

مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش

سال هفتم، شماره دوم؛

پاییز و زمستان ۱۳۹۹؛ صفحات ۲۰-۲۸

مقاله پژوهشی

مقایسه هشت هفته تمرین تناوبی شدید (HIIT) و تمرین تداومی با ICR بر توده خالص بدنی و توده چربی در زنان دارای اضافه وزن

وحید ساری صراف^۱، رامین امیر ساسان^۱، نازیلا پرنیان خواجه دیزج^{۱*}

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۹/۰۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۴/۲۹



با اسکن QR فوق می‌توانید جزئیات مقاله حاضر را در سایت www.jahssp.azaruniv.ac.ir/ مشاهده کنید

۱. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
(نویسنده مسئول): نازیلا پرنیان خواجه دیزج
ایمیل: nazilaparnian70@gmail.com

چکیده

هدف از پژوهش حاضر بررسی و مقایسه تأثیر هشت هفته تمرین تناوبی شدید و تمرین تداومی با محدودیت کالری متناوب بر توده خالص بدنی و توده چربی زنان دارای اضافه وزن است. جامعه آماری پژوهش را زنان دارای اضافه وزن و مبتلا به چاقی شهر تبریز با محدوده سنی ۲۵-۳۵ سال تشکیل دادند. حجم نمونه مورد مطالعه در حدود ۹ نفر (در کل ۳۶) برآورد شد. آزمودنی‌ها در چهار گروه محدودیت کالری متناوب، ترکیب تمرین تناوبی شدید و محدودیت کالری متناوب، ترکیب تمرین تداومی و محدودیت کالری متناوب و همچنین گروه کنترل جایگزین شدند. شرکت کنندگان به مدت هشت هفته و در هر هفته به مدت سه جلسه به تمرین پرداختند. یافته‌های تحقیق نشان داد، تفاوت معنی داری در پس آزمون نسبت به پیش آزمون در شاخص درصد چربی وجود داشت اما تفاوت معنی داری در پس آزمون نسبت به پیش آزمون در شاخص توده ی بدون چربی مشاهده نشد. و از طرفی تفاوت معنی داری بین گروه‌های تمرینی با گروه محدودیت کالری و گروه کنترل در شاخص درصد چربی مشاهده شد ($P < 0.05$)؛ اما بین گروه‌های تمرینی با محدودیت کالری و گروه محدودیت کالری با گروه کنترل در شاخص توده بدون چربی، تفاوت معنی داری مشاهده نشد ($P > 0.05$). با توجه به تأثیر بهبود دهنده و معنی دار هشت هفته تمرین تناوبی شدید و تداومی همراه با محدودیت کالری متناوب بر درصد چربی در زنان مبتلا به اضافه وزن می‌توان نتیجه گرفت که احتمالاً، ترکیب این مداخلات می‌تواند در کنترل وزن و چاقی مفید باشد.

واژه‌های کلیدی: اضافه وزن، ترکیب بدنی زنان، تمرین تناوبی شدید، تمرین تداومی

نحوه ارجاع: وحید ساری صراف، رامین امیر ساسان، نازیلا پرنیان خواجه دیزج، مقایسه هشت هفته تمرین تناوبی شدید (HIIT) و تمرین تداومی با ICR بر توده خالص بدنی و توده چربی دو فصلنامه مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش ۱۳۹۹؛ ۲۷(۲): ۲۸-۲۰

Comparison of eight weeks of High-Intensity Interval Training (HIIT) and Continuous Training with ICR on Fat Mass and Lean Body Mass in Overweight WomenVahid Sari-Sarraf¹, Ramin Amirsasan¹, Nazila Parnian-Khajezdizaj^{1*}

Received 2020 July 19.; Accepted 2020 November 2020

Abstract

The purpose of this study was to compare the effect of eight weeks of high intensity interval training and continuous training with ICR on fat mass and lean body mass in overweight women. The statistical population consisted of overweight and obese women in Tabriz with the age range of 35-55 years. The sample size was estimated to be about 9 (36 in total). Participants were divided into four groups of intermittent calorie restriction (20%), combination of HIIT (75 to 85% of maximum heart rate in the first weeks and 80 to 90% of maximum heart rate in the last weeks) and ICR (10%), combination of continuous training (65 to 75% of maximum heart rate) and ICR (10%), control group. Participants for eight weeks (3 d/wk) exercised. Findings showed that there was a significant difference in post-test compared to pre-test in fat percentage index and also a significant difference was observed between exercise groups with calorie restriction group and control group in fat percentage index ($P < 0.05$); But no significant difference was observed between the exercise groups with calorie restriction and the calorie restriction group with the control group in lean mass index ($P > 0.05$). Considering the improving and significant effect of eight weeks of continuous training and HIIT with intermittent calorie restriction on fat percentage in overweight women, it can be concluded that the combination of these interventions can be useful in controlling weight and obesity.

Keywords: Overweight, Female Body Composition, High Intensity Interval Training, Continuous Training



Scan this QR code to see the accompanying video, or visit jahssp.azaruniv.ac.ir

1. Department of Sport Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran

(Corresponding Author):

Nazila Parnian-Khajezdizaj

Email: nazilaparnian70@gmail.com

Cite as: Vahid Sari Sarraf, Ramin Amir Sasan, Nazila Parnian Khajeh Dizaj, Comparison of eight weeks of intense intermittent training (HIIT) and continuous training with ICR on net body mass and fat mass. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*. 2020; 7(2): 20-28.

مقدمه

اسید چرب در کوتاه مدت شده واکسیداسیون چربی را افزایش می‌دهد (۳۲، ۲۹). روسی^۴ و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی تأثیر همزمان تمرینات هوازی و مقاومتی روی ترکیب بدنی زنان سالمند یانسه‌ای (سن بالای ۶۰ سال) که اضافه وزن داشتند به این نتیجه رسیدند که پس از ۱۶ هفته تمرین ترکیبی، هم توده‌ی چربی و هم توده‌ی بدون چربی در این آزمودنی‌ها کاهش نشان داد. تمرینات شامل ۳ جلسه تمرین پلاتس در هفته بود که هر جلسه ۹۰ دقیقه (۵۰ دقیقه تمرین مقاومتی و ۴۰ دقیقه تمرین هوازی) به طول می‌انجامید (۱۳). در مجموع مطالعات نسبتاً اندکی، پاسخ‌های عملکردی و فیزیولوژیکی به تمرینات HIIT را بررسی کرده‌اند. همچنین، بکارگیری محدودیت کالری بیشتر از ۲۵٪ (به ویژه محدودیت کالری متناوب) از دیگر روش‌های کاهش وزن است که رواج بسیاری دارد. با این حال، این روش دارای معایبی مانند کاهش توده عضلانی، ناراحتی ذهنی ناشی از گرسنگی، عدم بهبود عملکردهای جسمانی و عملکردی است. بدین منظور، برخی محققان پیشنهاد کرده‌اند که افزودن تمرینات ورزشی به برنامه محدودیت کالری باعث افزایش فواید ناشی از هر یک از این دو روش و دستیابی به فواید مشابه همراه با استفاده میزان کمتری از محدودیت کالری می‌شود (۴۳).

به هر حال، به علت محدود بودن مطالعات انجام شده و گاه متناقض بودن آنها این مطالعه به مقایسه تأثیر تمرینات HIIT و تداومی هوازی و اثر هم‌افزایی ترکیب محدودیت کالری در زنان غیرفعال می‌پردازد. از این رو، مطالعه‌ی حاضر با هدف تعیین تأثیر هشت هفته ترکیب محدودیت کالریایی متناوب با تمرین تناوبی شدید (HIIT) و تمرین تداومی بر ترکیب بدن (توده خالص بدنی و درصد چربی) زنان دارای اضافه وزن انجام شد.

روش پژوهش

این پژوهش از نظر اهداف از نوع کاربردی و از نظر کنترل متغیرهای پژوهشی از نوع نیمه تجربی است. جامعه آماری این پژوهش ۴۴ نفر از زنان دارای اضافه وزن (در محدوده سنی ۳۵-۵۵ سال) شهر تبریز بودند که تعدادی بدلیل انصراف و یا عدم رعایت شرایط تحقیق حذف و این تعداد به ۳۶ نفر کاهش یافت. اندازه‌گیری متغیرهای پژوهش در دو نوبت و مقایسه آن‌ها به عنوان پیش‌آزمون و پس‌آزمون پس از اخذ مجوز اخلاق در پژوهش از دانشگاه علوم پزشکی تبریز (کد ثبت: IR.TBZMED.REC.1397.654) انجام شده است.

برای کنترل شدت تمرینات از ضربان قلب کاروتید گردن و میزان درک تلاش بورگ^۵ استفاده شد. لذا قبل از شروع تمرینات درصدهای ۶۰، ۷۰، ۷۵، ۸۰، ۸۵، ۹۰ ضربان قلب کاروتید^۶ هر فرد با استفاده از معادلات زیر محاسبه و تعیین گردید (۱۶):

$$HR_{max} = 208/5 - (0/8 \times \text{age})$$

$$\text{Exercise HR} = \% \text{of target intensity } (HR_{max} -$$

$$HR_{rest}) / HR_{rest}$$

چاقی و اضافه وزن یک وضعیت التهابی عمومی خفیف است که امروزه در سراسر جهان در حال افزایش می‌باشد و می‌تواند از طریق سازوکارهای مختلف باعث افزایش خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی، دیابت نوع دو، اختلالات شناختی، سرطان و در نتیجه مرگ و میر شود (۱). بر اساس گزارش سازمان بهداشت جهانی (WHO)، در ۳۷ کشور در حال توسعه شیوع اضافه وزن و چاقی بیش از سوء تغذیه بوده است (۲). از طرف دیگر مطالعات نشان داده‌اند که ۴۶ درصد مرگ و میرها در ایران ناشی از بیماری‌های قلبی عروقی است. همچنین جمعیت ایران با توجه به خصوصیت رفتاری، تغذیه‌ای و میزان فعالیت بدنی، در معرض ریسک بالایی از بابت بیماری‌های قلبی عروقی و به خصوص ریسک فاکتور چربی خون می‌باشند (۳). از سوی دیگر ترکیب بدن با توجه به جنس، رژیم غذایی، فعالیت‌های ورزشی و شیوه زندگی تغییر می‌کند که این تغییر از اهمیت زیادی برای فرایند تصمیم‌گیری در مراقبت‌های تغذیه‌ای، مدیریت بیماری، پیری و توان‌بخشی برخوردار می‌باشد (۴). استفاده از برنامه‌های تمرینی کوتاه مدت با شدت بالا، که بتواند سازگاری‌های عملکردی مطلوب را در کوتاه‌ترین زمان ممکن به وجود آورد از اهمیت بسیاری برخوردار است. در این راستا، به نظر می‌رسد استفاده از تمرینات تناوبی شدید^۱ در مدت زمان کوتاه‌تری موجب دستیابی به آثار مفید مشابهی در مقایسه با سایر اشکال تمرینی به ویژه تمرینات هوازی و تداومی شود (۵).

مطالعه‌ی تقیان و همکاران (۱۳۹۰) بر روی ۲۰ دانشجوی زن چاق در مدت زمان ۱۲ هفته تمرین هوازی با شدت ۶۰-۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب به مدت ۳۰ الی ۴۵ دقیقه و سه جلسه در هفته، نشان دهنده‌ی کاهش معنی داری در شاخص‌های وزن، درصد چربی، BMI، WHR در گروه تمرینی نسبت به گروه کنترل بوده است (۶) در مطالعه‌ی دیگر درونواتس^۲ و همکارانش (۲۰۱۵) با بررسی نقش ۱۲ ماه تمرین هوازی در ترکیب بدنی روی ۳۴۸ جوان که در آن توده‌ی چربی و بدون چربی هر ۳ ماه با استفاده از اشعه‌ی ایکس اندازه‌گیری می‌شد، گزارش کردند، بین دو جنس تفاوتی در کاهش BMI دیده نشد. تمرین هوازی توانست با تأثیر بر توده‌ی چربی آزمودنی‌ها باعث کاهش درصد چربی آزمودنی‌ها گردد (۷). لذا پژوهشگران بر این باورند که میزان مشخصی از فعالیت بدنی برای جلوگیری از افزایش وزن مورد نیاز است (۸).

علاوه بر این نقش تمرینات ورزشی روی متابولیسم بافت چربی توسط چندین محقق نشان داده شده است. در تحقیقاتی که فقط مداخله ورزشی داشته‌اند، فعالیت ورزشی با شدت بالا و نه با شدت متوسط لیپولیز بافت چربی را افزایش داد (۹، ۱۰). این به خوبی شناخته شده است که یک وهله فعالیت ورزشی سطح کاتکولامین‌ها را افزایش می‌دهد و سطح ترشح کاتکولامین‌ها با شدت فعالیت ورزشی رابطه مستقیم دارد (۱۱). پری^۳ و همکاران (۲۰۰۸) اظهار داشتند، که شش هفته تمرینات HIIT از طریق افزایش آنزیم‌های میتوکندریایی (سیترات سنتاز، بتاهیدروکسی اسیل کوآنزیم A و پیرووات دهیدروژناز) از یک سو و از سوی دیگر افزایش تعداد انتقال دهنده‌های اسیدهای چرب (FAT/FABPpm.CD36) میزان اکسیداسیون اسیدهای چرب را بالا می‌برد (۵۴). بنابراین HIIT باعث افزایش آنزیم‌های میتوکندری و انتقال دهنده‌های

⁴ Rossi

⁵ Borg

⁶ Karronen

¹ High Intensity Interval Training (HIIT)

² Drenowatz

³ Perry



تمرینات از پروتکل تغییر یافته‌ی گیبالا^۲ و همکاران (۲۰۱۲) استفاده شد (۲۲) که بخش اصلی تمرین تناوبی شدید در هفته اول شامل دویدن‌های ۱۵ ثانیه ای همراه با سه دقیقه استراحت بین هر وهله‌ی دویدن بود که شش مرتبه اجرا شد. نحوه افزایش مدت زمان تمرین، استراحت بین هر وهله و تعداد تناوب دویدن در شکل شماره ۱ ارائه شده است:

برای اطمینان بیشتر از درستی اندازه گیری ضربان قلب، یکبار تعداد ضربان قلب اعلام شده از سوی آزمودنی هنگام انجام فعالیت با شدت‌های کم، متوسط و زیاد با ضربان اندازه گیری شده به وسیله دستگاه پولار^۱ مقایسه شد، در ضمن هر یک از آزمودنی‌ها دارای دستگاه پولار جهت کنترل شدت فعالیت ورزشی در طی تمرینات بودند. در این تحقیق هر جلسه تمرین تناوبی شدید (HIIT) شامل سه بخش گرم کردن، بخش اصلی تمرین و سرد کردن بود. در این

جدول ۱. پروتکل اجرای تمرینات تناوبی شدید

هفته	تعداد تناوب دویدن	مدت زمان هر وهله دویدن (ثانیه)	مدت زمان استراحت (دقیقه: ثانیه)	مدت زمان کل (ثانیه)	محدوده ضربان قلب (درصد ضربان قلب بیشینه)
اول	۴-۶	۱۵ ثانیه	۳ دقیقه	۹۰ ثانیه	۷۵-۸۵
دوم	۴-۶	۲۰ ثانیه	۳ دقیقه و ۱۵ ثانیه	۱۲۰ ثانیه	۷۵-۸۵
سوم	۴-۶	۲۰ ثانیه	۳ دقیقه	۱۲۰ ثانیه	۸۰-۹۰
چهارم	۶-۸	۱۵ ثانیه	۳ دقیقه	۱۲۰ ثانیه	۸۰-۹۰
پنجم	۶-۸	۲۰ ثانیه	۳ دقیقه و ۳۰ ثانیه	۱۶۰ ثانیه	۸۰-۹۰
ششم	۶-۸	۲۵ ثانیه	۴ دقیقه	۲۰۰ ثانیه	۸۰-۹۰
هفتم	۶-۸	۳۰ ثانیه	۴ دقیقه	۲۴۰ ثانیه	۸۰-۹۰
هشتم	۶-۸	۳۰ ثانیه	۳ دقیقه و ۴۵ ثانیه	۲۴۰ ثانیه	۸۰-۹۰

کاهش یافت و ۱۰ درصد از طریق فعالیت بدنی (معادل انرژی‌تیک) به هزینه فعالیت بدنی روزمره آنها افزوده شد. این نکته باید خاطر نشان شود که تفاوت بین محدودیت کالری متناوب (ICR) با محدودیت کالری مزمن (CCR) در این مسئله نهفته است که در ICR از کاهش تواتر وعده‌های غذایی برای کاهش کالری دریافتی استفاده می‌شود در حالی که در CCR از کاهش مقدار دریافت در تمام وعده‌های غذایی استفاده می‌شود؛ از اینرو فشار متابولیک و به دنبال آن احساس ناراحتی جسمانی و ذهنی کمتری برای آزمودنی فراهم می‌آورد. لذا در مطالعه حاضر کاهش دریافت کالری از طریق کاهش مواد غذایی هدف (به عنوان مثال، کاهش دریافت مواد غذایی که جز وعده‌های غذایی اصلی نبوده و به عنوان میان وعده مصرف می‌شوند یا مواد غذایی که دارای سطح مناسب مواد مغذی نیستند، اما محتوای انرژی بالایی دارند) را محدود می‌کنیم (۱۴). علاوه بر آن، ایزوکالریک کردن تمرینات و محدودیت غذایی از طریق برآورد هزینه انرژی هر یک از تمرینات ورزشی تناوبی شدید و تداومی (و مقدار افزایش هزینه انرژی ناشی از انجام تمرینات) با استفاده از معادله‌های سوخت و سازی و برآورد میزان دریافت کالری کل و مقدار کاهش دریافت کالری برای دستیابی به مقدار مورد نظر از طریق محاسبه محتوای انرژی هر یک از مواد غذایی دریافتی انجام شد (۱۷، ۱۶، ۱۵).

همچنین شرکت کنندگان در تمرین به مدت هشت هفته و در هر هفته به مدت سه جلسه و در هر جلسه به مدت ۶۰ دقیقه بین ساعات ۹ الی ۱۱ قبل از ظهر به تمرین تداومی که شامل سه بخش گرم کردن، بخش اصلی تمرین و سرد کردن بود، پرداختند. بخش اصلی تمرین در هفته اول با ۳۰ دقیقه راه رفتن سریع در ۶۵-۶۰ درصد ضربان قلب ذخیره شروع و در هفته هشتم به ۴۰ دقیقه راه رفتن سریع در ۷۵-۶۵ درصد ضربان قلب ذخیره افزایش یافت. لازم به ذکر است که هر دو نوع تمرین تداومی و تناوبی از لحاظ کالریکی همگن شده‌اند.

در مطالعه حاضر آزمودنی‌ها در چهار گروه محدودیت کالری متناوب متوسط (ICR: ۲۰ درصد)، ترکیب تمرین تناوبی شدید (HIIT) و ICR (۱۰ درصد) افزایش هزینه انرژی از تمرین و ۱۰ درصد ICR)، ترکیب تمرین تداومی با شدت متوسط و ICR (۱۰ درصد محدودیت کالری از تمرین و ۱۰ درصد ICR) و کنترل جایگزین شد. سپس، به منظور محاسبه میزان کاهش دریافتی ابتدا هر یک از آزمودنی‌ها فرم یادداشت و یادآمد غذایی ۲۴ ساعته را به مدت ۳ روز (دو روز عادی و یک روز تعطیل) تکمیل کردند و از طریق نرم افزار NUTRITION4 برآورد گردید. همچنین برای محاسبه و برآورد مقدار هزینه انرژی روزانه، آزمودنی‌ها فرم ثبت فعالیت بدنی را به مدت سه روز تکمیل نمودند. پس از محاسبه میزان انرژی دریافتی آزمودنی گروه ICR به میزان ۲۰ درصد دریافت کالری آنها با نسبت ۱۰ درصد از چربی، ۵ درصد از کربوهیدرات و ۵ درصد از پروتئین کاهش یافت. میزان انرژی دریافتی آزمودنی گروه تمرین+ICR (هر دو نوع تمرین) به میزان ۱۰ درصد دریافت کالری آنها با نسبت ۵ درصد از چربی، ۲/۵ درصد از کربوهیدرات و ۲/۵ درصد از پروتئین

اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریکی دو هفته قبل از شروع فرآیند تمرین و انتهای جلسه آخر انجام شد. قد افراد توسط قدسنج (سکا ساخت کشور آلمان)، وزن بدن با استفاده از ترازوی دیجیتال یاگامی ساخت کشور ژاپن و با کمترین لباس، شاخص توده بدنی (BMI)، با تقسیم وزن به کیلوگرم بر مجذور قد در مقیاس متر و اندازه‌گیری درصد چربی با روش ضخامت چین پوستی در سه ناحیه (سه سر، ران و فوق خاصره) با استفاده از کالیپر لانچ با روش سه

² Gibala

³ Polar

آزمودنی‌ها و داده‌های تحقیق با استفاده از آمار توصیفی به صورت شکل خلاصه بندی شده است. سپس شاخص‌های تحقیق به کمک آزمون‌های پارامتریک تحلیل واریانس مکرر و ANOVA در سطح معنی داری پنج درصد مورد بررسی قرار گرفت و در صورت وجود تفاوت بین گروه‌های مورد مطالعه، برای تعیین دقیق محل تفاوت گروه‌ها از آزمون آماری بونفرونی استفاده شد. قبل از تحلیل و بررسی داده‌های حاصله، وضعیت طبیعی بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک مورد بررسی و مورد تأیید قرار گرفت. پیش از شروع تحقیق هیچ اختلاف معنی داری میان چهار گروه به لحاظ مشخصات دموگرافیک مشاهده نشد که این به معنای همسانی گروه‌ها در آغاز دوره تمرینی به لحاظ متغیرهای (سن، وزن، وزن بدون چربی، چربی بدن، شاخص توده بدن، مقدار سوخت و ساز پایه، هزینه کل انرژی، و کالری دریافتی) بود (جدول ۲).

نقطه‌ای جکسون-پولاک انجام شد. همچنین اندازه گیری توده بدون چربی با استفاده از دستگاه Inbody مدل ۲۷۰ و توان هوازی یا اکسیژن مصرفی بیشینه با استفاده از آزمون وامانده‌ساز بروس (با استفاده از تردمیل تکنوجیم^۱) ساخت ایتالیا) با سرعت اولیه ۲/۷ کیلومتر بر ساعت (۱/۷ مایل بر ساعت) و شیب ۱۰ درصد صورت گرفت (۱۸). بعد از تایید نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون‌های شاپیرو-ویلک^۲ در مرحله اول آزمون تحلیل واریانس یک طرفه چهار گروهی، تغییرات هر یک از شاخص‌های مورد مطالعه طی مراحل مختلف اندازه‌گیری با آزمون‌های تحلیل واریانس مکرر (۴×۲) و آزمون پس تعقیبی با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ تحت ویندوز و Excel 2010 در سطح معنی داری $\alpha < 0/05$ بررسی شد.

یافته‌ها

برای کسب اطمینان از نتایج و به دلیل ویژگی‌های خاص پژوهش، آزمون‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون، از تمام آزمودنی‌ها به عمل آمد. ابتدا ویژگی‌های

جدول ۲. مقایسه میانگین \pm انحراف معیار و مشخصات دموگرافیک و طبیعی بودن گروه‌های مورد مطالعه

متغیر	گروه	انحراف \pm میانگین معیار (پیش آزمون)	انحراف \pm میانگین معیار (پس آزمون)	مقدار Z	sig
سن (سال)	کنترل	۴۱/۳۳±۶/۷۱		۰/۹۹	۰/۸۹
	ICR	۴۱/۲±۵/۵۱		۰/۸۹	۰/۲۶
	تمرین تناوبی+ ICR	۴۱/۷۲±۴/۸۱		۰/۹۶	۰/۸۱
	تمرین تداومی+ ICR	۴۲±۶/۱۲		۰/۹۴	۰/۶۸
وزن (کیلو گرم)	کنترل	۷۵/۴۸±۶/۰۴	۷۵/۳۸±۵/۰۳	۰/۹۸	۰/۹۶
	ICR	۷۶/۹۳±۷/۴۳	۷۲/۶۳±۵/۵۳	۰/۹۵	۰/۷۱
	تمرین تناوبی+ ICR	۷۵/۸۲±۷/۱۴	۷۰/۹۳±۷/۱۰	۰/۹۵	۰/۶۹
	تمرین تداومی+ ICR	۷۵/۳۹±۶/۹۷	۷۰/۶۹±۷/۲۳	۰/۹۴	۰/۶۲
وزن بدون چربی (کیلو گرم)	کنترل	۴۶/۳۶±۲/۶۷	۴۵/۵۸±۳/۴۳	۰/۹۰	۰/۳۶
	ICR	۴۶/۶۸±۴/۳۸	۴۳/۹۸±۵/۴۲	۰/۹۸	۰/۹۹
	تمرین تناوبی+ ICR	۴۶/۱۷±۴/۱۵	۴۶/۳۲±۳/۱۰	۰/۹۲	۰/۴۹
	تمرین تداومی+ ICR	۴۷/۱۸±۴/۰۷	۴۶/۹۳±۵/۰۳	۰/۹۱	۰/۴۱
چربی بدن (درصد)	کنترل	۳۷/۷۳±۲/۴۵	۳۸/۳۸±۶/۶۳	۰/۹۵	۰/۷۰
	ICR	۳۸/۵۵±۵/۷۷	۳۴/۴۴±۴/۲۳	۰/۹۰	۰/۳۴
	تمرین تناوبی+ ICR	۳۶/۶۰±۲/۰۶	۳۲/۹۳±۳/۰۳	۰/۹۵	۰/۶۹
	تمرین تداومی+ ICR	۳۸/۳۵±۲/۵۰	۳۲/۳۴±۲/۴۰	۰/۹۰	۰/۳۲
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)	کنترل	۳۰/۱۱±۲/۸۵	۳۰/۷۸±۴/۵۵	۰/۸۷	۰/۲۳
	ICR	۳۱/۴۱±۲/۸۰	۲۸/۵۳±۲/۷۰	۰/۹۷	۰/۹۰
	تمرین تناوبی+ ICR	۳۰/۲۹±۰/۷۰	۲۶/۲۳±۰/۴۳	۰/۹۰	۰/۳۳
	تمرین تداومی+ ICR	۳۱/۹۱±۳/۸۳	۲۶/۷۳±۳/۴۳	۰/۹۴	۰/۶۶
دور کمر به دور لگن (سانتی متر)	کنترل	۰/۸۹±۰/۰۴	۰/۸۹±۰/۰۳	۰/۹۲	۰/۴۷
	ICR	۰/۸۹±۰/۰۶	۰/۸۵±۰/۰۳	۰/۸۹	۰/۲۶
	تمرین تناوبی+ ICR	۰/۸۸±۰/۰۲	۰/۸۳±۰/۰۳	۰/۹۵	۰/۶۹
	تمرین تداومی+ ICR	۰/۸۹±۰/۰۵	۰/۸۴±۰/۰۴	۰/۸۷	۰/۱۸
مقدار سوخت و ساز پایه	کنترل	۱۲۴۵±۸۱/۳۴	۱۲۵۰±۸۲/۴۳	۰/۲۱	۰/۸۷
	ICR	۱۲۶۹/۸۰±۷۴/۲۱	۱۲۸۰/۹۳±۶۳/۲۲	۰/۹۳	۰/۵۷
	تمرین تناوبی+ ICR	۱۲۱۶/۶۳±۷۷/۲۷	۱۲۵۹/۴۵±۵۷/۴۳	۰/۹۳	۰/۵۳

² Shapiro-Wilk Test

¹ Technogym

کیلو کالری)	تمرین تداومی+ICR	۱۲۱۲/۷۰±۶۳/۴۲	۱۲۷۵/۶۷±۶/۴۳	۰/۹۷	۰/۸۸
هزینه کل انرژی (کیلو کالری)	کنترل	۱۶۷۹/۸۳±۵۴/۰۷	۱۶۷۰/۷۸±۵۵/۹۸	۰/۹۸	۰/۹۷
	ICR	۱۵۴۳/۷۰±۱۵۷/۰۲	۱۵۶۵/۹۳±۱۵۰/۰۳	۰/۸۶	۰/۱۴
	تمرین تناوبی+ICR	۱۶۴۶/۷۲±۸۸/۳۸	۱۹۲۰/۷۳±۷۶/۲۳	۰/۹۲	۰/۴۶
	تمرین تداومی+ICR	۱۶۶۹±۹۰/۲۴	۱۹۰۰/۲۳±۶۷/۱۹	۰/۹۲	۰/۴۶
کالری دریافتی (کیلو کالری)	کنترل	۱۹۲۰±۶۵/۷۲	۱۹۵۰±۶۶/۳۴	۰/۹۶	۰/۸۶
	ICR	۲۰۹۷±۱۱۵/۹۷	۱۶۳۰±۱۲۰/۴۳	۰/۸۱	۰/۵۲
	تمرین تناوبی+ICR	۲۱۶۸/۱۸±۱۶۷/۷۳	۱۸۶۵/۲۲±۱۴۵/۴۳	۰/۹۶	۰/۸۳
	تمرین تداومی+ICR	۲۰۰۰±۱۱۳/۰۳	۱۸۴۰/۵۴±۱۱۰/۰۳	۰/۸۹	۰/۲۸
حداکثر اکسیژن مصرفی (لیتر در دقیقه)	کنترل	۲۹/۹۳±۵/۱۰	۲۸/۶۸±۴/۶۰	۰/۸۷	۰/۲۱
	ICR	۳۲/۰۹±۴/۳۹	۲۹/۲۰±۴/۲۸	۰/۹۰	۰/۳۵
	تمرین تناوبی+ICR	۳۳/۴۲±۲/۹۷	۳۹/۱۷±۲/۲۴	۰/۹۶	۰/۸۰
	تمرین تداومی+ICR	۳۲/۱۶±۷/۱۶	۴۰/۲۴±۴/۵۹	۰/۸۸	۰/۲۱

آزمون تعقیبی بونفرونی (جدول ۳) را در شاخص درصد چربی نشان دهنده وجود تفاوت معنی دار بین گروه‌های تمرینی تناوبی و تداومی همراه محدودیت کالری با گروه کنترل بود ($P < 0.05$). اما تفاوت معنی داری بین گروه‌های تمرینی با یکدیگر و با گروه محدودیت کالری مشاهده نشد ($P > 0.05$). همچنین گروه محدودیت کالری نیز به تنهایی تفاوت معنی داری با گروه کنترل نداشت. در ارتباط با توده بدون چربی نیز هیچ گونه تفاوت معنی داری بین گروه‌های مورد پژوهش مشاهده نشد.

همچنین اثر مراحل اندازه‌گیری در شاخص درصد چربی ($P = 0.01$) و $F_{1,33} = 116/45$) و توده بدون چربی ($P = 0.01$ و $F_{1,33} = 6/69$) معنی دار است. نتایج اثر تفاوت‌های گروهی نشان دهنده تفاوت معنی دار بین گروه‌های مورد مطالعه در شاخص درصد چربی است ($P = 0.01$ و $F_{3,33} = 4/22$). به عبارتی اجرای تمرینات تداومی و تناوبی همراه با محدودیت کالری باعث ایجاد تفاوت در گروه‌ها شده بود. اثر تعاملی مراحل اندازه‌گیری و تفاوت‌های گروهی نیز معنی دار است ($P = 0.01$ و $F_{3,33} = 56/98$) ولی تفاوت معنی داری در شاخص توده بدون چربی مشاهده نشد.

جدول ۳. مقایسه پیش آزمون به پس آزمون در شاخص‌های ترکیب بدن در گروه‌های مورد مطالعه

مراحل	گروه‌ها	تفاوت میانگین‌ها	معنی داری
نسبت پس آزمون به پیش آزمون (درصد چربی)	کنترل	ICR	۱/۰۰۰
		تمرین تناوبی+ICR	*۰/۰۴۶
		تمرین تداومی+ICR	*۰/۰۲۵
	محدودیت کالری	تمرین تناوبی+ICR	۰/۵۲۲
		تمرین تداومی+ICR	۱/۰۰۰
		تمرین تناوبی+ICR	۰/۵۷۱
نسبت پس آزمون به پیش آزمون (توده بدون چربی)	کنترل	تمرین تناوبی+ICR	۱/۰۰۰
		محدودیت کالری	۱/۰۰۰
		تمرین تناوبی+ICR	۰/۴۲
	محدودیت کالری	تمرین تداومی+ICR	۱/۴۵
		تمرین تناوبی+ICR	۱/۰۹
		تمرین تداومی+ICR	۰/۹۰۳
تمرین تداومی+ICR	۱/۰۴	۱/۰۰۰	

*معنی داری در سطح $P < 0.05$

تمرین تناوبی و تداومی در شاخص‌های ترکیب بدن (درصد چربی و توده بدون چربی) نیز تفاوت معنی دار وجود نداشت. در شاخص درصد چربی بین گروه‌های تمرینی با سایر گروه‌ها تفاوت معنی دار بود؛ اما در متغیر توده بدون چربی بین هیچ یک از گروه‌ها تفاوت معنی داری مشاهده نشد. یافته‌های این مطالعه با نتایج بهراد و همکاران (۱۳۹۵)، قنبرزاده و همکاران (۱۳۹۵) همسو

بحث و نتیجه‌گیری

طبق یافته‌های مطالعه حاضر، اجرای ۸ هفته تمرین تناوبی و تداومی همراه با محدودیت کالری باعث کاهش معنی داری در درصد چربی آزمودنی‌ها شد. اما تفاوت معنی داری در توده بدون چربی آنها مشاهده نشد. بین گروه‌های

کاهش معنی‌دار در درصد چربی شده است (۳۰). همچنین لارسون^۲ و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند ۶ هفته و هر هفته سه جلسه تمرین تناوبی شدید تأثیری بر میزان اکسیداسیون چربی میتوکندری بافت عضلانی و بافت چربی زیر پوستی آزمودنی‌ها غیر فعال دارای اضافه وزن نداشت (۳۱)؛ نتایج هر دوی این مطالعه با نتایج مطالعه‌ی حاضر در تناقض است.

یکی از ویژگی‌های تمرینات HIIT افزایش هورمون‌های کاتاکولامینی که مسئول افزایش لیپولیز و رها سازی FFA از بافت چربی است، می‌باشند. در این بین، هورمون رشد یکی از هورمون‌های مسئول افزایش لیپولیز در بدن است. میزان ترشح این هورمون، بعد از فعالیت‌های HIIT نسبت به حالت استراحت ۱۰ برابر بیشتر می‌باشد (۲۲). چندین دلیل برای کاهش اکسایش چربی در افراد چاق و دارای اضافه وزن بیان شده است که از آن جمله می‌توان به کاهش فعالیت LPL عضله اسکلتی اشاره کرد. گزارش شده است تمرینات با شدت بالا، ظرفیت عضله اسکلتی را برای استفاده از چربی افزایش می‌دهد. که ممکن است نقش مهمی در کنترل وزن افراد چاق و اضافه وزن و کاهش عوامل خطرزای قلبی-عروقی داشته باشد (۱۲).

با توجه به یافته‌های مطالعه‌ی انجام شده چنین می‌توان نتیجه گرفت که انجام تمرینات تناوبی و تداومی منظم با اعمال محدودیت کالری متناوب و تغییرات مثبت در شاخص‌های ترکیب بدنی، احتمالاً بتواند از چاقی، بیماری‌های قلبی-عروقی و بیماری‌های جسمی جلوگیری کند. با در نظر گرفتن برخی از محدودیت‌های موجود در تحقیق حاضر از جمله عدم اندازه گیری شاخص‌های فشار اکسایشی و تغییرات هورمونی؛ همچنین عدم اندازه‌گیری عملکرد شناختی و میزان اشتهاهای آزمودنی‌ها و با توجه به اثرات احتمالی برخی از عوامل اثر گذار همچون اثر تفاوت ژنتیکی و شخصیتی، احتمال مصرف مکمل و عدم رعایت رژیم غذایی بدون گزارش به محقق و وجود سایر افزودنی‌ها و همچنین همزمانی ۲ الی ۳ جلسه آخر تمرین با شروع دوره عادت ماهیانه بعدی، بر پاسخ شاخص‌های مورد مطالعه پیشنهادات تحقیقاتی ذیل جهت روشن شدن ابهامات توصیه می‌شود. پیشنهاد می‌شود تحقیقاتی مشابه با تحقیق حاضر با قراردادهای تمرینی متفاوت از جمله ترکیب تمرینات مقاومتی با هوازی با شدت و بارهای مختلف انجام شود.

تقدیر و تشکر

این مقاله استخراج شده از پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد مصوب و دفاع شده در دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تبریز به شماره پیگیری ۲۵۴۴۱۱۲ از پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران می‌باشد. نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از تمامی شرکت کنندگانی که در این تحقیق همکاری نمودند، مراتب تشکر و قدردانی خود را اعلام نمایند.

Reference

- Barranco P, Delgado J, Gallego L, Bobolea I, Pedrosa M, García de Lorenzo A, et al. Asma, obesidad y dieta. *Nutrición Hospitalaria*. 2012;27(1):138-45..
- Janghorbani M, Amini M, Willett WC, Gouya MM, Delavari A, Alikhani S, Mahdavi A. First nationwide survey of prevalence of overweight,

می‌باشد. بهراد و همکاران (۱۳۹۵) نشان دادند، اجرای ۸ هفته تمرین تناوبی (۳ جلسه در هفته و هر جلسه به مدت یک ساعت) با شدت ۸۵ تا ۹۵ درصد ضربان قلب بیشینه باعث کاهش معنی‌دار در درصد چربی بدن، وزن بدن و WHR زنان دارای اضافه وزن شد. اما تأثیری بر توده بدون چربی آزمودنی‌ها نداشت (۱۹). همچنین قنبرزاده و همکاران (۱۳۹۵) گزارش کردند ۶ هفته تمرین تناوبی (سه جلسه در هفته) که شامل ۳ ست پروتکل رست (۶ وهله‌ی ۳۵ متری با ۱۰ ثانیه استراحت بین وهله‌ها و ۴ دقیقه بین هر ست) بر روی نیروهای نظامی انجام شد که باعث کاهش معنی‌داری در درصد چربی، WHR و شاخص توده بدنی آزمودنی‌ها شد (۲۰). همسو با این تحقیق نتایج گله داری و همکاران (۱۳۹۵) است. مطالعه آنها بر روی ۲۰ مرد داوطلب دارای اضافه وزن صورت گرفت. آزمودنی‌ها در دو گروه ۱۲ هفته تمرین هوازی (۳ جلسه در هفته به مدت یک ساعت با ۶۰ تا ۶۵ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه) همراه محدودیت کالری (۳۵۰ کیلو کالری) و گروه محدودیت کالری به تنهایی (۵۰۰ کیلو کالری) قرار گرفتند. نتایج آنها نشان داد که درصد چربی فقط در گروه ترکیب تمرین تداومی و محدودیت کالری کاهش معنی‌داری داشت. همچنین توده بدون چربی در هیچکدام از گروه‌ها تفاوت نداشت (۲۵). همچنین عمادی و همکاران (۱۳۹۴) طی مطالعه‌ی خود ۷۲ زنان یائسه مبتلا به دیابت نوع دو را در دو گروه محدودیت کالری متوسط (شامل پروتئین بالا، ۵۵۰ کیلوژل در روز برای از دست دادن وزن ۸-۱۴ کیلو گرم)، محدودیت کالری متوسط + تمرین هوازی (۱۲ هفته و هر هفته ۵ جلسه به مدت ۳۰ تا ۵۵ دقیقه) و (۵ تا ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه قرار دادند. بعد از اتمام پروتکل تمرینی شاهد کاهش درصد چربی، وزن بدن، WHR و BMI در گروه محدودیت کالری و گروه ترکیبی شدند (۲۶). ناهمسو با این تحقیق، جانسون^۱ و همکاران (۲۰۰۹) با بررسی نقش فعالیت هوازی روی ۲۳ بزرگسال غیر فعال چاق (۱۵ مرد و ۸ زن)، BMI بالای ۳۰ گزارش کردند، ۳۰ الی ۴۰ دقیقه دوچرخه سواری به مدت ۴ هفته (شدت تمرینی برای هفته‌ی اول ۵۰، هفته دوم ۶۰ و برای هفته سوم و چهارم ۷۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی بیشینه بود) و ۳ جلسه در هفته نتوانست کاهشی در وزن، BMI و درصد چربی آزمودنی‌ها ایجاد کند (۲۷). همچنین یافته‌های استرنیو و همکاران (۲۰۱۳) و کاظم زاده و همکاران (۱۳۹۵) در تناقض با تحقیق حاضر به عدم کاهش معنی‌دار درصد چربی اشاره دارند. گروه مطالعاتی کندرو با بررسی تأثیر ۱۲ هفته تمرین تناوبی بصورت ۳ جلسه در هفته با شدت ۸۰ تا ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه با دوچرخه کارسنج (۶ تا ۱۰ ثانیه رکاب زدن همراه با استراحت فعال) بر روی زنان دارای اضافه وزن اعلام کردند که این پروتکل تمرینی تأثیری بر روی درصد چربی، وزن بدن و شاخص توده بدنی نداشت (۲۳). همچنین کاظم زاده و همکاران (۱۳۹۵) نشان دادند، هشت هفته تمرین تناوبی در مردان جوان دارای اضافه وزن تأثیری بر درصد چربی و BMI آنها نداشت (۲۴). به گفته‌ی محققان، دلیل احتمالی عدم تأثیر مداخله‌ی ورزشی بر شاخص‌های مورد مطالعه عدم کنترل تغذیه‌ای (نسبت درشت مغذی‌های مصرف شده و مقدار کل کالری روزانه‌ی دریافتی) می‌باشد. حال آنکه در مطالعه حاضر، بین دو گروه تمرین تناوبی و تداومی همراه با محدودیت کالریایی در شاخص درصد چربی آزمودنی‌ها تفاوت وجود نداشت که این نتایج با مطالعات ژانگ^۲ و همکاران (۲۰۱۷)، فروتن و همکاران (۱۳۹۶) و وطنی و همکاران (۱۳۹۶) همسو است (۱۴، ۲۸، ۲۹). رحمتی و همکاران (۱۳۹۷) با مطالعه‌ی ای که بر روی ۴۰ رت نژاد ویستار انجام دادند، دریافتند که تمرین تناوبی نسبت به تمرین تداومی باعث

² Larsen

¹ Johnson

¹ Zhang



- reduction in obese young women. *Journal of diabetes research*;2017.
15. Gibson AL, Wangner D, Heyward V. *Advanced fitness Assessment and Exercise Prescription, 8E: Human kinetics*;2018.
 16. Housh TJ, Housh DJ. *Applied Exercise and Sport Physiology, With Labs: Routledge*; 2017.
 17. Ferguson B. *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription 9th Ed.* 2014. The Journal of the Canadian Chiropractic Association. 2014; 58(3): 328.
 18. Medicine ACoS. *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription: Lippincott Williams & Wilkins*; 2013.
 19. Behrad A, Askari R, Hamednia MR. The effect of high intensity interval training and circuit resistance training on respiratory function and body composition in overweight females. *Journal of Exercise Physiology and Physical Activity* 2016 ; 4(7) .[In Persian].
 20. Ghanbarzadeh M. The Effect of an Intensity Interval Training (Hit) on the Fitness and Body Composition of the Military Personnel. *Journal Mil Med.* 2017 Feb 15;18(4):367-74.
 21. Dupuit M, Rance M, Morel C, Bouillon P, Pereira B, Bonnet A, Maillard F, Duclos M, Boisseau N. Moderate-Intensity Continuous Training or High-Intensity Interval Training with or without Resistance Training for Altering Body Composition in Postmenopausal Women. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 2020 Mar 1;52(3):736-45.
 22. Gibala MJ, Little JP, Van Essen M, Wilkin GP, Burgomaster KA, Safdar A, Raha S, Tarnopolsky MA. Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *The Journal of physiology.* 2006 Sep 15;575(3):901-11.
 23. Kendrew J. *The Encyclopedia of Molecular Biology: John Wiley & Sons*; 2009.
 24. Kazemzadeh Y, Banaeifar A, Shirvani H, Gharaat A. The effect of high intensity interval training HIIT on body composition, lipid profile and insulin sensitivity in overweight young men. *Journal of Exercise Physiology and Physical Activity* 2016 .[In Persian].
 25. Ghaledari M, Bane A . Effect of 12 weeks of aerobic exercise with maximum severity of fat oxidation and calorie restriction on plasma abelin levels 36 and insulin resistance in overweight men . *Journal of Exercise Physiology and Physical Activity* 2016 .[In Persian].
 26. Emadi R, Keshavarz S, Rouzbahani R, Mardani I. The Effects of 12 Weeks of Caloric Restriction with and without Aerobic Exercise Training on Peroxidant and Antioxidants Indicators in Postmenopausal Women with Type 2 Diabetes. *Journal of Isfahan Medical School* 2015; 33(323):100-113.[In Persian].
 27. Johnson NA, Sachinwalla T, Walton DW, Smith K, Armstrong A, Thompson MW, et al. Aerobic exercise training reduces hepatic and visceral underweight, and abdominal obesity in Iranian adults. *Obesity.* 2007 Nov;15(11):2797-808.
 3. Massarrat M-S, Tahaghoghi-Mehrizi S. Iranian national health survey: a brief report. *Arch Iranian Med.* 2002;5(2):73-9.
 4. Toomey CM, Cremona A, Hughes K, Norton C, Jakeman P. A Review of Body Composition Measurement in the Assessment of Health. *Topics in Clinical Nutrition.* 2015;30(1):16-32.
 5. Thivel D, Masurier J, Baquet G, et al. High-intensity interval training in overweight and obese children and adolescents: systematic review and meta-analysis. *J Sports Med Phys Fitness.* Mar 27 2018.
 6. Taghian F, Kargarfard M, Kelishadi R. Effects of 12 Weeks Aerobic Training on Body Composition, Serum Homocysteine and CRP Levels in Obese Women. *Journal of Isfahan Medical School* 2011; 29(149):1037-1045.
 7. Drenowatz C, Hand GA, Sagner M, Shook RP, Burgess S, Blair SN. The prospective association between different types of exercise and body composition. *Medicine and science in sports and exercise.* 2015 Dec;47(12):2535.
 8. Saris W, Blair S, Van Baak M, Eaton S, Davies P, Di Pietro L, et al. How much physical activity is enough to prevent unhealthy weight gain? Outcome of the IASO 1st Stock Conference and consensus statement. *Obesity reviews.* 2003;4(2):101-14.
 9. van Aggel-Leijssen D, Saris W, Homan M, Van Baak M. The effect of exercise training on b-adrenergic stimulation of fat metabolism in obese men. *International journal of obesity and related metabolic disorders.* 2001;25:16-23.
 10. DiPietro L, Dziura J, Yeckel CW, Neuffer PD. Exercise and improved insulin sensitivity in older women: evidence of the enduring benefits of higher intensity training. *Journal of applied physiology.* 2006;100(1):142-9.
 11. Fry A, Kraemer W, Van Borselen F, Lynch J, Triplett N, Koziris L, et al. Catecholamine responses to short-term high-intensity resistance exercise overtraining. *Journal of applied physiology.* 1994;77(2):941-6.
 12. Stejskal D, Karpisek M, Hanulova Z, Svestak M. Chemerin is an independent marker of the metabolic syndrome in a caucasian population-a pilot study. *Biomedical Papers of the Medical Faculty of Palacky University in Olomouc.* 2008;152(2).
 13. Fabrício E, RossiFourie M, Gildenhuis G, Shaw I, Shaw B, Toriola A, Goon D. Effects of a mat Pilates programme on muscular strength and endurance in elderly women: exercise physiology. *African Journal for Physical Health Education, Recreation and Dance.* 2012;18(2):299-307.
 14. 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

- expression after a period of high fat diet in subcutaneous adipose tissue and the quadriceps muscle tissue of obese male rats. *SSU_Journals*. 2018 May 10;26(2):111-25.
31. Larsen S, Danielsen J, Søndergård SD, Sjøgaard D, Vigelse A, Dybbøe R, et al. The effect of high-intensity training on mitochondrial fat oxidation in skeletal muscle and subcutaneous adipose tissue. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2015;25(1):e59-e69.
 32. Burgomaster KA, Howarth KR, Phillips SM, Rakobowchuk M, MacDonald MJ, McGee SL, et al. Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. *The Journal of physiology*. 2008;586(1):151-60
 - lipids in obese individuals without weight loss. *Hepatology*. 2009;50(4):1105-12.
 28. Foroutan Y, Daneshyar S, Tadibi V, Behpoor N. Comparison of different concurrent protocols of lipid profile, insulin resistance index and some white adipose tissue hormones. *Fats in active men overweight. The Journal of Urmia University of Medical Sciences*. 2018;28(12):805-16.
 29. 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. *JRUMS*. 2018; 16 (11) :999-1012
 30. Rahmaty S, Gaeini AA, Choobineh S, Dolatshahi M. Comparing the 6 weeks of high-intensity interval and continuous training with standard diet on desnutrin and FNDC5 genes