Research on Medicine Original Article

The Quarterly journal of School of Medicine, Shahid Beheshti University of Medical Sciences 2021 ;Vol.44; No 4

Effect of tow types of high-intensity interval training with and without resistance training on lipid profiles and glucose homeostasis in overweight/obese middle-aged women

Jaleh Pashaei1*, Afshar Jafari1[2], Mohammad Reza Alivand[3]

1. Department of Sports Physiology, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran
2. Department of Sports-Molecular Physiology, Department of Biological Sciences in Sports and Health, Faculty of Sports and Health Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
3. Department of Genetics, School of Medicine, Tabriz University of Medical Sciences and Health Services, Tabriz, Iran

(Received: 2019/03/12 Accept: 2020/01/7)

Abstract

Background: *Obesity is a global challenge due to the positive energy balance. Exercise training is one of the best methods for managing obesity and related disorders. The present study was conducted to determine the effect of tow types of High-Intensity Interval Training (HIIT) alone and Combined with Resistance Training (CHRT) on lipid profiles and glucose, insulin, and insulin resistance in overweight/obese middle-aged women.*

Methods: *The present experimental research was performed on 24 middle-aged overweight/obese women divided into two homogeneous HIIT (5 days/week, n=12) and CHRT (3 days/week HIIT with 2 days/week resistance training, n=12) groups for ten weeks. The HIIT protocol consisted of alternating bouts of high-intensity exercise at %85–%80 of VO2max with active breaks at %60 of VO2max and resistance training protocol conducted to a circuit-weight training with %80-75 of -1RM. Blood samples were collected 48 hours before and after the training period, and then the data were analyzed using SPSS.*

Results: *The findings showed that the reductions of BMI and WHR were not significant in the HIIT group (p>05/0), but the percentages of body fat, cholesterol, TG, HDL, LDL, glucose, insulin and insulin resistance significantly decreased in both groups (p<05/0). WHR and lipid profiles were significantly different between the two groups (p<05/0), and the change level was greater in CHRT group.*

Conclusion: *The results of the current study showed that CHRT, through the dual effects of the compensatory mechanisms of both training methods, can better lead to weight loss and adjusted metabolic status in middle-aged overweight/obese women compared with HIIT.*

Keywords: *Overweight/obesity; High-intensity interval training; Combined training; Lipid profiles; Insulin resistance*

* *Corosponding author:Jaleh Pashaei*
E-mail: pashaei.zh@gmail.com

[Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-11-06]

پژوهش در پزشکی
فصلنامه علمی پژوهشی دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی
مقاله پژوهشی
دور ٤٤، شماره ٤، ١٣٩٩، صفحات ٥٥٤ تا ٥٦١

تاثیر دو نوع تمرین تناوبی شدید به تنهایی و همراه با تمرین مقاومتی بر نیم‌رخ لیپیدی و هومئوستاز گلوکز در زنان میان‌سال اضافه‌وزن/چاق

ژاله پاشایی[1*]، افشار جعفری[2،1]، محمدرضا علیوند[3]

۱- گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
۲- گروه فیزیولوژی ورزشی-مولکولی، گروه علوم زیستی در ورزش و تندرستی دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
۳- گروه ژنتیک، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تبریز، تبریز، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۱۲/۲۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۱۰/۱۷

چکیده:

سابقه و هدف: چاقی به‌عنوان یک چالش جهانی، ناشی از تعادل مثبت انرژی است و به‌کارگیری پروتکل‌های تمرین بدنی یکی از روش‌های مدیریت وضعیت چاقی و اختلال‌ها مرتبط است. بر این اساس، مطالعه حاضر با هدف بررسی تاثیر دو نوع تمرین تناوبی با شدت بالا (*HIIT*) به‌تنهایی و همراه با تمرین مقاومتی (ترکیبی *CHRT*) بر عوامل نیم‌رخ لیپیدی، گلوکز، انسولین و مقاومت انسولین در زنان میان‌سال مبتلا به اضافه‌وزن /چاق انجام شد.

روش کار: تحقیق به روش نیمه تجربی انجام شد. ۲۴ زن میان‌سال اضافه‌وزن /چاق به‌مدت ده هفته (پنج روز /هفته) در دو گروه همگن (۱۲ نفری) تمرین *HIIT* به‌تنهایی و ترکیبی *CHRT* (سه روز *HIIT* و دو روز تمرین مقاومتی) شرکت کردند. تمرین *HIIT* شامل وهله‌های دویدن به‌صورت پنج تکرار چهار دقیقه‌ای با ۶۰ تا ۸۵درصد Vo_2max و دو دقیقه استراحت فعال با ۶۰درصد Vo_2max بین تکرارها بود و برنامه تمرین مقاومتی نیز به‌صورت دایره‌ای و با ۸۰-۵۰درصد *1-RM* انجام شد. نمونه‌های خونی طی ۴۸ ساعت قبل و بعد از دوره تمرین، جمع‌آوری شد، سپس داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار *SPSS* تجزیه و تحلیل شد.

یافته‌ها: کاهش توده بدنی و *WHR* متعاقب پروتکل‌های تمرینی در گروه *HIIT* معنادار نبود ($P>0/05$)، درصورتی که هر دو نوع تمرین به افزایش معنادار *HDL* و کاهش معنادار درصد چربی بدنی، کلسترول، *LDL*، *HDL*، *TG*، گلوکز، انسولین و مقاومت به انسولین منجر شدند که مقادیر فاکتورهای *WHR* و نیم‌رخ لیپیدی میان دو گروه تفاوت معناداری داشتند ($P>0/05$) و میزان تغییر در گروه *CHRT* بیشتر بود.

نتیجه‌گیری: انجام تمرین *CHRT*، به‌دلیل اعمال تاثیر مضاعف ناشی از سازوکارهای جبرانی هر دو روش تمرینی، به‌نحو مطلوب‌تری می‌تواند به کاهش وزن و تعدیل عوامل متابولیکی در زنان میان‌سال اضافه‌وزن /چاق منجر شود.

واژگان کلیدی: اضافه‌وزن /چاقی، تمرین تناوبی شدید، تمرین ترکیبی، نیم‌رخ لیپیدی و مقاومت انسولین

مقدمه:

درسه دهه اخیر، اضافه‌وزن/چاقی یا تجمع چربی اضافی ناشی از تعادل مثبت کالری روزانه (دریافت مواد غذایی اضافی همراه با کم‌تحرکی)، به‌عنوان یک مشکل سلامتی همه‌گیر، سبب افزایش خطر ابتلا به برخی بیماری‌های مزمن مانند: بیماری‌های قلبی- عروقی، آترواسکلروز، سندروم متابولیک و دیابت نوع ۲ شده است[۱]. به‌عبارتی، تجمع چربی اضافی به‌ویژه چربی احشایی، با برهم‌زدن هومئوستاز هورمونی‌ت متابولیک (افزایش قند، انسولین و اختلال در نیم‌رخ لیپیدی گردش خون) ممکن است به‌طور مستقیم و غیرمستقیم سبب فعال شدن مسیرهای پیام‌رسانی مسئول فرآیندهای آتروژنیکی درگیر در بروز بیماری‌های قلبی-عروقی شود[۲].

از طرفی، انجام انواع فعالیت‌های بدنی منظم می‌تواند به‌عنوان ابزار درمانی غیردارویی در پیشگیری و درمان چاقی و اختلال‌های مرتبط با آن موثر واقع شود. نتایج مطالعه‌های اخیر، بر اثربخشی تمرین‌های تناوبی شدید (HIIT)[1] بر جنبه‌های مختلف زیستی اشاره دارد و از فواید آن می‌توان به بهبود عواملی مانند: آمادگی هوازی و بی‌هوازی، عوامل قلبی- عروقی، نیم‌رخ لیپیدی، کاهش وزن، حفظ توده عضلانی، افزایش بیوژنز میتوکندریایی، GLUT-4 و حساسیت انسولین اشاره کرد[۳]. البته، نتایج برخی از مطالعه‌ها حاکی از نبود تاثیر این نوع تمرین‌ها بر عوامل متابولیکی به‌ویژه مقاومت به انسولین هستند[۴،۵،۶،۷] که برخی این موضوع را ناشی از انجام تمرین به‌صورت سه جلسه در هفته دانسته‌اند[۴،۷]. به‌علاوه، با توجه

1 High-intensity interval training

نویسنده مسئول: ژاله پاشایی
پست الکترونیک: pashaei.zh@gmail.com

[Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-11-06]

به نقش سایتوکاین‌ها در مقاومت انسولین، نتایج برخی از مطالعه‌ها حاکی است که پاسخ سایتوکاین‌های التهابی متعاقب تمرین‌های HIIT غیرمعنادار است[۸،۹]. برخی دیگر، حتی به تداخل‌های سازوکارهای بیان پروتئین عضلانی (مانند: AMPK و 4E-Bp1) اشاره دارند[۱۰]. از طرفی برخی محققان ادعا کرده‌اند، انجام تمرین مقاومتی به‌تنهایی و یا در ترکیب با سایر مداخله‌های ورزشی می‌تواند سبب کاهش توده چربی بدنی و همچنین نیم‌رخ لیپیدی و حساسیت انسولین شود[۱۱،۱۲]. این نوع تمرین‌ها از طریق افزایش توده عضلانی تاثیر مثبتی بر مصرف انرژی بالا و مقاومت انسولین دارد، همچنین از طریق کاهش سنتز اسیدهای چرب و تحریک اکسیداسیون لیپید منجر به پیشرفت متابولیسم چربی می‌شود[۱۱]. با این‌حال، براساس نتایج تحقیق‌ها و توصیه‌های سازمان بهداشت جهانی (WHO)[۲] انجام تمرین‌های ترکیبی (استقامتی و مقاومتی) برای حفظ یا بهبود سلامتی افراد اضافه‌وزن/چاق اثربخشی بالاتری دارد[۱۳]. در صورتی‌که، نتایج متناقضی در این زمینه گزارش شده است [۱۲،۱۴،۱۵،۱۶]. با این وجود، اطلاعات محدودی در زمینه تاثیر تمرین HIIT در ترکیب با تمرین‌های مقاومتی وجود دارد. از آنجاکه واکنش نیم‌رخ لیپیدی و هومئوستاز گلوکز به نوع تمرین، شدت، مدت هر جلسه تمرینی و تعداد جلسه‌های هفتگی بستگی دارد[۱۷] و با توجه به این‌که در روند طبیعی افزایش سن به‌دلیل هم‌زمانی کاهش فعالیت جسمانی، کاهش توده عضلانی و افزایش توده چربی بدن احتمال اختلال‌های لیپیدی و مقاومت به انسولین در افراد با سن بالاتر به‌ویژه در زنان میان‌سال و پس از یائسگی افزایش می‌یابد، بنابراین تحقیق حاضر در سال ۱۳۹۶، به‌منظور تعیین تأثیر دو نوع تمرین HIIT به‌تنهایی و به همراه تمرین‌های مقاومتی (ترکیبی CHRT[۳]) بر نیم‌رخ لیپیدی، گلوکز، انسولین و مقاومت انسولین در زنان میان‌سال مبتلا به اضافه‌وزن/چاقی در دانشگاه تبریز انجام شد.

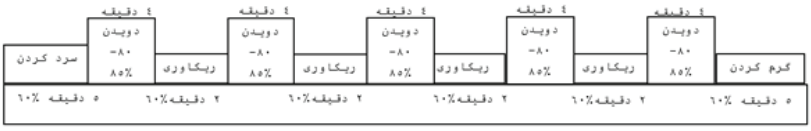
مواد و روش‌ها:

تحقیق حاضر پس از اخذ مجوز اخلاق در پژوهش از کمیته منطقه‌ای دانشگاه علوم پزشکی تبریز و دریافت کد کارآزمایی بالینی (IR.TBZMED.REC.1396.485)، در قالب طرح‌های نیمه‌تجربی دوگروهی پیش‌آزمون-پس‌آزمون انجام شد. جامعه آماری تحقیق حاضر شامل زنان سالم میان‌سال (با دامنه سنی ۳۵ تا ۵۰ سال)، غیرفعال، غیرسیگاری و غیرالکلی، مبتلا به اضافه‌وزن/چاقی (BMI>25) بودند. معیارهای ورود آزمودنی‌ها به تحقیق شامل: ۱) مبتلا نبودن به بیماری‌های متابولیکی و قلبی- عروقی، ناهنجاری‌های عضلانی- اسکلتی، نداشتن هر گونه سابقه بیماری و عمل جراحی که نتایج تحقیق حاضر را دست‌خوش تغییر قرار دهد، ۲) مصرف نکردن مکمل (مانند: ویتامین‌ها، ضداکسایندها، پروتئین، کراتین و ...) و مصرف نکردن منظم داروهای OTC[۴] حاوی کافئین به‌مدت شش هفته قبل از شروع و هنگام اجرای پروتکل تحقیق، ۳) شرکت نکردن منظم در تمرین‌های ورزشی خاص بود. در ابتدا روش اجرای تمامی مراحل و بروز خطرهای احتمالی و فواید ناشی از پروتکل تمرینی به آزمودنی‌ها توضیح داده شد، سپس آزمودنی‌های داوطلب فرم رضایت آگاهانه برای شرکت در مطالعه را امضا کردند. در اجرای پروتکل تحقیق نیز چنانچه آزمودنی‌ها به هر دلیلی تمایل به ادامه همکاری نداشتند، می‌توانستند از پژوهش انصراف دهند و احتمال این وجود داشت که توسط پزشک‌یار از پژوهش کنار گذاشته شوند. پس از انجام ارزیابی‌های اولیه، از بین داوطلبان، ۲۴ نفر انتخاب و به‌صورت تصادفی در دو گروه همگن ۱۲ نفری: تمرین HIIT به‌تنهایی و در ترکیب با تمرین مقاومتی (CHRT) جایگزین شدند(جدول۱). همگن‌سازی گروه‌ها توسط شاخص‌های BMI، درصد چربی بدنی و توان هوازی انجام شد. اندازه‌گیری درصد چربی بدنی با استفاده از ضخامت چین پوستی و کالیپر و با بهره‌گیری از روش سه نقطه‌ای (سه سر بازو، فوق خاصره، ران) جکسون و پولاک انجام شد(۱۸). یک هفته قبل از شروع تمرین‌ها، میزان قدرت گروه‌های عضلانی و توان هوازی بیشینه (VO_2max) به‌ترتیب با استفاده از آزمون‌های 1-RM[۵] و نوارگردان Bruce برآورد شد.

پروتکل‌های تمرین:

تمامی آزمودنی‌ها، پس از دو هفته دوره آماده‌سازی، به‌مدت ده هفته (پنج جلسه در هفته) در تمامی جلسه‌های تمرینی مبتنی بر جدیدترین دستورالعمل‌های تجویز شده برای حفظ سلامتی شرکت داشتند[۱۹]. طی دو هفته دوره آماده‌سازی، برنامه تمرینی برای هر دو گروه نیز با هزینه کالریک ۲ کیلوکالری/کیلوگرم/روز شروع شد و تا هفته دوم در هر جلسه به میزان ۰/۵ کیلوکالری/کیلوگرم/روز به هزینه کالری تمرینی افزوده شد. در دوره اصلی تمرینی، در هفته سه تا ۱۰ هزینه کالری تمرینی در میزان شش کیلوکالری/کیلوگرم/روز ثابت باقی ماند. میانگین کالری دریافتی آزمودنی‌ها از طریق رژیم غذایی در هر دو گروه تمرین تقریباً ۲۰۰۰ کیلوکالری/کیلوگرم/روز برآورد شد.

جلسه‌های تمرینی HIIT شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن (دویدن با شدت ۶۰درصد VO_2max و حرکت‌های کششی پویا)، وهله‌های دویدن به‌صورت پنج تکرار چهار دقیقه‌ای با شدت۶۰ تا۸۰ درصد VO2max طی دو هفته آماده سازی و شدت ۸۵-۸۰درصد VO_2max و دو دقیقه استراحت فعال با ۶۰درصد VO_2max بین تکرارها بود(شکل ۱). شدت تمرین با استفاده از دستگاه ضربان‌سنج پولار (Polar Pacer, Lake Success, NY, USA) کنترل می‌شد. جلسه‌های تمرینی CHRT شامل سه جلسه/هفته تمرین HIIT (مطابق پروتکل توضیح داده شده) و دو جلسه/هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای (هشت حرکت پرس پا، پرس سینه، جلوپا سیم‌کش، بالاسینه، زیربغل پارویی سیم‌کش، پشت پا سیم‌کش، زیربغل دست باز سیم‌کش



شکل۱. طرح هشت هفته تمرین HIIT برای زنان میان‌سال (تعداد: ۲۴ نفر)

و ساق پا) بود. برنامه تمرینی مقاومتی طی دو هفته آماده سازی شامل: سه نوبت ۱۰ تا ۱۲ تایی با ۵۰ تا۶۰ % ۱-RM و هفتهچهارم و دهم شامل: ۳ نوبت ۱۰ تا ۱۲ تایی هفته سوم سه نوبت ۸ تا ۱۰ تایی با ۸۰-۷۵درصد 1-RM بود. مدت استراحت میان نوبت‌ها و ایستگاه‌ها، به‌ترتیب ۹۰ ثانیه و ۱۲۰ ثانیه بود. قبل از شروع حرکت هر ایستگاه یک نوبت گرم کردن (۱۰ تایی با شدت۵۰درصد 1-RM و ۶۰ ثانیه استراحت) انجام شد.

شنبه	یکشنبه	دوشنبه	سه شنبه	چهارشنبه	پنج شنبه	جمعه
HIIT	CHRT	HIIT	------	HIIT	CHRT	------

شکل۲. طرح هشت هفته تمرین CHRT برای زنان میان‌سال (تعداد: ۲۴ نفر)

نحوه جمع‌آوری نمونه‌های خونی و ارزیابی عوامل بیوشیمیایی:

نمونه‌های خونی در ۴۸ ساعت قبل و بعد از آخرین جلسه دوره تمرینی (قبل و پس از هشت هفته تمرین) به‌صورت ناشتا از آزمودنی‌ها تهیه شد. آزمودنی‌ها برای خون‌گیری حدود ساعت ۷:۳۰ تا ۸ صبح در آزمایشگاه حضور یافتند و خون محیطی از ورید آنتی‌کوبیتال به‌روش استاندارد تهیه شد و تمامی مراحل ارزیابی نیز تحت شرایط استاندارد (دمای ۲۶-۲۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۵۵-۵۰درصد) انجام شد. کلسترول، HDL، TG و LDL به‌روش کالری‌متری، کیت شرکت پارس آزمون و با دستگاه Hitachi 912 (کمپانی Roche، ساخت کشور آلمان) ارزیابی شد. میزان گلوکز ناشتا با استفاده از روش آنزیماتیک توسط دستگاه اتوآنالایزر و کیت پارس آزمون و میزان انسولین سرمی نیز با استفاده از روش الایزا و کیت پارس آزمون اندازه‌گیری شد، شاخص مقاومت به انسولین با استفاده از فرمول HOMA-IR براساس حاصل‌ضرب غلظت قند ناشتا (mmol/l) در غلظت انسولین

2 World health organisation
3 Combined with resistance training
4 Over-the-counter
5 One-repetition maximum test

[Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-11-06]

جدول ۱. میزان شاخص‌های آنتروپومتریک برحسب زمان بررسی و به تفکیک گروه‌ها

	متغیرها	سن	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	WHR	BMI (کیلوگرم بر متر مربع)	VO_2max (میلی‌لیتر/ کیلوگرم/ دقیقه)	میانگین1RM (کیلوگرم)	درصد چربی بدنی
گروه HIIT	پیش‌آزمون	۴۳/۴±۹/۵	۱۵۶/۷±۳/۶	۷۲/۵±۸/۴	۰/۹±۰/۰۶	۲۹/۵±۳/۷	۳۰/۶±۹/۹	۲۷/۲±۲/۴	۴۲/۹±۳/۴
	پس‌آزمون	-------	-------	۷۲/۰±۸/۱	۰/۹±۰/۰۷	۲۹/۴±۳/۶	۴۳/۵±۶/۲	۲۹/۹±۲/۸	۳۵/۵±۳/۵
	P درون‌گروهی	-------	-------	P>۰/۰۵	P>۰/۰۵	P>۰/۰۵	p<۰/۰۰۱	P=۰/۰۰۱	p<۰/۰۰۱
گروه CHRT	پیش‌آزمون	۴۴/۳±۴/۷	۱۵۷/۳±۵/۲	۷۴/۲±۷/۹	۰/۹۰±۰/۰۵	۳۰±۲/۵	۳۳/۷±۷/۹	۲۹/۵±۵/۶	۴۳/۷±۲/۵
	پس‌آزمون	-------	-------	۷۳/۲±۸/۱	۰/۹±۰/۰۶	۲۹/۵±۲/۵	۴۴/۳±۸/۵	۴۰/۲±۵/۹	۳۶/۹±۳/۴
	P درون‌گروهی	-------	-------	P=۰/۰۲	p<۰/۰۰۱	P=۰/۰۲	p<۰/۰۰۱	p<۰/۰۰۱	p<۰/۰۰۱
	P برون‌گروهی	-------	-------	P>۰/۰۵	p<۰/۰۰۱	P>۰/۰۵	P>۰/۰۵	p<۰/۰۰۱	P>۰/۰۵

ناشتا (µl/ml)تقسیم بر عدد ثابت ۲۲/۵، محاسبه شد(۲۰).

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها:

تجزیه و تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده در نرم‌افزار اکسل ۲۰۱۳، به‌صورت میانگین ± انحراف معیار (M ± SD) و با استفاده از نرم‌افزار اس.پی.اس.اس[6] (23, SPSS/IBM, Chicago, IL, USA) در سطح معناداری برابر و کمتر از پنج درصد انجام شد. وضعیت طبیعی داده‌ها و تفاوت‌های درون گروهی و بین‌گروهی به‌ترتیب با استفاده از آزمون‌های شاپیرو ویلک، تی تست زوجی و مستقل تعیین شد. برای محاسبه درصد تغییر بعد از دوره تمرین‌ها نسبت به قبل از تمرین از فرمول {(pos-pre)/pre}×100 استفاده شد.

یافته‌ها:

نتایج داده‌ها، به نبود تفاوت معنادار بین‌گروهی تمامی شاخص‌های مورد مطالعه در ابتدای دوره تحقیق اشاره داشت. در انتهای دوره تحقیق، تجزیه و تحلیل آماری

جدول ۲. میزان شاخص‌های گلوکز و چربی برحسب زمان بررسی و به تفکیک گروه‌ها

متغیرها	گروه HIIT				گروه CHRT				
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	درصد تغییرات	Pدرون گروهی	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	درصد تغییرات	Pدرون گروهی	Pبرون گروهی
کلسترول (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	۱۹۹ ±۱۰/۴	۱۸۲/۰±۲۷/۴ ≠*،	-٪۴/۴	P=۰/۰۵	۲۰۰ /۹±۹/۹	*، ≠ ۱۷۱/۲±۳۰/۹	-۱۴%/۵	p<۰/۰۰۱	P=۰/۰۴
تری‌گلیسرید (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	۱۶۸/۴± ۱۳	*، ۱۶۰/۴±۱۳/ ۷≠	-۴%/۸	p<۰/۰۰۱	۱۶۸ /۹±۱۱/۷	*،≠ ۱۴۷/۲±۱۰/۶	-۱۲%/۹	p<۰/۰۰۱	p<۰/۰۰۱
HDL (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	۳۲ ±۵/ ۱	۳۴ /۳±۵/ ۳≠*،	۷%/۱	P=۰/۰۱	۳۳ /۸±۴/ ۰	*،≠ ۴۰/۶±۵/۸	۲۲%/۱	P=۰/۰۰۱	P=۰/۰۰۹
LDL (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	۱۳۸±۱۰/۴	۱۲۸/۴±۹/۳ ≠*،	-۶%/۵	p<۰/۰۰۱	۱۳۲ /۹±۹/۶	≠،* ۱۰۱/۰±۳۳/۷	-۲۴%	P=۰/۰۰۷	P=۰/۰۴
گلوکز	۹۸±۳/۸	۹۴*/۶±۳/۸	-۳%/۱	P=۰/۰۱	۹۸/۸±۵	* ۹۵/۸±۴/۶	-۱۴%/۵	P=۰/۰۱	P>۰/۰۵
انسولین	۵/۰±۱/۷	۴*/۱±۱/۶	-۱۷%/۶	P=۰/۰۰۱	۴/۰±۱/۹	* ۳/۰±۱/۶	-۲۰%/۷	P=۰/۰۲	P>۰/۰۵
شاخص مقاومت به انسولین HOMA-IR	۱/۳±۰/۳	۱*/۰±۰/۳	-۲۵%/۱	p<۰/۰۰۱	۱/۴±۰/۳	* ۱/۰±۰/۳	-۲۰%/۵	P=۰/۰۲	P>۰/۰۵

*نشان‌دهنده وجود تفاوت معنادار (P>۰/۰۵) درون‌گروهی، # نشان‌دهنده وجود تفاوت معنادار (P>۰/۰۵) بین‌گروهی است. پروتکل HIIT شامل تمرین‌های شدید تناوبی و پروتکل CHRT ترکیبی از تمرین‌های شدید تناوبی همراه با تمرین‌های مقاومتی است.

6 SPSS

[Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-11-06]

فاکتورهای آنتروپومتریکی نشان داد که پس از مداخله ده هفته‌ای تمرین بدنی هر سه فاکتور وزن بدنی، شاخص توده بدنی و درصد چربی بدنی کاهش یافت. در گروه تمرینی HIIT، تنها درصد چربی بدنی کاهش معناداری نشان داد(جدول ۱). در صورتی‌که میزان کاهش وزن بدنی و شاخص توده بدنی تنها در گروه CHRT معنادار بود. فاکتورهای VO_2max و میانگین 1RM در هر دو گروه شرکت‌کننده نیز افزایش معنادار یافت. تغییر مقادیر WHR و 1RM بین دو گروه تفاوت معناداری داشت به‌طوری‌که میزان کاهش WHR و میزان افزایش 1RM در گروه CHRT بیشتر بود. پروتکل HIIT شامل تمرین‌های شدید تناوبی و پروتکل CHRT ترکیبی از تمرین‌های شدید تناوبی همراه با تمرین‌های مقاومتی است.

همچنین بین میانگین داده‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون نیم‌رخ لیپیدی: کلسترول، تری‌گلیسرید، HDL، LDL و گلوکز، انسولین و مقاومت به انسولین در هر دو گروه تمرینی اختلاف معناداری وجود داشت (جدول ۲) و تفاوت معناداری میان مقادیر نیم‌رخ لیپیدی میان دو گروه مشاهده شد به‌طوری‌که میزان تغییر در گروه CHRT بیشتر بود.

بحث و نتیجه‌گیری:

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که ده هفته تمرین HIIT و CHRT به کاهش درصد چربی بدن، کلسترول، TG، LDL، گلوکز، انسولین و شاخص HOMA-IR و افزایش VO_2max، HDL و 1RM منجر می‌شود در صورتی‌که کاهش BMI، وزن بدن و WHR تنها در گروه تمرین CHRT معنادار بود. نتایج حاصل در زمینه تاثیر تمرین بر فاکتورهای مذکور با نتایج برخی تحقیق‌ها همسو است[۲۱،۲۲،۲۳،۲۴]. بنا به پیشنهادKesslerr (۲۰۱۲) حداقل هشت هفته تمرین مورد نیاز است تا مقادیر پروفایل چربی و هومئوستاز گلوکز تغییر یابند[۲۱]. zaer ghodsi و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند هشت هفته تمرین HIIT به‌صورت سه جلسه در هفته ۱۰ وهله دویدن روی تردمیل به‌مدت ۱۵ ثانیه با سرعت بیشینه و ۳۰ ثانیه ریکاوری بین وهله‌ها در زنان غیرفعال به کاهش معنادار LDL، کلسترول، درصد چربی و افزایش معنادار HDL منجر می‌شود[۲۲]. اسماعیلی و همکاران (۱۳۹۷) مشاهده کردند که هشت هفته تمرین ترکیبی (هوازی- مقاومتی) به‌صورت سه روز در هفته در زنان دیابتی به افزایش میزان قدرت و VO_2max و کاهش میزان گلوکز، مقاومت انسولین، درصد چربی، وزن بدن و WHR منجر شد[۲۳]. ouerghi و همکاران (۲۰۱۷) نشان داده‌اند که هشت هفته تمرین HIIT (سه جلسه در هفته، ۱۰ وهله ۳۰ ثانیه‌ای دویدن با ۱۱۰-۱۰۰درصد سرعت بیشینه و ۳۰ ثانیه ریکاوری فعال با ۵۰درصد سرعت بیشینه) به کاهش نیم‌رخ لیپیدی و مقاومت انسولین منجر می‌شود[۲۴]. در صورتی‌که شعبانی و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند هشت هفته تمرین ترکیبی (سه جلسه در هفته به‌مدت ۳۰ دقیقه تمرین مقاومتی با ۸۰-۵۰درصد 1RM و تمرین هوازی با ۸۰-۵۰درصد HRmax) در زنان اضافه وزن/چاق هیچ تاثیری بر مقادیر گلوکز، انسولین، مقاومت به انسولین، پروفایل چربی، BMI و وزن بدن نداشت[۱۶].Malmivara و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند هشت هفته تمرین HIIT (۱۰-۸ وهله یک دقیقه‌ای دویدن زیربیشینه با وهله‌های ریکاوری ۳۰ ثانیه‌ای) هیچ تاثیری بر نیم‌رخ لیپیدی، گلوکز و مقاومت انسولین نداشت و فقط به کاهش میزان گلوکز منجر شد[۴]. در تمرین‌های طولانی‌تر نیز نتایج متناقضی گزارش شده است. khammassi و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند که به‌دنبال ۱۲ هفته تمرین HIIT (سه وهله با ۹-۵ تکرار، هر تکرار شامل ۳۰ ثانیه دویدن با ۱۰۰درصد توان بیشینه و ۳۰ ثانیه ریکاوری فعال با ۵۰درصد توان بیشینه) مقادیر HDL و LDL در افراد اضافه وزن/چاق تغییر نکرد، ولی کلسترول و TG تغییر معناداری نشان داد [۵]. سرمدیان و همکاران (۱۳۹۵)گزارش کردند که ۱۰ هفته تمرین ترکیبی فعالیت هوازی (۷۵-۶۵درصد HRmax) و مقاومتی (۶۵-۵۵درصد 1RM) به‌دلیل عدم کفایت شدت و مدت تمرین بر ترکیب بدنی، پروفایل چربی و شاخص‌های سندرم متابولیک در زنان اضافه وزن/چاق تاثیری نداشت[۱۵]. Avigdor و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که ۱۴ هفته تمرین HIIT (چهار وهله ۶۰-۳۰ ثانیه‌ای با ۹۰-۷۵درصد ضربان قلب ذخیره و با وهله‌های استراحت ۲۱۰-۱۸۰ ثانیه‌ای با ۵۰درصد ضربان قلب ذخیره و سه جلسه در هفته) در افراد اضافه وزن/چاق به عدم تغییر وزن بدن و مقاومت انسولین منجر شد[۷]. دلیل ناهمسو بودن نتایج پژوهش‌ها با تحقیق حاضر به تفاوت در نوع تمرین‌های انجام شده، تعداد جلسه‌های تمرینی هفتگی، شدت و مدت تمرین‌ها مربوط است. به‌نظر می‌رسد برای کسب تاثیر مطلوب تمرین بدنی برای افراد اضافه‌وزن/چاق، انجام تمرین HIIT به‌صورت پنج وهله با شدت۸۰ تا ۸۵درصد VO_2max در ترکیب با تمرین مقاومتی با شدت ۷۵ تا ۸۰درصد 1RM مطلوب باشد.

افزایش میزان لیپید در وضعیت چاقی می‌تواند از طریق افزایش مقاومت انسولین میزان گلوکز خون را افزایش دهد، در صورتی‌که تمرین بدنی از طریق بهبود وضعیت چربی بدن به کاهش تولید گلوکز کبدی، افزایش ترشح انسولین از پانکراس و کاهش مقاومت به انسولین منجر می‌شود[۲۵]. مکانیزم بیولوژیکی که به احتمال می‌تواند سبب بهبود پروفایل چربی به‌همراه تمرین شود، پیچیده است. افزایش آنزیم‌های لیپوپروتئین لیپاز (LPL) و لسیتین کلسترول آسیل ترانسفراز (L-CAT)[۷]، کاهش کلسترول استر ترانسفر پروتئین (CETP)[۸] و لیپاز کبدی تری‌گلیسرید نقش مهمی در تغییر غلظت فاکتورهای لیپیدی ایفا می‌کنند و توانایی عضله را برای اکسیداسیون اسید چرب و کاهش تری‌گلیسرید افزایش می‌دهند [۲۶]. دلیل احتمالی افزایش HDL، افزایش تولید آن توسط کبد در پی تغییر فعالیت آنزیم LPL و کاهش لیپاز کبدی به‌دنبال فعالیت بدنی است. افزایش آنزیم LPL سبب لیپولیز و رهایی اسیدهای چرب تجزیه شده از TG بافت چربی و عضلانی و گردش خون شده و در کل کاتابولیسم TG و لیپوپروتئین‌های غنی از TG را افزایش و برداشت TG از جریان خون را تسهیل می‌کند، در این‌صورت قشر مازاد چربی (کلسترول آزاد و فسفولیپید) به HDL منتقل شده و سبب افزایش آن می‌شود. از سوی دیگر، افزایش فعالیتLCAT ناشی از فعالیت بدنی نیز سبب تغذیه ذرات HDL می‌شود. CETP مسئولیت حمل چربی‌ها را در مولکول HDL-c و سایر لیپوپروتئین‌ها بر عهده دارد که بعد از تمرین کاهش می‌یابد و کاهش CETP مجوزی برای کندسازی کاتابولیسم HDL (افزایش نیمه عمر) است. چنین به‌نظر می‌رسد که با کاهش فعالیت CETP بر اثر اجرای فعالیت بدنی، تبدیل HDL-c به LDL-c کاهش می‌یابد؛ در نتیجه به افزایش میزانHDL-c و کاهش میزان LDL-c منجر می‌شود[۲۶]. از سوی دیگر نشان داده شده است که طی فعالیت ورزشی و بعد از آن، میزان انسولین کاهش می‌یابد و یکی از عواملی که کلسترول را دستخوش تغییر و تحول قرار می‌دهد، میزان انسولین گردش خون است[۲۷]. سازوکار احتمالی این پدیده به نفوذپذیری غشا به گلوکز، افزایش تعداد ناقل‌های گلوکز در غشای پلاسمایی (GLUT4)، افزایش بیان ژنی یا فعالیت پروتئین‌های مختلف درگیر در آبشار پیام‌رسانی انسولین، افزایش دانسیته مویرگی، افزایش فعالیت گلیکوژن سنتتاز در انقباض عضلانی و در نهایت افزایش ذخیره‌سازی گلیکوژن برمی‌گردد[۲۸]. همزمان با کاهش انسولین، ترشح گلوکاگون نیز افزایش می‌یابد که روند لیپولیز را تسریع می‌بخشد. انسولین به‌عنوان مهم‌ترین تنظیم‌کننده سطح گلوکز خون، سنتز لیپید، پروتئین و گلیکوژن در بافت‌های مختلف چربی، عضلانی و کبدی را تحریک کرده و روند تجزیه گلیکوژن، لیپید و پروتئین را مهار می‌کند[۲۷].

تمرین HIIT ممکن است از طریق کاهش تجمع تری‌گلیسرید درون‌سلولی و افزایش اکسیداسیون اسید چرب، به افزایش پیام‌رسانی انسولین و فعالیت انسولین منجر شود[۲۹]. سازوکار اثر تمرین HIIT بر هومئوستاز گلوکز و عمل انسولین تا حدود زیادی به عملکرد عضلات اسکلتی نیز بر می‌گردد. عضلات اسکلتی اصلی‌ترین جایگاه مصرف گلوکز هستند، انقباض در عضلات اسکلتی دارای نقش شبه انسولینی بوده و سبب می‌شود تا مقدار زیادی گلوکز به درون سلول وارد شده و صرف تولید انرژی شود[۲۸]. در فعالیت‌های ورزشی شدید (۸۰درصد <VO_2max) گلوکز به‌عنوان سوخت منحصر به فرد عضله محسوب می‌شود، به‌طوری‌که تمامی تارهای عضلانی به‌کار گرفته شده در HIIT پس از تمرین ذخایر گلوکزشان تخلیه می‌شود که به افزایش فعالیت آنزیم‌های درگیر در افزایش فعالیت پروتئین انتقال دهنده GLUT4 منجر می‌شود و در نتیجه افزایش جابه‌جایی و در دسترس قرارگیری GLUT4 را سبب می‌شود[۳۰]. تمرین HIIT به افزایش محتوی میتوکندریایی منجر می‌شود، افزایش سریع در عملکرد میتوکندریایی عضله اسکلتی به‌دنبال

7 Lecithin-Cholesterol Acyltransferase

8 Cholesteryl ester transfer protein

[Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-11-06]

تمرین HIIT با افزایش ظرفیت اکسایشی عضله در ارتباط است که به افزایش اکسیداسیون چربی منجر می‌شود و از آنجاکه کاهش ظرفیت میتوکندری در عضلات اسکلتی در مقاومت به انسولین نقش دارد و ظرفیت اکسیداتیو عضله به‌عنوان فاکتور پیش‌بینی‌کننده معنادار حساسیت به انسولین است، ممکن است فاکتور موثر در کاهش مقاومت به انسولین و بهبود کنترل گلوکز خون باشد[۳۱]. هم‌چنین فعالیت ورزشی به‌واسطه کاهش توده چربی و وزن بدن، مقاومت به انسولین را تعدیل می‌کند[۳۲]. در صورتی‌که در تحقیق حاضر با وجود کاهش پروفایل چربی و مقاومت انسولین، عدم کاهش وزن در گروه تمرینی HIIT دیده شد. نتایج تحقیق‌ها بیان‌گر این است که تمرین HIIT از توانایی لازم برای تحریک سازوکارهای متابولیکی درگیر در کاهش وزن برخوردار است [۶،۱۶،۲۳]. اگرچه کاهش وزن به‌میزان زیادی با کاهش اختلال‌های متابولیکی در ارتباط است، اما منعکس‌کننده تغییر در ترکیب بدنی نیست؛ تمرین HIIT حتی با وجود تغییر نکردن وزن بدن، به کاهش توده چربی بدنی حدود ۳-۱ کیلوگرم منجر می‌شود [۳۳]. برخی از تحقیق‌ها نیز بیانگر تاثیر مطلوب تمرین‌ها بر ترکیب بدنی، نیم‌رخ لیپیدی و هومئوستاز گلوکز بدون کاهش وزن بوده‌اند[۳۴،۳۵،۳۶، ۲۱]. که این موضوع همسو با نتیجه تحقیق حاضر در زمینه تاثیر مطلوب تمرین HIIT بر فاکتورهای چربی و هومئوستاز گلوکز بدون کاهش وزن است. مطالعه انجام شده توسط keating و همکاران (۲۰۱۴) نشان داد که به‌دنبال ۱۲ هفته تمرین HIIT (سه جلسه در هفته با ۶-۴ وهله رکاب‌زنی: ۶۰-۳۰ ثانیه با ۱۲۰درصد Vo2peak و ۱۸۰-۱۲۰ ثانیه ریکاوری فعال)، کلسترول و LDL افراد دارای اضافه وزن کاهش معناداری یافت بدون این‌که هیچ‌گونه کاهش معناداری در توده بدنی، TG، HDL ، انسولین و گلوکز رخ دهد[۳۷]. Almenning و همکاران (۲۰۱۵) به‌دنبال ۱۰ هفته تمرین HIIT (سه جلسه در هفته: دو جلسه شامل چهار وهله چهار دقیقه‌ای و یک جلسه شامل ۱۰ وهله یک دقیقه‌ای با شدت بیشینه) و مقاومتی در زنان پلی‌کیستیک نشان داد که با وجود تغییر نکردن وزن بدن، درصد چربی بدن و مقاومت انسولین در هر دو گروه نیز کاهش یافت[۳۴]. غفاری و همکاران (۲۰۱۷) هشت هفته تمرین HIIT (سه جلسه در هفته، ۱۰-۴ تکرار آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه) و تمرین ترکیبی (سه جلسه استقامتی و دو جلسه مقاومتی) در زنان مبتلا به دیابت منجر به کاهش انسولین و مقاومت به انسولین، WHR و درصد چربی بدنی در هر دو گروه شد در صورتی‌که کاهش گلوکز تنها در گروه HIIT و کاهش وزن نیز فقط در گروه ترکیبی دیده شد[۳۵]. عابدی و همکاران (۱۳۹۵) نشان دادند که هشت هفته تمرین HIIT (۶-۴ وهله ۳۰ ثانیه‌ای با شدت ۲۵۰درصد و وهله‌های ریکاوری چهار دقیقه‌ای روی چرخ کارسنج، سه جلسه در هفته) به تغییر نکردن وزن و BMI منجر شد در صورتی‌که تاثیر مثبتی بر مقاومت انسولین و درصد چربی بدن زنان دیابت نوع ۲ داشت[۳۶].

دو متاآنالیز در افراد چاق و بیماران دیابت نوع ۲ آشکار کرده است که تمرین ترکیبی در مقایسه با تمرین مقاومتی و هوازی به‌تنهایی بهترین روش برای بهبود شاخص‌های آنتروپومتریکی چاقی[۳۸] کنترل گلایسمیک و فاکتورهای لیپیدی[۳۹] است. بعضی از محققان نیز ادعا می‌کنند که تمرین‌های ترکیبی در مقایسه با هر یک از تمرین‌ها به‌تنهایی می‌تواند مزایای بیشتری در زمینه شاخص‌های چربی و مقاومت انسولین ایجاد کند[۱۲،۱۴]. در مقابل محققانی نیز نتایج متناقضی نشان داده‌اند[۱۵،۱۶]. با این وجود در مطالعه‌های انجام شده تاثیر تمرین‌های هوازی از نوع تداومی در ترکیب با تمرین‌های مقاومتی مورد توجه محققان بوده است و با توجه به این‌که به تازگی تمرین HIIT به‌عنوان تمرین کارآمد مطرح شده است، ولی تاکنون تاثیر تمرین‌های HIIT به‌تنهایی و در ترکیب با تمرین‌های مقاومتی بر فاکتورهای نیم‌رخ لیپیدی و گلوکز مورد مطالعه قرار نگرفته است. در تحقیق حاضر نیز نشان داده شد در گروه تمرینی CHRT علاوه بر پاسخ متابولیکی ذکر شده ناشی از تمرین HIIT، افزودن تمرین مقاومتی می‌تواند بر تاثیر مطلوب تمرین بیفزاید. به‌نظر می‌رسد تمرین‌های ترکیبی برخلاف تمرین‌های مقاومتی صرف، سبب فعالیت بیشترآنزیم لیپوپروتئین لیپاز می‌شوند[۴۰]. تمرین مقاومتی از طریق کاهش سنتز اسیدهای چرب آزاد، افزایش جذب اسید چرب آزاد توسط عضله اسکلتی طی انقباض عضلانی و تحریک اکسیداسیون چربی متابولیسم لیپید را بهبود می‌بخشد[۱۱]، همچنین می‌تواند از طریق افزایش توده عضلانی بدن به افزایش انرژی مصرفی زمان استراحت منجر شده و بنابراین توده چربی بدن کاهش می‌یابد، سلول‌های عضلانی توانایی بیشتری در ایجاد تفاوت متابولیسم انرژی نسبت به فعالیت ایجاد کرده و بالانس انرژی را تنظیم می‌کنند که با کاهش سطح متغیرهای آنتروپومتریکی همراه است. از سوی دیگر، افزایش توده عضلانی ناشی از تمرین مقاومتی به افزایش ذخایر گلیکوژن عضلانی منجر می‌شود و از این طریق کنترل گلایسمی مطلوبی اعمال می‌کند و به‌عبارتی دیگر با افزایش ظرفیت اتصال انسولین به محل گیرنده‌های هر یک از سلول‌های عضلانی به افزایش حساسیت انسولین منجر می‌شود[۱۱]. به‌نظر می‌رسد در گروه تمرینی CHRT، تاثیر متابولیکی ناشی از تمرین مقاومتی بر توده عضلانی می‌تواند بر تاثیر مطلوب‌تر تمرین HIIT بیفزاید. در تمرین CHRT، هر دو نوع تمرین HIIT و مقاومتی نیازمند کاتابولیسم گلوکز هستند و در دوره بازسازی پس از ورزش بازسازی گلیکوژن از نظر متابولیکی در اولویت است که سبب سوخت چربی‌ها به‌دنبال فعالیت ورزشی می‌شود و این موضوع را می‌توان توسط افزایش ضرورت حذف یون هیدروژن و لاکتات خون برای بازسازی گلیکوژن و افزایش میزان هورمون رشد توضیح داد[۱۳] که بیانگر تاثیر مطلوب تمرین بر نیم‌رخ لیپیدی است. از سوی دیگر تمرین HIIT به آزادسازی هورمون‌های لیپولیز از قبیل هورمون رشد و اپی نفرین منجر می‌شود که سبب تولید انرژی بیشتر و اکسیداسیون چربی بیشتری پس از ورزش می‌شود و از آنجا که بافت چربی احشایی، به‌دلیل دارا بودن رسپتورهای β -آدرنرژیک بیشتر، به این هورمون‌ها حساسیت بیشتری دارند، بنابراین سبب کاهش مطلوب چربی احشایی می‌شود[۴۱]

در تحقیق حاضر نشان داده شد که تمرین CHRT در مقایسه با تمرین HIIT به‌تنهایی تاثیر مطلوب‌تری بر فاکتورهای خطر متابولیکی در افراد چاق دارد، به‌طوری‌که میان فاکتورهای WHR، 1RM و نیم‌رخ لیپیدی بین دو گروه تمرینی تفاوت معناداری وجود داشت. در این راستا، Arslan و همکاران نیز نشان دادند که هشت هفته تمرین ترکیبی نسبت به تمرین هوازی به‌تنهایی اثر مطلوب‌تری بر شاخص‌های کلسترول، TG و درصد چربی به‌جا می‌گذارد و میان دو گروه تمرینی تفاوت نشان داده شد. این محققان بیان کردند که تمرین ترکیبی به افزایش بیشتر فعالیت آنزیم‌های هوازی، میتوکندریایی و چگالی عروقی در عضلات و واحدهای حرکتی منجر می‌شود[۱۴]. Kannan و همکاران (۲۰۱۴) تاثیر ۱۵ هفته تمرین HIIT و تمرین با شدت متوسط را بررسی و مشاهده کردند که در هر دو گروه میزان HDL، LDL، کلسترول و BMI کاهش معناداری یافت و بین دو گروه تمرینی میزان LDL متفاوت بود[۴۲]. عابدی و همکاران (۲۰۱۶) با مقایسه تمرین سرعتی شدید و تمرین ترکیبی زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ نشان دادند که میزان مقاومت انسولین میان دو گروه تمرینی تفاوت معناداری داشت[۳۶]. تمرین HIIT فعالیت هورمونی لیپولیز و در دسترس قرارگیری اسیدهای چرب را تحریک می‌کند و وقتی با افزایش پایدار در میزان متابولیک ترکیب می‌شود، به افزایش مصرف و اکسیداسیون اسیدهای چرب در عضلات فعال منجر می‌شود که می‌تواند دلیل تفاوت بین‌گروهی و تاثیر مطلوب تمرین‌های CHRT بر نیم‌رخ لیپیدی در تحقیق حاضر باشد. افزایش تجمع چربی به‌خصوص چربی احشایی که در افراد کم‌تحرک، دارای اضافه وزن یا چاق مشاهده می‌شود از عواملی است که به‌طور مستقیم منجر به ایجاد عوارض متابولیکی و به‌طور غیرمستقیم منجر به افت آمادگی هوازی و هم‌نین عملکرد قدرت در این افراد می‌شود. از این‌رو تمرین‌های ترکیبی (HIIT و مقاومتی) می‌تواند اثر مضاعف ناشی از سازوکارهای جبرانی هر دو نوع ورزش را اعمال کند[۴۳].

نتیجه‌گیری:

با توجه به اثر بیشتر تمرین‌های CHRT (به‌مدت ۷۹ دقیقه، تمرین HIIT با شدت ۸۰ تا ۸۵درصد VO_2max و تمرین مقاومتی با شدت ۷۵ تا ۸۰درصد 1RM) بر متابولیسم چربی، می‌توان تمرین CHRT را به‌عنوان یک روش درمان غیردارویی برای تعدیل فاکتورهای خطر متابولیکی مرتبط با چاقی به افراد دارای اضافه‌وزن/ چاق توصیه کرد. انجام تمرین بدنی به‌طور منظم به‌ویژه به‌صورت ترکیب تمرین HIIT و تمرین مقاومتی به‌صورت پنج جلسه در هفته توسط افراد چاق، از طریق توسعه آمادگی قلبی- عروقی، ارتقای هزینه انرژی، استفاده از چربی به‌طور موثرتر، توسعه دستگاه عضلانی اسکلتی و بهبود هومئوستاز گلوکز به کاهش اختلال‌های

[Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-11-06]

متابولیکی، بهبود آمادگی و تندرستی بدنی به‌میزان زیادی منجر می‌شود.

تشکر و قدردانی:

از همکاری تمامی آزمودنی‌ها در زمینه اجرای مراحل عملی تحقیق، آزمایشگاه ژنتیک و بیوشیمی علوم پزشکی دانشگاه تبریز تشکر و قدردانی می‌کنیم. لازم به ذکر است که مقاله حاضر، براساس رساله دکتری ثبت شده در دانشگاه تبریز، تهیه شده است.

منابع مالی:

بخشی از بودجه تحقیقاتی توسط منابع مالی دانشگاه تبریز و بقیه به‌طور شخصی تامین شده است.

ملاحظات اخلاقی:

پروتکل این مطالعه در کمیته پزشکی منطقه‌ای اخلاق دانشگاه تبریز استان آذربایجان شرقی به شماره مرجع ۱۳۹۶,۴۸۵.IR.TBZMED.REC به تایید رسیده است.

منابع:

1. Ogden CL, Carroll MD, Kit BK, Flegal KM. Prevalence of Childhood and Adult Obesity in the United States, 2011-2012. JAMA 2014; 311: 806–814.

2. Bahrami A, Saremi A. Effect of Caloric Restriction with or without Aerobic Training on Body Composition, Blood Lipid Profile, Insulin Resistance, and Inflammatory Marker in Middle-Age Obese/Overweight Men. Arak Medical University Journal (AMUJ) 2011; 14(56): 11-9.

3. José GN, Barbara M.M. A, Eduardo Z.C, Jhennyfer R, Gustavo D.F, José C.RN and et al. Impact of Long-Term High-Intensity Interval and Moderate Intensity Continuous Training on Subclinical Inflammation in Overweight/Obese Adults. Journal of Exercise Rehabilitation 2016; 12(6):575-580.

4. Malmivara S. The Effect of High-Intensity Interval Exercise Program on Blood Lipids and Hormones in Recreationally Active Adults. [Master's Dissertation]. Exercise Physiology. Department of Biology of Physical Activity University of Jyväskylä. 2015.

5. Khammassi M, Ouerghi N, Hadj-Taieb S, Feki M, Thivel D, Bouassida A. Impact of a 12-Week High-Intensity Interval Training without Caloric Restriction on Body Composition and Lipid Profile in Sedentary Healthy Overweight/Obese Youth. Journal of Exercise Rehabilitation 2018; 14(1):118-125.

6. Sheikholeslami Vatani D, Ebrahimi A. Effect of Moderate Continuous Training vs. High-Intensity Interval Training on Visceral and Subcutaneous Fats in Obese Women. Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences 2018; 16:999-1012. [Full Text in Persian].

7. Avigdor D. A, Fred J. D, Naketa T, Jacqueline T-H, Richard W, Allan G, and Jeanine B. A. High-Intensity Interval Training without Weight Loss Improves Exercise but not Basal or Insulin-Induced Metabolism in Overweight/Obese African American Women. Journal of Applied Physiology 2015; 119(4): 352–362.

8. Leggate M, Carter WG, Evans MJ, Vennard RA, Sribala-Sundaram S, Nimmo MA. Determination of inflammatory and prominent proteomic changes in plasma and adipose tissue after high-intensity intermittent training in overweight and obese males. Journal of Applied Physiology 2012; 112(8): 1353–1360.

9. José Gerosa-Neto, Barbara M.M. Antunes, Eduardo Z. Campos, Jhennyfer Rodrigues and et all. Impact of long-term high-intensity interval and moderate intensity continuous training on subclinical inflammation in overweight/obese adults. Journal of Exercise Rehabilitation 2016; 12(6):575-580.

10. Jackson J. Fyfe, David J. Bishop, Evelyn Zacharewicz, Aaron P. Russell and et all. Concurrent exercise incorporating high-intensity interval or continuous training modulates mTORC1 signaling and microRNA expression in human skeletal muscle. J Physiol Regul Integr Comp Physiol 2016; 310(11):R1297-311.

11. Lee S, Bacha F, Hannon T, Kuk JL, Boesch C, Arslanian S. Effects of Aerobic Versus Resistance Exercise without Caloric Restriction on Abdominal Fat, Intrahepatic Lipid, and Insulin Sensitivity in Obese Adolescent Boys: A Randomized, Controlled Trial. Diabetes 2012; 61(11):2787– 95.

12. Cervantes J, Hernández J. Effect of High-Intensity and Concurrent Training in Body Composition in Costa Rican Overweight and Obese Women. Arch Sports Med 2017; 1(2):65-74.

13. World health organization. Global Recommendations on Physical Activity for Health. (2010).

14. Arslan E, Can S, Demirkan E. Effect of Short-Term Aerobic and Combined Training Program on Body Composition, Lipids Profile and Psychological Health in Premenopausal Women. Science sports 2017; 32(2):106-118.

15. Sarmadian M, Khorshidi D. Effect of Combined Training on Body Composition, Lipids and Metabolic Syndrome Index in Obese and Overweight Menopausal Women. JOGE 2016; 1(2): 36-44. [Full Text in Persian].

16. Shabani R, Jalali Z, Nazari M. Effects of Concurrent Strength and Aerobic Training on Blood Glucose Homeostasis and Lipid Profile in Females with Overweight and Obesity. Zahedan Journal Research Medical Sciences 2018; 20(4):e13746. [Full Text in Persian].

17. Alvarez C, Ramirez-Campillo R, Henriquez-Olguin C, CastroSepulveda M, Carrasco V, Martinez C. Eight Weeks of Combined High Intensity Intermittent Exercise Normalized Altered Metabolic Parameters in Women. Revista Medica de Chile. 2014; 142(4):458–66.

18. Jackson AS, Pollock ML. Generalized Equations for Predicting Body Density of Men. British Journal of Nutrition 1978; 40(3): 497-504.

19. Simbo SY. Effects of Exercise and Diet-Induced Weight Loss in Overweight/Obese Women on Characterization of Serum/White Blood Cells, MicroRNAs and Cytokine Gene Transcription [Ph.D. Dissertation]. Texas:

[Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-11-06]

A&M University; 2013.

20. Skrha J, Haas T, Sindelka G, Prazny M, Widimsky J, Cibula D, et al. Comparison of the insulin action parameters from hyperinsulinemic clamps with homeostasis model assessment and QUICKI indexes in subjects with different endocrine disorders. Journal Clinical Endocrinology Metabolism 2004; 89(1): 135-141.

21. 20. Kessler H. S, Sisson S. B, and Short K. R. "The Potential for High-Intensity Interval Training to Reduce Cardiometabolic Disease risk." Sports medicine 2012; 42(6):489-509.

22. 21. Zaer Ghodsi N, Zolfaghari MR, Fattah A. The Impact of High Intensity Interval Training On Lipid Profile, Inflammatory Markers and Anthropometric Parameters in Inactive Women. mljgoums 2016; 10(1):56-60.

23. 22. Esmaeili M, Bijheh N, GHahramani Moghadam M. Effect of Combined (aerobic-resistance) Training on Aerobic Fitness, Muscle Strength, Blood Glucose, Insulin Resistance, and Serum Beta-Endorphin Levels in Type 2 Diabetic Women. IJOGI 2018; 21(6): 34-46. [Full Text in Persian].

24. 23. Ouerghi N, Ben Fradj M K, Bezrati I, Feki M, Kaabachi N, Bouassida A. Effect of High-Intensity Interval Training on Plasma Omentin-1 Concentration in Overweight/Obese and Normal-Weight Youth. Obes Facts 2017; 10:323–331.

25. 24. Cuff DJ, Meneilly GS, Martin A, Ignaszewski A, Tildesley HD, Frohlich JJ. "Effective Exercise Modality to Reduce Insulin Resistance in Women with Type 2 Diabetes". Diabetes care 2003; 26(11): 2977-2982.

26. 25. Sugiura H, Kajima K, Iwata H, Matsuoka T, Mirbod SM. Effects of Long Term Moderate Exercise and Increase in Number of Daily Steps on Serum Lipids in women: randomized controlled trial. BMC Women's Health 2002; 2(1)3.

27. 26. McCormack SE, McCarthy MA, Harrington SG, Farilla L, Hrovat MI, Systrom DM and et al. Effects of Exercise and Lifestyle Modification on Fitness, Insulin Resistance, Skeletal Muscle Oxidative Phosphorylation and Intramyocellular Lipid Content in Obese Children and Adolescents. Pediatr Obes 2014; 9(4): 281-91.

28. 27. Ivy JL. Role of Exercise Training in the Prevention and Treatment of Insulin Resistance and non-Insulin-Dependent Diabetes Mellitus. Sports medicine 1997; 24(5):321-336.

29. 28. Ciolac E.G, Bocchi E.A, Bortolotto L.A, Carvalho V.O, Greve, JM, Guimarães GV. Effects of High-Intensity Aerobic Interval Training vs. Moderate Exercise on Hemodynamic, Metabolic and Neuro-Humoral Abnormalities of Young Normotensive Women at High Familial Risk for Hypertension. Hypertension Research 2010; 33(8): 836-843.

30. 29. Weston KS, Wisloff U & Coombes JS. High-Intensity Interval Training in Patients with Lifestyle-Induced Cardiometabolic Disease: A Systematic Review and Metaanalysis. British Journal of Sports Medicine 2014; 48: 1227-1234.

31. 30. Little JP, Gillen JB, Percival ME, Adeel S, Mark A.T, Zubin P and et al. Low-Volume High Intensity Interval Training Reduces Hyperglycemia and Increases Muscle Mitochondrial Capacity in Patients with Type 2 Diabetes. Journal of Applied Physiology 2011; 111:1554–1560.

32. 31. Torabi S, Asadi MR, Tabrizi A. The Effect of 8 Weeks of Moderate-Intensity Endurance Training on Serum Levels of Liver Enzymes and Insulin Resistance Index in Women with Type 2 Diabetes. Qom University of Medical Sciences Journal 2017; 11(7):47-55. [Full Text in Persian].

33. 32. Fisher G, Brown AW, Bohan Brown MM, Alcorn A, Noles C, Winwood L and et al. High Intensity Interval- vs Moderate Intensity-Training for Improving Cardiometabolic Health in Overweight or Obese Males: A Randomized Controlled Trial. PLOS One 2015; 10:1–15.

34. 33. Almenning I, Rieber-Mohn A, Lundgren KM, Shetelig Løvvik T, Garnæs KK, Moholdt T. Effects of High Intensity Interval Training and Strength Training on Metabolic, Cardiovascular and Hormonal Outcomes in Women with Polycystic Ovary Syndrome: A Pilot Study. PLOS ONE 2015; 10(9): e0138793.

35. 34. Ghafari M, Banitalebi E, Heidari A. Impact of High-Intensity Interval Training and at Concurrent Strength-Endurance Training on the Levels of Some Adipokines Associated with Insulin Resistance in Women with Diabetes Mellitus. Health Research Journal 2017; 2(3):193-206.

36. 35. Abedi B, Okhovat E, Banitalebi E. Comparing the Effects of Intense Sprint and Combined Aerobic-Strength Training on Serum Adiponectin Level and Insulin Resistance Among the Women with Type 2 Diabetes. Journal of Kashan University of Medical Sciences 2016; 20(4):352-360.

37. 36. Keating S.E, Machan E. A, Connor H.T.O, Gerofi J. A, Sainsbury A, Caterson I.D, Johnson N.A. Clinical Study Continuous Exercise but Not High Intensity Interval Training Improves Fat Distribution in Overweight Adults. Journal of Obesity 2014; 25–36.

38. 37. Schwingshackl L, Dias S, Strasser B, Hoffmann G. Impact of Different Training Modalities on Anthropometric and Metabolic Characteristics in Overweight/Obese Subjects: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. PLOS One 2013; 8(12). e82853.

39. 38. Schwingshackl L, Missbach B, Dias S, Konig J, Hoffmann G. Impact of Different Training Modalities on Glycaemic Control and Blood Lipids in Patients with Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. Diabetologia 2014; 57(9):1789–97.

40. 39. Arazi H, Joorbonyan A, Asghari E. Comparison of the Effect of a Combined and Aerobic Training on the Maximum Oxygen Consumption, Lipid Profile, Blood Glucose and Blood Pressure in Middle-Aged Men with Cardiovascular Risk Factors. Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences 2012; 20(5):627-638.

41. 40. Zouhal H, Jacob C, Delamarche P, Gratas-Delamarche A. Catecholamines and the Effects of Exercise, Training and Gender. Sports Medicine 2008; 38:401–423.

42. 41. Kannan U, Vasudevan K, Balasubramaniam K, Yerrabelli D, Shanmugavel K, John NA. Effect of Exercise Intensity on Lipid Profile in Sedentary Obese Adults. Journal of Clinical & Diagnostic Research 2014; 8(7):BC08-10.

43. 42. Arazi H, Faraji H, Moghadam MG, Samadi A. Effects of Concurrent Exercise Protocols on Strength, Aerobic Power, Flexibility and Body Composition. Kinesiology 2011; 34(2):155-62. [Full Text in Persian].

[Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-11-06]