به بیماری‌های متابولیکی از جمله دیابت نوع ۲ وجود دارد [۲۵-۲۷]

نتایج پژوهش‌های قبلی پیرامون تغییر سطوح خونی RBP4 پس از اجرای تمرینات ورزشی، متفاوت است [۱۸-۱۹]. همسو با پژوهش حاضر، Lim و همکاران پس از ۱۰ هفته دویدن هوازی با شدت ۸۰-۶۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی در زنان جوان و سالمند، کاهش سطح سرمی RBP4 را به ویژه در زنان سالمند مشاهده نمودند [۱۸]. دلیل توجیه این تغییرات می‌تواند غلظت RBP4 حالت پایه باشد. در تأیید آن، Graham و همکاران پس از اجرای ۴ هفته تمرینات هوازی دویدن در آزمودنی‌های دیابتی، کاهش معنادار RBP4 و افزایش حساسیت انسولین را گزارش کردند و همچنین نتیجه گرفتند که تأثیر تمرین در افراد با سطوح بالاتر RBP4 مشهودتر است [۸]. همچنین، Park و همکاران به بررسی تأثیر تمرین ترکیبی شامل ۴۵ دقیقه تمرین هوازی با شدت ۶۰ تا ۷۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی و ۲۰ دقیقه تمرین قدرتی به مدت ۳ ماه و ۵ جلسه در هفته در زنان کره‌ای چاق پرداختند و کاهش سطح سرمی RBP4 را گزارش کردند [۳۰]. اما برخلاف پژوهش حاضر، Choi و همکاران پس از ۱۲ هفته تمرین هوازی و قدرتی (هوازی با شدت ۷۰-۶۰ درصد ضربان قلب بیشینه و قدرتی با شدت ۷۰-۵۰ درصد یک تکرار قدرتی بیشینه) در زنان چاق، عدم تغییر معنی‌دار سطوح RBP4 سرم را گزارش کردند [۱۹].

در توجیه دلایل بروز چنین نتیجه‌ای باید عنوان کرد که در تحقیقاتی که کاهش معنادار RBP4 گزارش شده است، کاهش معنادار وزن و چاقی مرکزی نیز مشاهده شده، چیزی که در تحقیقات Graham و همکاران، Lim و همکاران، Park و همکاران، و تحقیق حاضر نیز مشاهده می‌شود [۳۰، ۱۸، ۸]. در پژوهش Choi و همکاران عدم کاهش معنادار وزن و شاخص توده بدن، نسبت دور کمر به لگن و نیمرخ لیپیدی گزارش شده است [۱۹]، که احتمالاً به دلیل شدت پایین تر برنامه تمرینی در مطالعه بوده است. پس می‌توان نتیجه گرفت، تنها در شرایطی تغییرات RBP4 می‌تواند معنادار باشد که شدت برنامه

تمرینی بالا بوده و در نتیجه آن تغییرات وزن یا شاخص توده بدنی ناشی از تمرین اتفاق افتاده باشد.

در تحقیق حاضر مشاهده شد میزان کاهش وزن، درصد چربی بدن، WHR و شاخص توده بدنی در گروه تداومی به ترتیب ۲، ۶/۱ ، ۲/۳ و ۲/۲ درصد و در گروه تناوبی نیز به ترتیب ۲/۵، ۷/۷، ۲/۳ و ۲/۱ می‌باشد که احتمالاً این تغییرات منجر به کاهش معنادار RBP4 شده‌اند. در واقع چون فعالیت ورزشی بیان mRNA **و** پروتئین GLUT4 را در آدیپوسیت‌ها افزایش می‌دهد [۳۲-۳۱]، بنابراین، افزایش در GLUT4 می‌تواند موجب کاهش غلظت RBP4 شود [۹]. احتمالاً افزایش در GLUT4 آدیپوسیت‌ها در اثر سازگاری با تمرین هوازی می‌تواند دلیلی بر کاهش غلظت RBP4 در پژوهش حاضر باشد، هر چند این موضوع در مطالعه حاضر کنترل نشده است.

همان طور که پیش تر اعلام شد در مطالعه حاضر، مقادیر انسولین و شاخص مقاومت به انسولین در هیچ یک از گروه‌ها به دنبال ۱۲ هفته برنامه تمرینی با تغییر معناداری مواجه نگردید. قبلاً تأثیر مثبت تمرینات هوازی بر عملکرد انسولین نشان داده شده است [۳۳]. اگرچه Poirier و همکاران نیز همسو با تحقیق حاضر، در زمینه تأثیر فعالیت هوازی با شدت ۶۰ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه بر افراد مبتلا به سندرم متابولیک، عدم تغییر معنادار سطح انسولین و مقاومت به انسولین را گزارش کردند [۳۴]. این در حالی است که در تحقیق حاضر تغییرات قابل ملاحظه‌ای در وزن، درصد چربی و شاخص توده بدنی آزمودنی‌های گروه‌های تمرینی مشاهده شد. به عبارت دیگر، تمامی عوامل مربوط به چربی زیر جلدی (شاخص توده بدنی، WHR و درصد چربی بدن) و وزن بدن در هر دو گروه تمرینی تداومی و تناوبی نسبت به پیش از اجرای تمرینات به صورت معناداری بهبود یافتند. به نظر می‌رسد تغییرات ناشی از تمرین در وزن و شاخص توده بدنی را باید از تغییرات در میزان مقاومت به انسولین جدا دانست. تحلیل‌های تکمیلی پژوهش حاضر مؤید این نکته است، به طوری که هیچ ارتباط آماری بین RBP4 و سایر متغیرها (مانند مقاومت به انسولین، وزن و شاخص توده بدنی) دیده نشد. در پژوهش Cho و همکاران به نقش RBP4 به عنوان یکی از نشانه‌های بافت مقاوم به انسولین و مؤثر در ترشح سلول‌های بتا اشاره شده است [۳۵]. اما Graham و همکاران در گزارشی بیان داشتند که سطح RBP4 سرم در پی اجرای تمرینات، تنها در افراد دارای مقاومت به انسولین کاهش یافته است [۸]. همسو با یافته‌های مطالعه حاضر، Lewis و همکاران نیز در پژوهشی روی افراد دیابتی و غیردیابتی عدم رابطه معنی‌دار بین RBP4 و مقاومت به انسولین را بیان کردند. به عقیده آن‌ها RBP4 شاخص مناسبی جهت تعیین مقاومت به انسولین نمی‌باشد [۳۶]. در کل، چنین به نظر می‌رسد که تنها در افرادی که دارای مقاومت به انسولین در درجات بالایی هستند، ممکن است بین این شاخص و RBP4 ارتباط وجود داشته باشد. بنابراین، در افراد سالم نمی‌توان تغییرات RBP4 را به تغییر در مقاومت به انسولین مرتبط دانست و احتمالاً عوامل دیگری در این خصوص اثرگذار باشند.

در ارتباط با مقایسه برنامه‌های تمرینی تناوبی و تداومی، همسو با یافته‌های حاضر، Zhang و همکاران تأثیر تمرینات HIIT و تداومی طولانی مدت بر چربی احشایی

شکمی زنان جوان چاق را یکسان نشان دادند، هرچند اعلام داشتند که تمرینات HIIT به دلیل صرف زمان کوتاه‌تر، از مزیت بیشتری برخوردارند [۱۶]. Soori و همکاران نیز در مطالعه‌ای نشان دادند که ۱۶ هفته تمرین پر شدت تناوبی و تداومی به لحاظ اثرگذاری بر RBP4 سرمی اختلافی با هم نداشتند [۲۰]. Rezaeshirazi و همکاراش هم در تحقیقی تحت عنوان مقایسه تأثیر تمرینات هوازی تداومی و تناوبی بر مقاومت به انسولین در مردان چاق نشان دادند که مقاومت به انسولین در دو گروه به طور معنی‌داری کاهش یافته است [۲۱]. اما Lee و همکاران در پژوهشی به مقایسه تمرین هوازی تناوبی با شدت ۹۰ درصد و تداومی با شدت ۷۰ درصد بر عوامل متابولیک و حساسیت انسولین در بیماران مبتلا به سندرم متابولیک پرداختند. نتایج نشان داد بهبود حساسیت به انسولین در گروه تناوبی بیشتر از گروه تداومی بود [۲۲]. در کل بر اساس یافته‌های موجود شاید بتوان چنین اظهار داشت که هم برنامه‌های تمرین تناوبی و هم برنامه‌های تمرینی تداومی به لحاظ کنترل وزن، کاهش درصد چربی بدن و کاهش RBP4 دارای پتانسیل مشابهی هستند و افراد با توجه به علایق خود می‌توانند یکی از این شیوه‌های تمرینی را در نظر بگیرند. هر چند، تمرینات تناوبی به دلیل صرف وقت بسیار کمتر می‌توانند در زندگی امروزه که بسیاری از افراد کمبود وقت را دلیل عدم انجام فعالیت‌های ورزشی می‌دانند، جالب توجه باشد.

یکی از محدودیت‌های مطالعه حاضر عدم کنترل دقیق شرایط تغذیه‌ای آزمودنی‌ها بود که ممکن است بر میزان تغییرات وزن آن‌ها مخصوصاً در گروه‌های مداخله تأثیرگذار بوده باشد. همان‌طور که قبلاً اعلام شد یافته‌های مطاله حاضر نشان داد که ۱۲ هفته تمرین HIIT و MICT، هر دو موجب کاهش سطح پلاسمایی RBP4 به عنوان شاخص چربی احشایی و کاهش چربی زیر پوستی زنان چاق شده است. بنابراین، توصیه می‌گردد که تأثیر چنین پروتکلی همراه با اعمال رژیم غذایی نیز مورد بررسی قرار گیرد. همچنین، پیشنهاد می‌گردد درباره تأثیر تمرینات ترکیبی (تناوبی-قدرتی) برمتغیرهای مورد نظر تحقیق شود.

نتیجه‌گیری

در کل یافته‌های حاصل از پژوهش نشان داد که ۱۲ هفته تمرین منظم تناوبی و تداومی موجب کاهش معنادار سطوح پلاسمایی RBP4 می‌شوند و احتمالاً این تغییرات ارتباطی با شاخص مقاومت به انسولین ندارد. همچنین، اجرای میان مدت برنامه‌های هوازی به طور منظم به شکل مشابهی منجر به کاهش وزن، کاهش چربی‌های زیر جلدی (WHR **و** درصد چربی بدن) و کاهش چربی‌های احشایی در آزمودنی‌های چاق یا دارای اضافه وزن خواهد شد، بنابراین به نظر می‌رسد انجام هر دو نوع برنامه تمرینی تناوبی و تداومی جهت کاهش چربی‌های احشایی و زیر جلدی افراد چاق قابل توصیه باشد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از حمایت مالی دانشگاه کردستان در اجرای این تحقیق قدردانی می‌گردد. همچنین، از آزمایشگاه پاتوبیولوژی خانم دکتر وردی جهت سنجش بخشی از متغیرهای تحقیق و نیز از تمامی آزمودنی‌های شرکت کننده در تحقیق، سپاسگزاریم.

References

[1] Pedersen LR, Olsen RH, Anholm C, Walzem RL, Fenger M, Eugen-Olsen J, et al. Weight loss is superior to exercise in improving the atherogenic lipid profile in a sedentary, overweight population with stable coronary artery disease: A randomized trial. *Atherosclerosis* 2016; 246 (31): 221-8.

[2] Bouchard C. Gene–environment interactions in the etiology of obesity: defining the fundamentals. *Obesity* 2008; 16(S3): s5-s10.

[3] D'Adamo E, Santoro N, Caprio S. Metabolic syndrome in pediatrics: old concepts revised, new concepts discussed. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care* 2013; 43(5): 114-23.

[4] Sen Y, Kandemir N, Alikasifoglu A, Gonc N, Ozon A. Prevalence and risk factors of metabolic syndrome in obese children and adolescents: the role of the severity of obesity. *Eur J Pediatr* 2008; 167(10): 1183-9.

[5] Galic S, Oakhill JS, Steinberg GR. Adipose tissue as an endocrine organ. *Molecular and Cellular Endocrinology* 2010; 316(2): 129-39.

[6] Flower DR. The lipocalin protein family: structure and function. *Biochem J* 1996; 318(1): 1-4.

[7] Ribel-Madsen R, Friedrichsen M, Vaag A, Poulsen P. Retinol-binding protein 4 in twin's regulatory mechanisms and impact of circulating and tissue expression levels on insulin secretion and action. *Diabetes* 2009; 58(1): 60-54.

[8] Graham TE, Yang Q, Blüher M, Hammarstedt A, Ciaraldi TP, Henry RR, et al. Retinol-binding protein 4 and insulin resistance in lean, obese, and diabetic subjects. *New Eng J Med* 2006; 354(24): 2552-63.

[9] Yang Q, Graham TE, Mody N, Preitner F, Peroni OD, Zabolotny JM, et al. Serum retinol binding protein 4 contributes to insulin resistance in obesity and type 2 diabetes. *Nature* 2005; 436(7049): 356-62.

[10] Öst A, Danielsson A, Lidén M, Eriksson U, Nystrom FH, Strålfors P. Retinol-binding protein-4 attenuates insulin-induced phosphorylation of IRS1 and ERK1/2 in primary human adipocytes. *FASEB J* 2007; 21(13): 3696-704.

[11] Takebayashi K, Suetsugu M, Wakabayashi S, Aso Y, Inukai T. Retinol binding protein-4 levels and clinical features of type 2 diabetes patients. *J Clin Endocrinol Metab* 2007; 92(7): 2712-9.

[12] Christou GA, Tselepis AD, Kiortsis DN. The metabolic role of retinol binding protein 4: an update. *Horm Metab Res* 2012; 44(01): 6-14.

[13] Cummings DM, Henes S, Kolasa KM, Olsson J, Collier D. Insulin resistance status: Predicting weight response in overweight children. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2008; 162(8): 764-8.

[14] Ku YH, Han KA, Ahn H, Kwon H, Koo BK, Kim HC, et al. Resistance exercise did not alter intramuscular adipose tissue but reduced retinol-binding protein-4 concentration in individuals with type 2 diabetes mellitus. *Int Med Res* 2010; 38(3): 782-91.

[15] Keating SE, Johnson NA, Mielke GI, Coombes JS. A systematic review and meta- analysis of interval

training versus moderate- intensity continuous training on body adiposity. *Obes Rev* 2017; doi:10.1111/obr.12536.

[16] Zhang H, Tong TK, Qiu W, Zhang X, Zhou S, Liu Y, et al. Comparable effects of high-intensity interval training and prolonged continuous exercise training on abdominal visceral fat reduction in obese young women. *J Diabetes Res* 2017; doi: 10.1155/5071740.

[17] Soori R, Hasani Ranjbar Sh, Wahhabi K, Shabkhiz F. Effects of aerobic interval training on serum RBP4 and insulin resistance in type 2 diabetic patients. *J Diabetes Metab Disord* 2011; 10(4): 388-97 [Farsi]

[18] Lim S, Choi SH, Jeong IK, Kim JH, Moon MK, Park KS, et al. Insulin-sensitizing effects of exercise on adiponectin and retinol-binding protein-4 concentrations in young and middle-aged women. *J Clin Endocrinol Metab* 2008; 93(6): 2263-8.

[19] Choi KM, Kim TN, Yoo HJ, Lee KW, Cho GJ, Hwang TG, et al. Effect of exercise training on A- FABP, lipocalin- 2 and RBP4 levels in obese women. *Clin Endocrinol* 2009; 70(4): 569-74.

[20] Soori R, Khosravi N,Yazdan Doust H, Khademi H. The effect of continual and alternative aerobic training intensity on visfatin and RBP4 Levels in obese women with type II diabetes. *Journal of Torbat Heydariyeh University of Medical Sciences* 2015; 3(4): 1-9. [Farsi]

[21] Rezaeshirazi R, Hossini F. Comparison of the effect of continuous and intermittent aerobic training on visfatin and insulin resistance plasma levels in obese males. *Int J Sport Stud* 2014; 4(1): 26-31.

[22] Lee SJ, Tjønna AE, Rognmo Ø, Stølen TO, Bye A, Haram PM, et al. Aerobic interval training versus continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome *Circulation* 2008; 118(4): 346-54.

[23] Ramos JS, Dalleck LC, Tjonna AE, Beetham KS, Coombes JS. The impact of high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on vascular function: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med* 2015; 45(5): 679-92.

[24] Iellamo F, Caminiti G, Sposato B, Vitale C, Massaro M, Rosano G, et al. Effect of High-Intensity interval training versus moderate continuous training on 24-h blood pressure profile and insulin resistance in patients with chronic heart failure. *Intern Emerg Med* 2014; 9(5): 547-52.

[25] Hofmann P, Pokan R, Preidler K, Leitner H, Szolar D, Eber B, et al. Relationship between heart rate threshold, lactate turn point and myocardial function. *Int J Sport Med* 1994; 15(5): 232-7.

[26] Reaven G, Abbasi F, McLaughlin T. Obesity, insulin resistance, and cardiovascular disease. *Recent Prog Horm Res* 2004; 59(1): 207-24.

[27] Casey VA, Dwyer JT, Coleman KA, Valadian I. Body mass index from childhood to middle age: a 50-y follow-up. *Am J Clin Nutr* 1992; 56(1): 14-8.

[28] Mackenzie B. Yuhasz Skinfold Test [cited Feb 2 2017]. Available at: https://www.brianmac. co.uk/fatyuhasz. htm

[29] World Health Organization. Waist Circumference and Waist-Hip Ratio, Report of a WHO Expert Consultation (PDF). *World Health Organization*, Geneva, WHO, 2008.

[30] Park SK, Park JH, Kwon YC, Kim HS, Yoon MS, Park HT. The effect of combined aerobic and resistance exercise training on abdominal fat in obese middle-aged women. *J Physiol Anthropol* 2003; 22(3): 129-35.

[31] Broch M, Gómez JM, Auguet MT, Vilarrasa N, Pastor R, Elio I, et al. Association of retinol-binding protein-4 (RBP4) with lipid parameters in obese women. *Obesity Surgery* 2010; 20(9): 1258-64.

[32] Stallknecht B, Andersen PH, Vinten J, Bendtsen LL, Sibbersen J, Pedersen O, et al. Effect of physical training on glucose transporter protein and mRNA levels in rat adipocytes. *Am* **J** *Physiol Endocrinol Metab* 1993; 265(1): E128-34.

[33] Bonen A, Dohm GL, Van Loon LJ. Lipid metabolism, exercise and insulin action. *Essays Biochem* 2006; 42(1): 47-59.

[34] Poirier P, Tremblay A, Broderick TL, Catellier C, Tancrède G, and Nadeau A. Impact of moderate aerobic exercise training on insulin sensitivity in type 2 diabetic men treated with oral hypoglycemic agents: is insulin sensitivity enhanced only in non-obese subjects? *Med Sci Monit* 2002; 8(2): CR59-65.

[35] Cho YM, Youn BS, Lee H, Lee N, Min SS, Kwak SH, et al. Plasma retinol-binding protein-4 concentrations are elevated in human subjects with impaired glucose tolerance and type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2006; 29(11): 2457-61.

[36] Lewis JG, Shand BI, Elder PA, Scott RS. Plasma retinol-binding protein is unlikely to be a useful marker of insulin resistance. Diabetes Res Clin Pract 2008; 80(1): e13-5.

The Effect of Moderate-Intensity Continuous Training Vs. High-Intensity Interval Training on Visceral and Subcutaneous Fats in Obese Women

D. Sheikholeslami-Vatani[1], A. Ebrahimi[2]

Received:08/10/2017 Sent for Revision: 25/11/2017 Received Revised Manuscript: 03/01/2017 Accepted: 10/01/2018

Background and Objectives: Exercise training can be effective in reducing subcutaneous and visceral fat. The purpose of this study was to compare the effects of high-intensity interval training (HIIT) and moderate-intensity continuous training (MICT) on visceral fat in obese women.

Materials and Methods: In a clinical trial design, 34 obese healthy women were randomly divided into three groups of MICT, HIIT, and control. The subjects of the training groups practiced for 12 weeks, three times a week. MICT protocol consisted of 30 minutes of running with the 45-60 percent of heart rate reserve (HRR) and HIIT protocol included four intervals of 4 min (4×4) at 85-95 percent of maximum heart rate (HR_{max}). The control group had no exercise program. Blood samples were taken 48 hours before the start of training program, and again 48 hours after the end of training period in indoor sports hall in Baneh. Data analysis was performed using the repeated measures ANOVA, post-hoc Bonferroni test,and Pearson's correlation test.

Results: In both MICT (from 99.18±13.19 to 62.82±18.84) and HIIT (from 88.23±7.13 to 56.99±9.48) groups after 12 weeks of training, a significant decrease in RBP_4 was observed (in both groups, $p< 0.001$). Also, there was a significant difference between the experimental groups compared to the control group in the post-test about RBP_4 ($p<0.05$). But, fasting glucose levels dropped significantly only in the HIIT group from 88.96±3.74 to 80.55±4.52 mg/dl ($p= 0.030$). Additionally, body weight, body fat percentage, body mass index, and waist to hip circumference were decreased significantly after 12 weeks of training in both exercising groups ($p<0.05$). While, the changes in insulin and insulin resistance index was not significant in any of the groups.

Conclusion: It is likely that both MICT and HIIT protocol had significant effects on reducing visceral and subcutaneous fat in obese women, although there does not seem to be much difference between these two training programs.

Key words: High-intensity interval training, Continuous training, Subcutaneous fat, Visceral fats, Obesity, Women

Funding: This research was funded by University of Kurdistan.

Conflict of interest: None declared.

Ethical approval: The University of Kurdistan approved the study.

How to cite this article: Sheikholeslami-Vatani D, Ebrahimi A. The Effect of Moderate-Intensity Continuous Training Vs. High-Intensity Interval Training on Visceral and Subcutaneous Fats in Obese Women. *J Rafsanjan Univ Med Sci* 2018; 16(12): 999-1012. [Farsi]

1- Associate Prof., Dept. of Physical Education, Faculty of Humanities and Social Sciences, University of Kurdistan, Sanandaj,Iran. (Corresponding Author) Tel: (087)33664600, Fax: (087)33664600, E-mail: d.vatani@uok.ac.ir

2- MSc in Exercise Physiology, Faculty of Humanities and Social Sciences, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran