

دانشور

پژوهشی

تأثیر ۱۲ هفته تمرین تناوبی با شدت زیاد (HIIT) بر عملکرد ریوی، سطوح سرمی لپتین و نیمرخ لیپیدی در مردان چاق غیرفعال

نویسندگان: بختیار توتیبیان^۱، حسام شریفی^۲، بهمن ابراهیمی ترکمانی^{۳*}

۱. دانشیار فیزیولوژی ورزشی، گروه آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

۲. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

۳. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

* نویسنده مسئول: بهمن ابراهیمی ترکمانی
E-mail: Ebrahimi.ba96@yahoo.com

چکیده

مقدمه و هدف: به نظر می‌رسد چاقی و درصد چربی بدن با مشکلات تنفسی همراه است؛ هرچند سازوکار این همبستگی به خوبی روشن نیست. بدین منظور، هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر ۱۲ هفته تمرین HIIT بر غلظت‌های لپتین، نیمرخ لیپیدی و کارکرد ریوی در مردان چاق غیرفعال بود.

مواد و روش‌ها: بیست‌ودو مرد چاق غیرفعال با دامنه سنی ۱۸ تا ۳۰ سال به صورت داوطلبانه در تحقیق حاضر شرکت کردند و سپس به صورت تصادفی به ۲ گروه کنترل (۱۱ نفر) و تمرین (۱۱ نفر) تقسیم شدند. آزمودنی‌های گروه تمرین به مدت ۱۲ هفته، هفته‌ای ۳ جلسه با ضربان قلب ۷۰ تا ۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه به تمرین پرداختند. سطوح سرمی لپتین و نیمرخ لیپیدی و عملکرد ریوی قبل و بعد از برنامه تمرینی اندازه‌گیری شد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش‌های آماری تی جفت‌شده، ضریب همبستگی پیرسون و تحلیل رگرسیونی در سطح معنی‌داری $p < 0.05$ استفاده شد.

نتایج: سطوح لپتین ($p = 0.001$) و کلسترول ($p = 0.001$) بعد از ۱۲ هفته تمرین HIIT کاهش معنی‌داری نشان دادند. همچنین میزان HDL افزایش و تری‌گلیسیرید، LDL و VLDL کاهش غیرمعنی‌داری داشتند ($p > 0.05$). در مورد شاخص‌های ریوی هم این نوع تمرین باعث افزایش معنی‌دار FVC شد ($p = 0.003$).

نتیجه‌گیری: دوازده هفته تمرین HIIT می‌تواند میزان کلسترول و لپتین را در مردان چاق غیرفعال کاهش دهد که این کاهش با افزایش عملکرد ریوی مرتبط با تغییرات چربی بدن همراه شد که بیانگر اثرات مثبت فعالیت ورزشی HIIT بر تعدیل شاخص‌های مرتبط با چاقی می‌باشد.

واژگان کلیدی: تمرین تناوبی شدید، لیپیدها، لپتین، ظرفیت حیاتی اجباری، حجم هوای بازدمی اجباری در ثانیه اول.

دوماهنامه علمی-پژوهشی
دانشگاه شاهد
سال بیست‌وچهارم-شماره ۱۲۵
آبان ۱۳۹۵

دریافت: ۱۳۹۵/۰۶/۰۱
آخرین اصلاح‌ها: ۱۳۹۵/۰۷/۱۴
پذیرش: ۱۳۹۵/۰۷/۱۹

مقدمه

چاقی و اختلالات ریوی تأیید شده است (۸). بر همین اساس یکی از شاخص‌های مهم کارکرد تنفسی ظرفیت حیاتی قوی (FVC) است. همچنین یکی از قوی‌ترین شاخص‌های تهویه‌ای، حجم بازدمی قوی در ثانیه اول (FEV1) که نشانگر حجم هوایی است که به‌طور قوی طی مدت یک ثانیه بعد از یک تنفس کامل از ریه‌ها خارج می‌شود، می‌باشد. FVC و FEV1 از قوی‌ترین شاخص‌های عملکرد ریوی می‌باشند که در نتیجه چاقی و سبک زندگی کم‌تحرک کاهش می‌یابند (۹). کاهش این شاخص ممکن است نشانه‌ای از افزایش مقاومت یا بسته‌بودن مجاری تنفسی باشد (۱۰). در پژوهش‌هایی که درباره تأثیر تمرین بر عملکرد ریوی و رابطه چاقی با حجم‌های ریوی انجام شده است، جونز تأثیر چاقی و توزیع چربی را بر عملکرد ریوی بررسی کرد و به این نتیجه رسید که شاخص توده بدن، توزیع چربی، دور کمر و نسبت عرض شانه به لگن رابطه منفی معنی‌داری با FVC و FEV1 دارد (۱۱). ماهاجان و همکاران در تحقیق خود بر روی ۲۰۰ مرد چاق و غیرچاق، گزارش کردند FVC و FEV1 در افراد چاق در مقایسه با افراد غیرچاق کمتر بود (۱۲). هرچند تأثیر فعالیت بدنی و ورزش بر سلامتی و کاهش چربی بدن طی تحقیقات متعددی به اثبات رسیده است؛ ولی یکی از پروتکل‌های ورزشی که اخیراً مورد توجه پژوهشگران فیزیولوژی ورزشی قرار گرفته است، تمرینات تناوبی با شدت بالا می‌باشد. HIIT شامل تناوب‌های فعالیت ورزشی با شدت بسیار زیاد و وهله‌های استراحتی فعال با شدت بسیار پایین می‌باشد (۱۳). از طرفی بیان شده است که کمبود وقت یکی از موانع شرکت منظم در فعالیت‌های ورزشی است. همچنین حجم زیاد فعالیت‌های ورزشی هوازی سنتی، خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی و متابولیک را کاهش می‌دهد؛ اما به زمان زیادی نیاز است (۱۴). با توجه به اینکه در بیشتر تحقیقات صورت گرفته، پژوهشگران بیشتر تمرینات قدرتی و استقامتی را به‌عنوان مداخله تمرینی مورد توجه قرار

چاقی عارضه‌ای پیچیده است که با تجمع بیش از حد بافت چربی مشخص می‌شود. در حال حاضر چاقی و اضافه‌وزن بزرگ‌ترین مشکل بهداشت عمومی دنیاست. این پدیده منجر به افزایش خطر بیماری‌هایی نظیر سندرم متابولیک، بیماری‌های قلبی-عروقی، اختلالات تنفسی و سرطان می‌شود (۱). چاقی از مشکلات اپیدمی و در حال رشد در ایران بوده و برآوردهای ملی نشان می‌دهد میزان اضافه‌وزن و چاقی در گروه سنی ۱۵ تا ۳۵ سال، به ترتیب ۲۲ درصد و ۱۶ درصد است (۲،۳). لپتین، یکی از پروتئین‌های ناشی از بیان ژن چاقی است که به روش ضربانی توسط سلول‌های چربی به خون ترشح می‌شود و با ایجاد پیام‌های بازخوردی بین سلول‌های چربی و دستگاه عصبی مرکزی، به‌ویژه مراکز سیری در هیپوتالاموس، در تنظیم هموستاز وزن بدن شرکت می‌کند. این هورمون پروتئینی مترشح از بافت چربی، با وزن مولکولی KDA16 است که در تنظیم وزن بدن، اشتها، سیری و گرسنگی نقش کلیدی دارد. درحقیقت، لپتین به‌عنوان یک سازوکار هشداردهنده تنظیم محتوای چربی بدن عمل می‌کند. نشان داده شده است مقدار لپتین سرم با درصد چربی بدن هم‌بستگی زیادی دارد و به دنبال کاهش وزن، مقدار لپتین نیز کاهش می‌یابد (۴). هم‌بستگی بالایی بین مشکلات قلبی و سطوح سرمی لپتین و شاخص‌های عملکرد ریوی از جمله FVC و FEV1 مشاهده شده است (۵). هم‌زمان با افزایش شیوع چاقی، یک شدت‌گیری تدریجی نیز در آسم و دیگر امراض تنفسی اتفاق می‌افتد. شواهد زیادی وجود دارد که چاقی را با آسم و مشکلات تنفسی مرتبط می‌سازند. به‌طوری‌که نشان داده شده است شیوع آسم در افراد چاق و دارای اضافه‌وزن در مقایسه با افراد با وزن طبیعی بیشتر است (۶) و اینکه نمایه توده بدن به‌طور مثبت با شدت مشکلات تنفسی در ارتباط می‌باشد (۷). در مطالعات حیوانی نیز ارتباط میان

1. Forced Vatil Capacity
2. Forced Expiratory Volume in 1 Second

باعث اختلال در روند تمرینات شوند. همچنین به منظور تعدیل عامل زمان، کلیه جلسات تمرین در ساعات مشخصی از بعدازظهر برگزار گردید.

اندازه‌گیری شاخص‌های آنتروپومتریک

اندازه‌گیری قد (سانتی‌متر) و وزن (کیلوگرم) با استفاده از دستگاه قد و وزن‌سنج دیجیتالی (مدل Seca ساخت آلمان) انجام گرفت. شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع) و درصد چربی بدن با دستگاه پیشرفته Body logic body fat analyzer (مدل ۶۰۳ ساخت کره) اندازه‌گیری شد. ضربان قلب استراحت و فعالیت توسط دستگاه ضربان‌سنج پولار ساخت کشور سوئد اندازه‌گیری شد. همچنین از پرسش‌نامه ثبت ۳ روزه مواد غذایی و خودگزارشی جهت ارزیابی بهتر شرایط و وضعیت غذایی آزمودنی‌ها استفاده گردید.

برنامه تمرینی

آزمودنی‌های گروه تمرین، ۲۴ ساعت پس از خون‌گیری اولیه برنامه تمرینی را شروع کردند. برنامه تمرینی بدین صورت بود که افراد به مدت ۱۲ هفته و هفته‌ای ۴ نوبت بر روی دوچرخه کارسنج تمرین کردند؛ به طوری که هر ۴ هفته بر شدت تمرینات اضافه می‌شد. در ابتدا دوچرخه کارسنج و نحوه کار برای آزمودنی‌ها توضیح داده شد. در هر جلسه تمرینی، آزمودنی‌ها ۵ دقیقه به گرم کردن پرداختند؛ سپس در ۵ تا ۵، ۶، ۷، ۸ و ۹ دقیقه‌ای با شدت ۷۰ درصد ضربان قلب فعالیت را انجام دادند. در آخر، مرحله سرد کردن به مدت ۵ دقیقه صورت گرفت. همچنین بین هر تایم، ۱ دقیقه استراحت غیرفعال وجود داشت. تمرینات با شدت اولیه تا ۴ هفته اول انجام گرفت. در ۴ هفته دوم و سوم به زمان هر کدام از تایم‌ها ۱ دقیقه و به ضربان قلب ۵ درصد اضافه شد.

اندازه‌گیری شاخص‌های تنفسی

برای اندازه‌گیری شاخص‌های تنفسی، ابتدا از آزمودنی‌ها خواسته شد که بار اول با دستگاه آشنایی پیدا کرده و سپس هر فرد چند بار با دستگاه اسپرومتری تمرین کرد.

داده‌اند و کمتر اثر اجرای تمرینات HIIT بر عملکرد ریوی و نیم‌رخ لیپیدی بررسی شده است، بنابراین هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر ۱۲ هفته تمرین HIIT بر غلظت‌های سرمی لپتین، نیم‌رخ لیپیدی و عملکرد ریوی در مردان چاق غیرفعال بود.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی و با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون بود. جامعه آماری تحقیق حاضر را دانشجویان چاق غیرفعال دانشگاه ارومیه (۱۸ تا ۳۰ سال) با BMI بالای ۳۰ تشکیل دادند. از جامعه آماری مورد نظر، تعداد ۲۲ نفر از دانشجویان چاق غیرفعال (۱۸ تا ۳۰ سال) با BMI بالای ۳۰ (کیلوگرم/مترمربع) بر اساس فراخوان به صورت داوطلبانه در تحقیق حاضر شرکت کردند و به صورت تصادفی در ۲ گروه تمرین (۱۱ نفر) و کنترل (۱۱ نفر) تقسیم شدند. با توجه به اینکه آزمودنی‌های تحقیق حاضر مردان جوان چاق غیرفعال بودند، لذا بر اساس مطالعات گذشته در این زمینه، شاخص‌های مربوط به سلامتی از طریق پرسش‌نامه پزشکی ورزشی ویر و شربورن^۱ و طبق نظر و معاینه پزشک متخصص مورد بررسی قرار گرفت. این پرسش‌نامه حاوی سؤالاتی در مورد سابقه بیماری و ورزشی افراد می‌باشد و همچنین ملاک شرکت در تحقیق حاضر، نداشتن هیچ‌یک از موارد زیر بود: ۱. نداشتن سابقه بیماری‌های قلبی عروقی، کبدی، کلیوی، ریوی و دیابت؛ ۲. نداشتن گزارشی از هر نوع ضایعه جسمی و ارتوپدی که با تمرینات تداخل داشته باشد؛ ۳. عدم ارتباط چاقی آن‌ها با کم‌کاری تیروئید؛ ۴. غیرفعال بودن، یعنی عدم مشارکت در فعالیت‌های ورزشی منظم حداقل طی یک سال گذشته و بدون سابقه اجرای فعالیت ورزشی یا محدودیت کالریک؛ ۵. عدم وجود مشکلات عضلانی و اسکلتی؛ ۶. عدم ابتلا به بیماری‌های عفونی تنفسی طی یک ماه گذشته؛ ۷. عدم مصرف سیگار؛ ۸. عدم استفاده از داروهای خاص که

به ترتیب ۲/۴ درصد و ۱ میلی گرم بر دسی لیتر بود.

تجزیه و تحلیل آماری

اطلاعات حاصل با نرم افزار SPSS ویرایش ۲۱ مورد آنالیز آماری قرار گرفت. جهت تشخیص نرمال بودن داده‌ها از روش آماری کلموگروف-اسمیرنوف و برای توصیف داده‌ها از روش آمار توصیفی (میانگین و انحراف معیار) و برای تحلیل داده‌ها از روش آمار استنباطی استفاده شد. در بخش آمار استنباطی از روش‌های آماری T زوجی، T مستقل، ضریب هم‌بستگی پیرسون و تحلیل رگرسیونی در سطح معنی‌داری $p < 0/05$ استفاده گردید.

یافته‌های تحقیق

جدول (۱) ویژگی‌های عمومی و فیزیولوژیک آزمودنی‌ها (انحراف استاندارد \pm میانگین) را در شرایط پایه و پس از ۱۲ هفته تمرین HIIT نشان می‌دهد. داده‌های جدول (۲) نشان می‌دهد که میانگین غلظت‌های لپتین ($p = 0/001$)، کلسترول ($p = 0/001$) بعد از ۱۲ هفته تمرین HIIT در مردان چاق در مقایسه با شرایط پایه کاهش معنی‌داری داشت. همچنین میزان HDL افزایش و تری‌گلیسیرید، LDL و VLDL نیز کاهش غیرمعنی‌داری داشتند ($p > 0/05$). همچنین در گروه تمرین بعد از ۱۲ هفته تمرین HIIT از شاخص‌های عملکرد ریوی FVC افزایش معنی‌داری ($p = 0/003$) نشان داد و FEV1 افزایش غیرمعنی‌دار داشت ($p > 0/05$). در بررسی ارتباط بین متغیرها بین غلظت لپتین، نیم‌رخ لیپیدی با شاخص‌های ریوی قبل و بعد از ۱۲ هفته فعالیت ورزشی رابطه معنی‌داری وجود نداشت ($p > 0/05$)، (جدول ۳).

جدول ۱. ویژگی‌های بدنی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها قبل و بعد از برنامه ورزشی (میانگین \pm انحراف معیار)

P	گروه تمرین		P	گروه کنترل		گروه متغیر
	مرحله پایه مرحله دوم			مرحله پایه مرحله دوم		
	۲۵/۰۸ \pm ۳۰/۲			۲۴/۸۴ \pm ۱۶/۴		سن (سال)
	۱۷۵/۵۵ \pm ۹/۲			۷۸/۱ \pm ۳/۵		قد (cm)
*0/008	۸۶/۱۴ \pm ۴۳/۰۹	۹۶/۰۶ \pm ۸۱/۱۶	0/۸۶۰	۹۳/۸۱ \pm ۴۶/۵۱	۹۴/۹۲ \pm ۲۱/۱۰	وزن (kg)
0/۱۲۱	۲۸/۰۸ \pm ۱۶/۳۳	۳۱/۶۴ \pm ۱۶/۲۱	0/۸۱۱	۳۱/۰۱ \pm ۲۴/۱	۳۱/۰۶ \pm ۱۳/۷	توده بدن (BMI)
0/۰۶۱	۱۹/۹۵ \pm ۲۶/۴	۲۴/۱۱ \pm ۷۴/۳	0/۸۳۶	۲۳/۶۳ \pm ۱۶/۴	۲۳/۲۱ \pm ۴۹/۳	درصد چربی

* تفاوت معنی‌دار بین مرحله قبل و پس از تمرین

آزمون FVC: فرد آزمون‌شونده یک دم عمیق تا حدی که ریه‌ها به‌طور کامل از هوا پر شود و به دنبال آن یک بازدم قوی و سریع انجام داد. در این مانور حرکتی، منحنی FVC به دست آمد که از طریق این منحنی می‌توان شاخص‌های FVC (لیتر)، FEV1% (درصد)، FEF25-75% (لیتر در ثانیه) و FET25-75% (ثانیه) را اندازه‌گیری کرد (۱۵).

اندازه‌گیری نمونه‌های خونی

عمل خون‌گیری بعد از ۱۲ ساعت وضعیت ناشتایی (ساعت ۹:۰۰ صبح) و در ۲ مرحله، یعنی ۱ روز قبل از شروع تمرینات و ۲ روز پس از پایان هفته هشتم تمرین صورت گرفت. برای انجام خون‌گیری، از آزمودنی‌ها خواسته شد تا ۲ روز قبل از آزمون هیچ فعالیت ورزشی را انجام ندهند. از سیاه‌رگ آنتی‌کیوبیتال دست چپ هر آزمودنی در وضعیت نشسته و در حالت استراحت، ۵ میلی‌لیتر خون گرفته شد و بلافاصله پلاسما و سرم با استفاده از سانتریفیوژ ۳۰۰۰ دور در دقیقه جدا و در یخچال با دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. سپس برای تعیین میزان لپتین از روش الیزا و کیت انسانی ساخت کشور چین (شرکت Wuhan) با ضریب تغییرات و حساسیت ۶/۹ درصد و ۰/۱۶ استفاده شد. برای اندازه‌گیری HDL و کلسترول نیز از کیت تشخیصی ساخت کشور ایران و شرکت پارس آزمون استفاده شد. تری‌گلیسیرید به روش آنزیمی-رنگ‌سنجی (شرکت پارس آزمون ایران) مورد سنجش قرار گرفت. ضریب تغییرات و حساسیت روش اندازه‌گیری HDL به ترتیب ۲/۲ درصد و ۱ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر، کلسترول به ترتیب ۱/۲ درصد و ۳ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر، تری‌گلیسیرید

جدول ۲. میانگین غلظت‌های لپتین، نیم‌رخ لیپیدی و شاخص‌های ریوی در مردان غیرفعال چاق (میانگین و انحراف معیار)

P	پس از آزمون	پیش از آزمون	گروه	متغیر
۰/۰۰۱	۱۷۳/۰۰±۳۹/۳۳ ۱۸۵/۸۹±۳۲/۶۵	۱۸۷/۵۵±۳۷/۶۶ ۱۸۴/۵۵±۴۱/۸۱	تمرین کنترل	کلسترول (mg/dl)
۰/۰۶	۱۷۸/۵۴±۸۲/۹۹ ۱۹۸/۷۶±۱۴/۲۱	۱۹۰/۰۹±۷۲/۸۰ ۱۹۶/۴۵±۷۴/۱۳	تمرین کنترل	تری‌گلیسیرید (mg/dl)
۰/۱۳	۴۵/۰۹±۱/۶۸ ۳۸/۱۱±۳/۲۴	۳۹/۲۷±۸/۲۸ ۳۸/۲۷±۹/۸۲	تمرین کنترل	HDL (mg/dl)
۰/۷۰	۱۰۲/۵۵±۳۴/۲۶ ۱۰۸/۸۷±۷۷/۵۹	۱۱۰/۶۴±۹۵/۶۹ ۱۰۷/۲۹±۲۳/۱۲	تمرین کنترل	LDL (mg/dl)
۰/۵۳	۳۹/۵۴±۱۲/۹۷ ۴۳/۴۱±۱۶/۳۶	۴۱/۳۹±۱۷/۹۱ ۴۲/۸۹±۴۶/۴۳	تمرین کنترل	VLDL (mg/dl)
۰/۰۰۱	۱۲/۰۷±۶/۰۴ ۱۴/۹±۸/۱۵	۱۴/۱±۶/۶۳ ۱۴/۱±۶/۶۳	تمرین کنترل	لپتین سرم (mg/ml)
۰/۰۰۳	۴/۳۱±۰/۲۷ ۳/۱۷±۴۲/۲۷	۳/۲۰±۰/۸۳ ۳/۲۲±۳۱/۱۲	تمرین کنترل	FVC (لیتر)
۰/۷۶	۴/۰۵±۳/۱۴ ۳/۳۵±۳/۳۳	۳/۷۶±۰/۲۰ ۳/۴۲±۲/۵۲	تمرین کنترل	FEV1 (لیتر)

جدول ۳. هم‌بستگی بین شاخص‌های عملکرد ریوی با سطوح لپتین و نیم‌رخ لیپیدی

P	FEV1	P	FVC	متغیر
	هم‌بستگی (r)		هم‌بستگی (r)	
۰/۳۳۸	-۰/۲۷۵	۰/۳۸۴	-۰/۳۱۹	Cholesterol(mg/dl)
۰/۳۳۸	-۰/۳۲۰	۰/۴۸۲	-۰/۲۳۸	TG(mg/dl)
۰/۸۴۵	۰/۰۶۷	۰/۷۴۱	۰/۱۱۳	HDL(mg/dl)
۰/۸۲۸	-۰/۰۷۴	۰/۸۱۸	-۰/۰۷۹	LDL(mg/dl)
۰/۳۱۲	۰/۳۱۲	۰/۱۹۶	-۰/۴۲۲	VLDL(mg/dl)
۰/۳۹۹	۰/۲۸۳	۰/۴۹۰	۰/۲۳۳	لپتین

بحث

می‌دهد؛ بنابراین افراد چاق نمی‌توانند عملکرد ریوی مطلوبی داشته باشند و این موضوع علاوه بر پژوهش حاضر، در پژوهش‌های Hong و همکاران (۱۷)، Ochs و همکاران (۱۸) نیز گزارش داده شد. در مطالعات مختلف بین عملکرد ریوی با بافت چربی هم‌بستگی معکوسی گزارش داده شد که نشان می‌دهد هر چقدر بافت چربی بدن افزایش یابد، عملکرد ریوی نمی‌تواند مطلوب باشد و موجب اختلال در عملکرد ریوی سالم خواهد شد. نتایج تحقیق سومیا و همکاران نشان داد در زنان و مردان چاق، تمام پارامترهای تنفسی اندازه‌گیری شده (FVC، FEV1 and FEF25-75%) به‌طور قابل توجهی در مقایسه با

طبق یافته‌های تحقیق حاضر، ۱۲ هفته تمرین HIIT باعث کاهش معنی‌دار سطوح لپتین و کلسترول در افراد چاق غیرفعال شد. در مورد شاخص‌های عملکرد ریوی هم این نوع تمرین باعث افزایش معنی‌دار FVC شد. در مطالعات مشابه بیان شده است که چاقی باعث کاهش ظرفیت‌ها و حجم‌های ریوی می‌شود (۱۶). در تحقیق حاضر ۱۲ هفته تمرین HIIT، FVC را در مردان چاق غیرفعال به‌طور معنی‌داری افزایش داد و همچنین باعث افزایش غیرمعنی‌دار FEV1 در مردان چاق غیرفعال شد. رسوب چربی شکمی در افراد چاق، کار دیافراگم را به نسبت افزایش آدیپوسیت شکمی یا افزایش وزن روی دیواره قفسه سینه کاهش

افراد غیرچاق کمتر بود (۱۹). علاوه بر آن، میزان کاهش حجم ریه و محدودیت جریان هوا با میزان قند خون و چربی بدن ارتباط دارد (۲۰). از این رو افزایش FVC متعاقب تمرینات HIIT در تحقیق حاضر را شاید بتوان به بهبود در قدرت و استقامت عضلات تنفسی، کاهش چربی بدن در مردان چاق نسبت داد. FEV1 آزمونی منحصر به فرد از عملکرد تنفسی است که با بهبود قدرت عضلات تنفسی افزایش می‌یابد. از آنجاکه FEV1 شاخص قدرت عضلات تنفسی است، به نظر می‌رسد ورزش‌هایی که قدرت عضلات تنفسی را بهبود بخشند، موجب افزایش FEV1 می‌شوند. در پژوهش حاضر قدرت عضلات تنفسی ارزیابی نشده است؛ اما شواهد کافی وجود دارد که نشان می‌دهد بافت چربی اطراف قفسه سینه، شکم و حفره احشایی بارهای دیواره قفسه سینه را زیاد کرده و باعث ایجاد تغییراتی در حجم‌های ریوی، الگوی تنفس و راه‌های هوایی می‌شود و کاهش وزن می‌تواند بسیاری از تغییرات ایجاد شده در عملکرد ریوی، در نتیجه چاقی را معکوس کند (۲۱). شاید بتوان افزایش FEV1 را در پژوهش حاضر به بهبود این متغیرها متعاقب کاهش چربی بدن نسبت داد. در این ارتباط پرستش و همکاران هم‌بستگی معکوسی بین لپتین و چاقی با شاخص‌های عملکرد ریوی (FVC, FEV1) گزارش کردند (۵).

در تحقیق حاضر ۱۲ هفته تمرین HIIT باعث کاهش معنی‌دار سطوح لپتین در افراد چاق غیرفعال شد. در این ارتباط گزارش شده است اجرای ۱۵ هفته تمرینات تناوبی شدید در مقایسه با تمرینات تداومی بر کاهش لپتین پلازما تأثیر بیشتری دارد (۲۲). تحقیقات انجام شده در رابطه با تأثیر دوره‌های طولانی مدت تمرین، تناقض کمتری داشته و بیشتر محققین بر اثر مثبت این نوع دوره‌های تمرینی بر کاهش میزان لپتین سرم تأکید دارند (۲۳، ۲۴). فردوسی و همکاران تحقیقی انجام دادند که در آن ۴۸ مرد در ۴ گروه، تمرین استقامتی (75% تا 80 HR)، تمرین مقاومتی (70% IMR) تمرین ترکیبی و گروه کنترل قرار گرفتند که هر ۳ روش موجب

کاهش معنی‌دار سطوح لپتین شد (۲۵). پیری و همکاران گزارش کردند که طی ۲ ماه برنامه تمرین هوازی روی ترمیم با ۶۵ درصد تا ۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه موجب کاهش لپتین در هر ۲ گروه چاق و لاغر شد (۲۶). میزان هورمون لپتین می‌تواند متأثر از وضعیت تغذیه‌ای، نورواندوکراین و عملکرد ایمنی بدن باشد. علاوه بر این، هورمون‌هایی مانند هورمون‌های جنسی، کاتکولامین‌ها و هورمون‌های تیروئیدی در تنظیم لپتین نقش دارند. این هورمون‌ها با تنظیم ژن مسئول چاقی بر تولید لپتین مؤثر هستند. به علاوه هورمون‌های کورتیزول و رشد، مهم‌ترین هورمون‌هایی هستند که به افزایش میزان ترشح لپتین کمک می‌کنند (۲۵). راسیل و همکاران گزارش کردند پس از ۱۲ هفته تمرین تناوبی با شدت بالا و شدت متوسط، سطوح سرمی لپتین در هر ۲ گروه تمرینی کاهش معنی‌داری یافت (۲۷). همچنین نشان داده شده است که کاهش سطوح لپتین در پی انجام فعالیت ورزشی با تغییرات تعادل انرژی و بهبود در حساسیت انسولین و تغییرات در سوخت‌وساز زمینه‌ی لپیدی بدن همراه است (۲۸). از آنجاکه غلظت لپتین خون در انسان از چربی بدن و تغییرات ایجاد شده در تعادل انرژی تأثیر می‌پذیرد و با وقوع کسر انرژی مسیرهای متابولیکی مؤثر در تنظیم بیان ژنی لپتین (مسیر احساس غذا یا مسیر بیوستتز هگزوآمین) فعال گردیده و با کاهش جریان گلوکز در بافت چربی و برداشت آن توسط سلول‌های چربی غلظت لپتین تعدیل می‌گردد (۲۹). یکی از مکانیسم‌های احتمالی برای توجیه کاهش سطح لپتین سرم طی اجرای تمرینات HIIT می‌تواند کاهش چربی بدن و ذخایر آن به دنبال این دسته از تمرینات باشد؛ به طوری که که تمرینات HIIT می‌تواند باعث تحریک سنتز پروتئین عضلانی شود و در نتیجه توده عضلانی بدن افزایش یابد. این امر باعث می‌شود که انرژی مصرفی زمان استراحت افزایش یابد و لذا توده چربی بدن کاهش یابد و در نتیجه ترشح لپتین در افراد دارای اضافه وزن کاهش می‌یابد (۳۰). همچنین ۱۲ هفته تمرین HIIT باعث کاهش سطوح کلسترول، تری‌گلیسیرید و افزایش HDL شد که با

افراد غیرچاق کمتر بود (۱۹). علاوه بر آن، میزان کاهش حجم ریه و محدودیت جریان هوا با میزان قند خون و چربی بدن ارتباط دارد (۲۰). از این رو افزایش FVC متعاقب تمرینات HIIT در تحقیق حاضر را شاید بتوان به بهبود در قدرت و استقامت عضلات تنفسی، کاهش چربی بدن در مردان چاق نسبت داد. FEV1 آزمونی منحصر به فرد از عملکرد تنفسی است که با بهبود قدرت عضلات تنفسی افزایش می‌یابد. از آنجاکه FEV1 شاخص قدرت عضلات تنفسی است، به نظر می‌رسد ورزش‌هایی که قدرت عضلات تنفسی را بهبود بخشند، موجب افزایش FEV1 می‌شوند. در پژوهش حاضر قدرت عضلات تنفسی ارزیابی نشده است؛ اما شواهد کافی وجود دارد که نشان می‌دهد بافت چربی اطراف قفسه سینه، شکم و حفره احشایی بارهای دیواره قفسه سینه را زیاد کرده و باعث ایجاد تغییراتی در حجم‌های ریوی، الگوی تنفس و راه‌های هوایی می‌شود و کاهش وزن می‌تواند بسیاری از تغییرات ایجاد شده در عملکرد ریوی، در نتیجه چاقی را معکوس کند (۲۱). شاید بتوان افزایش FEV1 را در پژوهش حاضر به بهبود این متغیرها متعاقب کاهش چربی بدن نسبت داد. در این ارتباط پرستش و همکاران هم‌بستگی معکوسی بین لپتین و چاقی با شاخص‌های عملکرد ریوی (FVC, FEV1) گزارش کردند (۵).

در تحقیق حاضر ۱۲ هفته تمرین HIIT باعث کاهش معنی‌دار سطوح لپتین در افراد چاق غیرفعال شد. در این ارتباط گزارش شده است اجرای ۱۵ هفته تمرینات تناوبی شدید در مقایسه با تمرینات تداومی بر کاهش لپتین پلازما تأثیر بیشتری دارد (۲۲). تحقیقات انجام شده در رابطه با تأثیر دوره‌های طولانی مدت تمرین، تناقض کمتری داشته و بیشتر محققین بر اثر مثبت این نوع دوره‌های تمرینی بر کاهش میزان لپتین سرم تأکید دارند (۲۳، ۲۴). فردوسی و همکاران تحقیقی انجام دادند که در آن ۴۸ مرد در ۴ گروه، تمرین استقامتی (75% تا 80 HR)، تمرین مقاومتی (70% IMR) تمرین ترکیبی و گروه کنترل قرار گرفتند که هر ۳ روش موجب

لستین کلسترول آسیل ترانسفراز لیپاز (LCAT) باعث کاهش TC، TG، LDL و افزایش HDL می‌شوند (۳۸). هرچند که یکی از محدودیت‌های پژوهش حاضر عدم اندازه‌گیری این آنزیم‌ها بود.

نتیجه‌گیری

یک برنامه ۱۲ هفته‌ای تمرین تناوبی با شدت زیاد با تأثیر بر روی ترکیب بدنی، تغییرات برجسته‌ای در عوامل بیوشیمیایی چاقی در مردان چاق غیرفعال به وجود آورد که این تغییرات هم‌زمان موجب بهبود عملکرد ریوی در افراد چاق شد. این نتایج پیشنهاد می‌کند برای کسب نتایج مطلوب همسو با درمان‌های دارویی و رژیم‌های کاهش وزن می‌توان از تمرین تناوبی با شدت زیاد نیز برای کاهش چربی بدن و مشکلات ناشی از آن از جمله مشکلات عملکرد ریوی در مردان چاق غیرفعال استفاده کرد. به‌رحال مطالعات بیشتری برای روشن‌شدن سازوکار و اثرات مفید این نوع فعالیت ورزشی بر کارکرد ریوی، سطح لپتین و نیم‌رخ لیپیدی لازم است.

سپاسگزاری

بدین وسیله از آزمودنی‌های تحقیق حاضر و تمام کسانی که به‌نحوی در اجرای این تحقیق همکاری صمیمانه‌ای با ما داشتند، تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

1. Abdi J, Eftekhari H, Mahmoodi M, Shojayezadeh D, Sadeghi R, Saber M, Beglarineshat E. The effect of theory and new communication technologies based lifestyle intervention on the weight control of the employees with overweight and obesity. *Iranian Journal of Health Education and Health Promotion* 2015; 3: 188-197.
2. Salehi AA, Abdollahzad H, Bameri Z, Esmaillzadeh A. Underweight, overweight and obesity among zaboli adolescents: a comparison between international and Iranians' national criteria. *International Journal of Preventive Medicine* 2013; 4: 523-30.
3. Bahreini N, Noor MI, Koon PB, Talib RA, Lubis SH, Dashti MG, et al. Weight status among Iranian adolescents: Comparison of four different criteria. *Journal of Research in Medical Sciences: The Official Journal of Isfahan University of Medical Sciences* 2013; 18: 641-646.
4. Plinta R, Olszanecka GM, Drosdzol CA, Chudek J, Skrzypulec PV. The effect of three-month pre-season

یافته‌های لی و همکاران، گوردن و همکاران هم‌راستا بود (۳۱،۳۲). با توجه به نتایج تحقیقات قبلی و نتایج حاصل از این پژوهش می‌توان نتیجه گرفت که تمرینات HIIT اثرات مفید و مشابهی همانند سایر انواع تمرین اعم از تمرینات هوازی بر بهبود نیم‌رخ لیپیدی دارند. در پژوهش حاضر، از بین نیم‌رخ‌های لیپیدی میزان کلسترول کاهش معنی‌داری نشان داد. همان‌گونه که بیان شد، کاهش سطوح لپتین در پی انجام فعالیت ورزشی با تغییرات تعادل انرژی و تغییرات در سوخت‌وساز نیم‌رخ لیپیدی بدن همراه است (۳۳)؛ ولی در پژوهش حاضر شاید به دلیل فشار و مدت دوره تمرینی تنها میزان کلسترول کاهش معنی‌داری داشت. نیکرو در پژوهشی نشان داد یک دوره تمرین هوازی تناوبی نسبت به تمرینات هوازی تداومی پاسخ مؤثرتری بر نمایه توده بدنی و درصد چربی بدن دارد (۳۴). همچنین گزارش شده است که از میان ۲ نوع تمرین تناوبی و تداومی، تنها تمرین تناوبی موجب افزایش مقادیر HDL بیماران مبتلا به نارسایی قلبی می‌شود (۳۵). همچنین بیان شده است که اجرای تمرین تناوبی شدید، منجر به بهبود نیم‌رخ لیپیدی در مردان چاق می‌شود (۳۶). سازوکار اثرگذاری این نوع تمرینات در بهبود پروفایل لیپیدی، به فرایندهای آنزیمی دخیل در سوخت‌وساز لیپیدها مربوط می‌باشد. در این خصوص، افزایش فعالیت آنزیمی لیپوپروتئین لیپاز گزارش شده است (۳۷). سوگیورا و همکاران اظهار داشتند که فعالیت‌های ورزشی منظم، با افزایش فعالیت آنزیم‌های لیپوپروتئین لیپاز (LPL) و

- preparatory period and short-term exercise on plasma leptin, adiponectin, visfatin and ghrelin levels in young female handball and basketball players. *Journal of Endocrinological Investigation* 2011; 35: 595-601.
5. Parastesh M, Heidarianpour A, Saremi A. The Effect of 12 weeks of aerobic training on lung function and serum leptin levels in obese men. *Journal of Ilam University of Medical Sciences* 2014; 22: 139-146.
 6. Spathopoulos D, Paraskakis E, Trypsianis G, Tsalkidis A, Arvanitidou V, Emporiadou M, et al. The effect of obesity on pulmonary lung function of school aged children in Greece. *Pediatric Pulmonology* 2009; 44: 273-780.
 7. Varraso R, Siroux V, Maccario J, Kauffmann F. Asthma severity is associated with body mass index and early menarche in women. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 2005; 171: 334-339.
 8. Johnston RA, Theman TA, Shore SA. Augmented responses to ozone in obese carboxypeptidase E-deficient mice. *American Journal of Physiology - Regulatory,*

- Integrative and Comparative Physiology 2006; 290: 126-133.
9. Garcia AJ, Lange P, Benet M, SP, Antó JM. Regular physical activity modifies smoking-related lung function decline and reduces risk of chronic obstructive pulmonary disease: a population-based cohort study. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 2007; 175: 458-63.
 10. Simoes RP, Deus AP, Auad MA, Dionísio J, Mazzonetto M, Borghi-Silva A. Maximal respiratory pressure in healthy 20 to 89 year-old sedentary individuals of central São Paulo State. *Brazilian Journal of Physical Therapy* 2010; 14: 60-7.
 11. Jonesm RL. The effects of body mass index on lung volumes. *Chest Journal* 2006; 130: 827-33.
 12. Mahajan S, Arora AK, Gupta P. Obesity and spirometric ventilatory status in adult male population of Amritsar. *National Journal of Physiology, Journal of Pharmacy and Pharmacology* 2012; 2: 93-8.
 13. Trapp EG, Chisholm DJ, Freund J, Boutcher SH. The effects of high-intensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young women. *International Journal of Obesity* 2008; 32: 684-691.
 14. Babraj J, Vollaard N, Keast C, Guppy F, Cottrell G, Timmons J. Extremely short duration high intensity interval training substantially improves insulin action in young healthy males. *Bio Medicine Journal Endocrine Disorders* 2009; 9: 1-8.
 15. Guenette JA, Witt JD, McKenzie DC, Sheel AW. Respiratory mechanics during exercise in endurance trained men and women. *Journal of Physiology* 2007; 581: 1309-22.
 16. Mehrabi E, Kargarfard M, Kelishadi R, Mojtahedi H. Effects of Obesity on Pulmonary Function in Obese, Overweight, and Normal Students. *Journal of Isfahan Medical School* 2012; 4: 130-183.
 17. Hong Y, Ra SW, Shim TS, Lim CM, Koh Y, Lee SD, et al. Poor interpretation of pulmonary function tests in patients with concomitant decreases in FEV1 and FVC. *Official Journal of the Asian Pacific Society of Respirology* 2008; 13: 569-74.
 18. Ochs-Balcom HM, Grant BJ, Muti P, Sempos CT, Freudenheim JL, Trevisan M, et al. Pulmonary function and abdominal adiposity in the general population. *Chest Journal* 2006; 129: 853-62.
 19. Sowmya TK, Shrilaxmi B, Manjunatha A. Effect of Body Fat Distribution on Pulmonary Functions in Young Healthy Obese Students. *Journal of Krishna Institute of Medical Sciences University* 2015; 4: 18-26.
 20. Steele RM, Finucane FM, Griffin SJ, Wareham NJ, Ekelund U. Obesity is associated with altered lung function independently of physical activity and fitness. *International Journal of Obesity* 2009; 17: 578-584.
 21. Van Huisstede A, Cabezas MC, Birnie E, van de Geijn GJ, Rudolphus A, Mannaerts G, et al. Systemic inflammation and lung function impairment in morbidly obese subjects with the metabolic syndrome. *International Journal of Obesity* 2013; 2013: 131-349.
 22. Trapp E, Chisholm D, Freund J, Boutcher S. The effects of high-intensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young women. *International Journal of Obesity* 2008; 32: 684-91.
 23. Abuzenadah AM, El-Kader SM, Aldahr MS. Impact of mild versus moderate intensity aerobic exercise training on leptin and selected innate immune system response in obese asthmatic patients. *Middle East Journal of Scientific Research* 2010; 5: 1-5.
 24. Soori R, Rezaeian N, Salehian O. Effects of high and low intensity endurance training on levels of leptin, cortisol, testosterone, growth hormone, and insulin resistance index in sedentary obese men. *Journal of Sport in Biomotor Sciences* 2011; 6: 17-28.
 25. Ferdosi M, Asad M. The effect of endurance, resistance and concurrent trainings on plasma leptin levels of non-athlete males. *Procedia Social and Behavioral Sciences Journal* 2012; 46: 311-315.
 26. Piri M, Bqrabady V, Amirkhani Zo, Hijazi Ma. Impact of aerobic training on cortisol, testosterone levels in obese and lean men. *Sports Science Research Journal* 2009; 22: 87-96.
 27. Racil G, Coquart JB, Elmontassar W, Haddad M, Goebel R, Chaouachi A, Amri M, Chamari K. Greater effects of high- compared with moderate-intensity interval training on cardio-metabolic variables, blood leptin concentration and ratings of perceived exertion in obese adolescent females. *Biology of Sport* 2016; 33: 145-152.
 28. Ravasi AA, Falahi AA, Abasi A. The effect of different intensities of short-term exercise on leptin, insulin, cortisol and lipid profiles in overweight and obese adolescents. *Journal of Sport Biosciences* 2013; 4: 87-110.
 29. Hulver MW, Houmard JA. Plasma Leptin and Exercise. *Journal of Sports Medicine* 2007; 33: 473-82.
 30. Ara I, Prerez GJ, Vicente RG, Chavarren J, Dorado C, Calbet JA. Serum free testosterone, leptin and soluble leptin receptor changes in a 6 week strength-training programme. *British Journal of Nutrition* 2006; 96: 1053-9.
 31. Lee MK, Jekal Y, Im FJ, Kim E, Lee SH. Reduced serum vaspin concentrations in obese children following short-term intensive lifestyle modification. *International Journal of Clinical Chemistry* 2010; 411: 381-5.
 32. Gordon LA, Morrison EY, McGrowder DA, Young R, Fraser YT, Zamora EM, et al. Effect of exercise therapy on lipid profile and oxidative stress indicators in patients with type 2 diabetes. *BMC Complementary and Alternative Medicine* 2008; 13: 8-21.
 33. Ravasi AA, Falahi AA, Abasi A. The Effect of Different Intensities of Short-Term Exercise on Leptin, Insulin, Cortisol and Lipid Profiles in Overweight and Obese Adolescents. *Journal of Sport Biosciences* 2013; 4: 87-110.
 34. Nikroo H, Barancheshme MA. The Comparison of Effects of Aerobic Interval and Continuous Training Program on Maximal Oxygen Consumption, Body Mass Index, and Body Fat Percentage in Officer Students. *Journal of Military medicine* 2014; 15: 245-51.
 35. Fu TC, Wang CH, Lin PS, Hsu CC, Cherng WJ, Huang SC, et al. Aerobic interval training improves oxygen uptake efficiency by enhancing cerebral and muscular hemodynamics in patients with heart failure. *International journal of cardiology* 2013; 167: 41-50.
 36. Soori R, Rezaeian N, Salehian O. Effects of Interval Training on Leptin and Hormone levels affecting Lipid Metabolism in Young Obese/Overweight Men. *Iranian Journal of Endocrinology & Metabolism* 2012; 14: 248-256.
 37. Valle VS, Mello DB, Fortes MR, Dantas EH, Mattos MA. Effect of diet and indoor cycling on body composition and serum lipid. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* 2010; 95: 173-8.
 38. Sugiura H, Sugiura H, Kajima K, Mirbod SM, Iwata H, Matsuoka T. Effects of long-term moderate exercise and increase in number of daily steps on serum lipids in women: randomized controlled trial. *Biomed Central Women's Health* 2002; 2: 1-8.