

مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش

سال چهارم، شماره اول؛

بهار و تابستان ۱۳۹۶

صفحات ۲۸-۳۶

Original Article

Open Access

مقایسه تاثیر دو نوع تمرین تناوبی شدید (HIIT) و تداومی هوازی بر نیمرخ لیپیدی، شاخص‌های فیزیولوژیکی و عملکرد هوازی و بی‌هوازی مردان غیرفعال

رامین امیرساسان^{۱*}، جواد وکیلی^۲، اورهان خدایی^۳

تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۲/۱۴

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۰/۲۷



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

۱. دانشیار فیزیولوژی ورزشی دانشگاه تبریز، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، تبریز، ایران. (نویسنده مسئول): amirsasan@tabrizu.ac.ir
 ۲. استادیار فیزیولوژی ورزشی دانشگاه تبریز، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، تبریز، ایران
 ۳. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشگاه تبریز، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، تبریز، ایران

چکیده


هدف مطالعه حاضر، مقایسه تاثیر شش هفته تمرین تناوبی شدید (HIIT) و تمرین تداومی هوازی بر شاخص‌های سلامت قلبی-عروقی و آمادگی هوازی و بی‌هوازی مردان غیرفعال بود. در یک طرح تحقیق نیمه‌تجربی، ۲۰ مرد سالم غیرفعال دانشجو با دامنه سنی ۳۰-۲۰ سال بر اساس درصد چربی و شاخص توده بدنی انتخاب شدند. ابتدا همه آزمودنی‌ها به مدت دو هفته تمرین هوازی با شدت متوسط (۳ جلسه در هفته، ۳۰ دقیقه دویدن با شدت ۶۵-۶۰ درصد ضربان قلب ذخیره) را جهت آماده‌سازی برای تمرین HIIT اجرا کردند. سپس، آزمودنی‌ها به صورت تصادفی به دو گروه همگن چهار هفته تمرین HIIT و هوازی تقسیم شدند. قبل و پس از اعمال مداخله تمرینی، حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max})، آستانه تهویه‌ای (VT)، میانگین توان تولیدی (MPP) و اوج توان تولیدی (PPO) ترکیب بدنی (BC)، نیمرخ لیپیدی و پروتئین واکنش‌گر C- (CRP) اندازه‌گیری شد. نتایج حاصله با استفاده از آزمون تحلیل واریانس ۲×۲، تی همبسته و مستقل در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ تجزیه و تحلیل شدند. چهار هفته تمرین HIIT و هوازی موجب افزایش VO_{2max} ، PPO و MPP افراد غیرفعال گردید و با وجود افزایش بیشتر در گروه HIIT، تفاوت معنی‌دار نبود ($P>0/05$). با این حال، تنها در گروه HIIT کاهش درصد چربی بدن معنی‌دار بود ($P<0/05$). همچنین، غظت CRP، تری گلیسیرید، کلسترول و LDL سرمی به طوری معنی‌داری تنها در گروه HIIT کاهش یافت. بر اساس یافته‌های مطالعه حاضر کارایی چهار هفته تمرین HIIT در بهبود درصد چربی و شاخص خستگی افراد غیرفعال بیشتر از به تمرینات تداومی هوازی است.

واژه‌های کلیدی: تمرین تناوبی شدید، شاخص‌های هوازی، شاخص‌های بی‌هوازی، مردان غیرفعال.

نحوه ارجاع: امیرساسان رامین، وکیلی جواد، خدایی اورهان. مقایسه تاثیر دو نوع تمرین تناوبی شدید (HIIT) و تداومی هوازی بر نیمرخ لیپیدی، شاخص‌های فیزیولوژیکی و عملکرد هوازی و بی‌هوازی مردان غیرفعال. مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش ۱۳۹۶؛ ۴(۱):۲۸-۳۶.

Journal of Applied Health Studies in Sport PhysiologyVolume 4, Number 1
Spring /Summer 2017
28-36

Original Article

 Open Access**Comparing Effect of High Intensity Interval Training (HIIT) and aerobic continuous training on lipid profile, physiological indicators and aerobic and anaerobic performance in sedentary male**Ramin Amirsasan^{1*}, Javad Vakili², Orhan Khodaei³

Received 17 January 2019; Accepted 4 May 2019

Abstract

The aim of this research was to evaluate the Effect of High Intensity Interval Training (HIIT) and aerobic continuous training on lipid profile, physiological indicators and aerobic and anaerobic performance in sedentary male. In this experimental study, 20 male sedentary male (aged 20-30 years) in a randomized and double-blind design were divided in two equal HIIT and aerobic continuous training groups. Before and after training period, all subjects were participated in six week HIIT and aerobic continuous training. Blood samples were obtained in the two phases: 24 hours before and after training protocols. Maximum oxygen uptake (VO_{2max}), ventilatory threshold (VT), mean power output (MPO), Peak Power Output (PPO), Fatigue Index, Body Composition (BC), Lipid profile, and C-reactive protein (CRP) were analyzed. Change any of the parameters (mean and standard deviation) of four stages repeated ANOVA and independent and dependent sample T tests. The significance level was set at $p < 0.05$. Four weeks of HIIT and aerobic training cause significantly increased in VO_{2max} , MPO and PPO ($P < 0.05$). There was a significant difference in the percentage of fat in the HIIT group ($P < 0.05$). In addition, there was a significant decrease in the CRP, Triglycerides, cholesterol and LDL in HIIT group ($P < 0.05$). Based on the present results, the efficacy of four weeks of HIIT training is to improve the lipid and lipid profile of sedentary male more than aerobic continuous training.

Keywords: High Intensity Interval Training (HIIT), aerobic continuous training, lipid profile, sedentary male.



Scan this QR code to see the accompanying video, or visit

jahssp.azaruniv.ac.ir

1. Associate professor in Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Science, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

Corresponding author; E-mail: amirsasan@tabrizu.ac.ir

2. Assistant Professor in Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Science, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

2. MSc in Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Science, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

Cite as: Amirsasan Ramin, Vakili Javad, Khodaei Orhan. Comparing Effect of High Intensity Interval Training (HIIT) and aerobic continuous training on lipid profile, physiological indicators and aerobic and anaerobic performance in sedentary male. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*. 2017; 4(1): 28-36.

مقدمه

امروزه کم تحرکی و شیوه زندگی غیرفعال یک بیماری غیر واگیر به شمار می آید (۱، ۲). سازمان بهداشت جهانی (WHO) پیش بینی کرده است که با این شیوه زندگی در ۲۵ سال آینده دو سوم مرگ و میر ناشی از بیماری‌های مزمن مرتبط با کم تحرکی مانند بیماری قلبی و عروقی، دیابت و سرطان خواهد بود (۳). اثرات مثبت متعدد فعالیت بدنی بر سلامتی و تمرین ورزشی با شدت متوسط منظم بر کاهش عوارض و مرگ و میر ناشی از بیماری‌های مزمن مانند دیابت، بیماری قلبی و عروقی و تنفسی شناخته شده است (۲). این شیوه زندگی پژوهشگران را بر آن داشته تا با ترکیب مدل‌های مختلف تمرینی روش‌های جدیدی را طراحی کنند تا با کمترین زمان ممکن نیازهای از قبیل بهبود سیستم قلبی-عروقی، اجرای هوازی و بی‌هوازی را مرتفع سازند و نیز افراد از فواید سلامتی برنامه‌های تمرین ورزشی بهره‌مند شوند. یک برنامه تمرینی مؤثر به ترکیبی از نوع، شدت، مدت و تعداد جلسات تمرین برای اعمال اضافه بار بر دستگاه‌های مختلف بدن و ایجاد سازگاری نیاز دارد (۳). اخیراً کالج آمریکایی پزشکی ورزشی و انجمن قلب آمریکا ۳۰ دقیقه فعالیت در روز و ۵ جلسه در هفته گزارش کرده است (۴). با این حال، دستورالعمل‌های ورزشی با افزایش عملکرد و سطح بهداشت و سلامتی افراد نه تنها خطرات قلبی و عروقی را کاهش دهد باید بطور عمومی قابل اجرا باشد (۲).

به صورت سنتی و مرسوم برای دستیابی به فواید سلامتی و عملکرد مرتبط با فعالیت ورزشی منظم، اجرای تمرینات تناوبی هوازی و استقامتی زیربیشینه به افراد غیرفعال و کم تحرک توصیه می‌شود. با این حال، در سال‌های اخیر تمرینات تناوبی شدید (HIIT) مورد توجه پژوهشگران علوم ورزشی قرار گرفته است (۲، ۳). تمرینات HIIT شامل انجام وهله‌های فعالیتی تکراری متناوب نسبتاً کوتاه مدت با شدت تمام یا شدت نزدیک به بیشینه است. با توجه به شدت تمرینات، یک وهله HIIT ممکن است ۵ تا ۱۲۰ ثانیه طول بکشد که وهله‌های گوناگون، به وسیله چند دقیقه استراحت یا فعالیت با شدت کم از هم مجزا می‌شوند (۵).

ویژگی بارز این گونه تمرینات حجم کم آن‌ها می‌باشد به طوری که در برخی مطالعات پس از تنها ۲ هفته تمرین (۶ جلسه تمرین) بهبود قابل توجه عملکرد و برخی شاخص‌های مرتبط با آمادگی هوازی و سلامت قلبی-عروقی مشاهده شده است (۶). اگرچه حجم این نوع تمرینات بسیار پایین است اما در برخی مطالعات تنها با شش جلسه تمرینی در طول دو هفته، بهبود قابل توجهی در عملکرد ورزشی مشاهده شده است (۷). برنامه تمرین HIIT، غلظت سوبستراهای انرژی و فعالیت آنزیم‌های مرتبط با سوخت و ساز بی‌هوازی را افزایش می‌دهد. با این حال، با افزایش تواتر و تکرارهای فعالیت‌های شدید با مدت زمان کوتاه و اجرای آن به صورت متناوب، نیاز سلولی عضلانی و مسیرهای متابولیکی تغییر می‌یابد، به گونه‌ای که همزمان سیستم‌های تولید انرژی هوازی و بی‌هوازی در بازسازی ATP درگیر می‌شوند؛ بنابراین با به کارگیری این تمرینات می‌توان دامنه وسیعی از سازگاری‌های عملکردی و سوخت و ساز را انتظار داشت (۷). بورگمستر^۳ و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که تمرینات HIIT به افزایش آنزیم‌های اکسایشی و گلیکولیتیکی منجر می‌شود (۷).

تحقیقات اخیر نشان داده‌اند که تمرینات تناوبی شدید، باعث بهبود سریع و همزمان این متغیرها در مقایسه با تمرینات تناوبی با شدت متوسط می‌شوند (۸). در همین راستا سباهکوهیان و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی اثرات تمرینات

تناوبی با شدید (۶ تکرار ۳۰ ثانیه‌ای با فاصله استراحت ۴ دقیقه‌ای بین هر تکرار) در مردان غیرفعال و فعال نشان دادند که VO_{2max} (۷/۶ درصد)، VT1 (۴/۵ درصد)، VT2 (۴/۲ درصد)، PPO_۳ (۳ درصد) و MPO (۱۰/۹ درصد) در مردان فعال بهبود یافت و در مردان غیرفعال نیز به ترتیب مذکور ۱۳/۷، ۳/۸، ۳/۸، ۱۴/۶ و ۱۹ درصد در مردان غیرفعال گزارش کردند (۱۰). به علاوه، برخی محققان از جمله وایت^۴ و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی تأثیر دو هفته تمرین سرعتی تناوبی (SIT) تمرین شامل چهار تا شش تکرار ۳۰ ثانیه آزمون وینگیت و ۲۷۰ ثانیه استراحت بین هر تکرار بود) بر نیمرخ لیپیدی و عوامل مرتبط با سلامت در مردان دارای اضافه وزن و بی‌تحرک گزارش کردند که هرچند SIT به بهبود برخی از متغیرهای مرتبط با بیماری‌های قلبی - عروقی منجر شد، این تغییرات معنی‌دار نبودند (۶).

همچنین، برخی از مطالعات گزارش کرده‌اند که VO_{2max} بعد از تمرین تناوبی شدید افزایش می‌یابد (۱۰) در حالی که، برخی از مطالعات عدم تغییر را گزارش کرده‌اند (۷، ۱۱). همچنین بورگمستر و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که دو هفته تمرین تناوبی شدید موجب افزایش معنی‌دار VO_{2max} نمی‌شود (۷).

علاوه بر این، با وجود این مشاهدات، نتایج امیدوار کننده برخی مطالعات نشان داده است که تأثیر تجمع زمانی انجام فعالیت‌های بدنی شدید با مدت زمان کوتاه (کمتر از ۵ دقیقه) باعث کاهش معنی‌دار عوامل مرتبط با خطر ابتلا به بیماری‌های عروقی کرونر (CVD) از جمله نیمرخ لیپیدی خون (مانند کلسترول، تری گلیسیرید (TG)، لیپوپروتئین کلسترول با چگالی بالا (HDL) و لیپوپروتئین کلسترول با چگالی پایین (LDL)) شده است (۱۲، ۱۳). به طور جالب توجهی، در یک مطالعه نشان داده شده است که تنها یک وهله فعالیت ورزشی تناوبی شدید باعث بهبود عوامل مرتبط با سلامت قلبی-عروقی در مقایسه با یک وهله فعالیت ورزشی با شدت متوسط گردیده است (۱۴). با این حال، شواهدی وجود دارد که تغییرات در عوامل خطر CVD بر اساس نیمرخ لیپیدی به تنهایی ممکن است مناسب نباشد و باید سایر عوامل خطر از قبیل فشار خون سیستولی و دیاستولی و عوامل التهابی مانند تعداد لکوسیت‌های خون محیطی و پروتئین واکنش گر C (CRP) در نظر گرفته شوند (۱۵، ۱۶).

به نظر می‌رسد که در مقایسه با سایر برنامه‌های تمرینی با مدت زمان طولانی‌تر، تمرینات تناوبی شدید می‌تواند با صرفه‌جویی در زمان، قابلیت‌های فیزیولوژیکی مانند ظرفیت‌های هوازی و بی‌هوازی را به همان اندازه افزایش دهند. با این حال، برخی تحقیقات در افزایش ظرفیت هوازی به دنبال تمرینات HIIT ناکام مانده‌اند. برای مثال بیگام^۵ و همکاران (۲۰۰۴) با وجود اجرای برنامه تمرینی HIIT در طول ۶ هفته (۳۰-۱۴ تکرار از دوازده ۱۵-۵ ثانیه‌ای با شدت ۱۰۰-۹۰ درصد و نسبت کار به استراحت ۵:۱ که به ۳:۱ کاهش می‌یافت) نتوانستند تغییر معنی‌داری در VO_{2max} و آستانه تهویه‌ای^۶ (VT) و همچنین اقتصاد دویدن نشان دهند (۱۱). با توجه به نتایج ضد و نقیضی که در تحقیقات گذشته در زمینه اثر تمرینات بی‌هوازی بر قابلیت‌های هوازی وجود دارد (۹-۱۱) و بدلیل کم بودن گستردگی تحقیقات روی افراد غیرفعال تحقیق حاضر به مقایسه تأثیر تمرین HIIT و تمرین تناوبی هوازی بر شاخص‌های هوازی و بی‌هوازی در افراد غیرفعال می‌پردازد.

روش شناسی

جامعه آماری پژوهش حاضر را دانشجویان مرد سالم غیر فعال دانشگاه تبریز با دامنه سنی ۳۰-۲۰ سال تشکیل می‌دهد، که از بین آنها ۲۸ نفر بصورت داوطلبانه در این طرح شرکت کردند. روش تحقیق پژوهش حاضر از نوع نیمه

4 Whyte

5 Bickham

6 Ventilatory threshold

1 World health organization

2 High intensity intermittent training

3 Burgomaster

نفر از آزمودنی‌ها از ادامه تحقیق به دلایل مختلف ۲۰ نفر توانستند فرآیند اجرایی این مطالعه را به اتمام برسانند.

روش‌های اندازه‌گیری

آزمودنی‌ها بدون کفش و با حداقل لباس برای چند ثانیه روی ترازوی عقربه‌دار ایستاده و وزن آنها به کیلوگرم ثبت شد. همچنین، شاخص توده بدنی با تقسیم وزن به کیلوگرم بر مجذور قد به متر محاسبه شد. به علاوه، به منظور تعیین درصد چربی بدن آزمودنی‌ها از دستگاه بیوالکتریک ایمپدانس Inbody ساخت کشور کره جنوبی استفاده شد.

توان بی‌هوازی اوج و متوسط آزمودنی‌ها به وسیله دستگاه چرخ کارسنج مونارک (ساخت کشور سوئد) و از طریق آزمون ۳۰ ثانیه‌ای وینگیت اندازه‌گیری شد. بر اساس مطالعات آزمون توان بی‌هوازی وینگیت از رایج‌ترین آزمون‌های آزمایشگاهی است که به منظور برآورد توان بی‌هوازی ورزشکاران از آن استفاده می‌شود. پس از محاسبه نیروی اعمالی بر اساس وزن هر فرد (۰/۷۵) گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن، پس از اعلام شروع آزمودنی‌ها ۳۰ ثانیه با حداکثر تلاش خود رکاب زدند. اوج و متوسط توان بی‌هوازی با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه شدند:

$$= 5 \times (6 \times \text{تعداد دور در 5 ثانیه}) \times \text{نیروی اعمال شده برای هر فرد}$$

(وات) اوج توان بی‌هوازی

$$= (6 \times \text{متر} \times \text{مجموع تعداد دورها در کل 30 ثانیه}) \times \text{میزان نیروی اعمال شده}$$

(ژول) کل کار انجام شده

$$30 \text{ ثانیه} \div \text{کل کار انجام شده} = \text{وات) متوسط توان بی‌هوازی}$$

شاخص خستگی نیز با استفاده از فرمول (۱۰۰ ضربدر اوج توان / حداقل توان - اوج توان) محاسبه گردید (۴). البته باید خاطر نشان شود که تمامی محاسبات به صورت خودکار توسط نرم افزار کامپیوتری دستگاه نیز انجام شد. برای محاسبه آستانه هوازی و بی‌هوازی از آزمون کانکانی استفاده شد. آزمودنی به مدت ۵ دقیقه با سرعت ۴ کیلومتر بر ساعت (روی تردمیل Technogem, Italy) مرحله گرم کردن را انجام داد. سپس آزمون در مرحله پیش آزمون با سرعت اولیاً ۶ کیلومتر بر ساعت و در مرحله پس آزمون با سرعت ۶/۵ کیلومتر بر ساعت آغاز شد. سپس به ازای طی هر ۲۰۰ متر مسافت ۰/۵ کیلومتر بر ساعت، بر سرعت تردمیل افزوده شد. در مدت انجام آزمون ضربان قلب به طور مداوم هر ۵ ثانیه یک بار با ضربان سنج پلار اندازه‌گیری و ثبت شد. آزمون زمانی متوقف شد که آزمودنی به ضربان قلب بیشینه خود (±۱۰ ضربان قلب بیشینه) نزدیک می‌شد. با استفاده از نقطه شکست در ضربان قلب آزمودنی و اطلاعات مربوط به آزمون که از روی دستگاه ثبت شد (ضربان قلب و سرعت معادل با آستانه)، آستانه تهویه ای، آستانه هوازی و حداکثر اکسیژن مصرفی محاسبه گردید.

کنترل شدت فعالیت هم با استفاده از روش کاروون و ضربان سنج پولار بیت (مدل CE0573 ساخت فنلاند) و هم مقیاس درک شدت نسبی فعالیت بورگ^۱ کنترل می‌شد. تغذیه آزمودنی‌ها طی ۲۴ ساعت قبل از انجام با استفاده از فرم یادآمد تغذیه‌ای ۲۴ ساعته کنترل می‌شد.

پس از جمع آوری داده‌ها ابتدا همگنی درون گروهی و بین گروهی مورد بررسی قرار گرفت. همگن سازی براساس رگردهای بدست آمده در آزمون‌های به عمل آمده انجام شد. پس از جمع آوری داده‌ها، به منظور تعیین نرمالیت داده‌ها از آزمون کلموگراف-اسمیرنوف و سپس تاثیر ۶ هفته تمرین HIIT و تناومی هوازی بر شاخص‌های مورد مطالعه از آزمون‌های آماری تی همبسته و مستقل در سطح معنی داری ۰/۰۵ با استفاده از نرم افزار SPSS22 بررسی شد.

یافته‌ها

تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون بود. شرایط ورود به مطالعه برای آزمودنی‌ها شامل سیگاری نبودن، سالم بودن و نداشتن سابقه ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی و نیز عدم انجام فعالیت بدنی یا تمرینات منظم طی ۳ ماه گذشته بود. همچنین، شرایط خروج از مطالعه شامل مصرف داروهای کاهنده فشار خون یا مرتبط با بیماری‌های التهابی، عدم حضور منظم در تمرینات و داشتن آسیب‌دیدگی به ویژه در ناحیه مچ پا و زانو بود. قبل از شروع پروتکل تمرینی فرم رضایت نامه توسط آزمودنی‌ها تکمیل و کسب شد. آزمودنی‌ها به صورت تصادفی به دو گروه همگن تناوبی بی‌هوازی و تناومی هوازی تقسیم شدند.

با توجه به شاخص‌های پیکرسنجی (درصد چربی با استفاده از دستگاه inbody) و توان هوازی ۲۸ نفر (به منظور جلوگیری از افت احتمالی آزمودنی‌ها در طی مراحل تحقیق) بدون سابقه‌ی ورزشی انتخاب شدند. به منظور همگن‌سازی، اکسیژن مصرفی بیشینه، توان بی‌هوازی و درصد چربی بدن همه‌ی ۲۸ نفر دانشجوی مرد اندازه‌گیری شد. پس از این مرحله، ۲۶ نفر داوطلب با اکسیژن مصرفی بیشینه ۴۷-۴۵ میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه، توان بی‌هوازی اوج معادل ۵۴۹/۱۶ وات بر کیلوگرم وزن بدن و درصد چربی ۱۶/۷۷٪ درصد انتخاب شدند. در نهایت بر اساس روش هم‌تاسازی از بین ۲۶ نفر داوطلب دو گروه سیزده نفری همگن انتخاب و به طور کاملاً تصادفی در دو گروه همگن و مشابه برنامه تمرین HIIT (۶-۹ تکرار دوییدن ۳۰ ثانیه ای با شدت تمام و استراحت ۴ دقیقه بین هر تکرار) و برنامه تمرین تناومی هوازی (۵۰-۳۰ دقیقه دوییدن با شدت متوسط ۷۰ درصد VO_{2max} هر آزمودنی) قرار گرفتند. حجم نمونه مورد مطالعه برای هر یک از دو گروه با در نظر گرفتن طرح تحقیق و نتایج مطالعات قبلی در حدود ۱۰ نفر (در کل ۲۰ نفر) تعیین شد.

قرارداد تمرینات ورزشی

از میان مردان غیرفعال که برای شرکت در این مطالعه اعلام آمادگی کرده بودند در ابتدا در جلسه آشناسازی اهداف و روش اجرای تحقیق به وضوح برای آنها توضیح داده شد و سپس فرم‌های مخصوص رضایت نامه، سوابق سلامتی و پرسشنامه مشخصات فردی برای تکمیل شدن در اختیار آنها قرار گرفت. ۲۸ نفر برای شرکت در این مطالعه به صورت داوطلبانه اعلام آمادگی نمودند و سپس این افراد در یک برنامه تمرین تناومی هوازی (با شدت ۶۰-۶۵ درصد ضربان قلب ذخیره به مدت ۳۰ دقیقه، ۳ جلسه در هفته) به مدت دو هفته شرکت کردند. پس از یک روز ریکاوری از آخرین جلسه تمرین تناومی هوازی ترکیب بدن، قد و وزن، شاخص توده بدنی و اجزای آمادگی بی‌هوازی (آزمون وینگیت) و روز بعد آستانه هوازی و بی‌هوازی (آزمون کانکانی) به منظور همسان سازی آزمودنی‌ها در دو گروه همگن اندازه‌گیری شد. پس از حذف ۲ نفر از آزمودنی‌ها ۲۶ نفر آزمودنی به صورت تصادفی در دو گروه تناوبی شدید و تناومی هوازی قرار گرفتند. سپس، پس از دو روز استراحت پروتکل اصلی به مدت ۴ هفته و هر هفته ۴ جلسه به طور جداگانه اجرا شد. هر جلسه تمرینی شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن، برنامه تمرین HIIT (۶-۹ تکرار دوییدن ۳۰ ثانیه ای با شدت تمام و استراحت ۴ دقیقه بین هر تکرار) و برنامه تمرین تناومی هوازی (۵۰-۳۰ دقیقه دوییدن با شدت متوسط ۷۵-۷۰ درصد ضربان قلب ذخیره هر آزمودنی) و ۵ دقیقه سرد کردن بود (۱۰). در طی برنامه تمرینی HIIT تعداد تکرار دوییدن ۳۰ ثانیه‌ای با ۶ تکرار شروع شده و به ۹ تکرار رسید و در نهایت در جلسه نهایی تمرین ۶ تکرار اجرا گردید. ۴۸ و ۷۲ ساعت قبل از شروع و پس از اولین و آخرین جلسه تمرینی تناوبی شدید، شاخص‌های حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max})، آستانه تهویه ای (VT)، میانگین توان تولیدی، اوج توان تولیدی، شاخص خستگی و ترکیب بدنی در دو گروه اندازه‌گیری شد. همچنین، همه‌ی اندازه‌گیری‌ها در آزمایشگاه دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی در دمای ۲۶-۲۴ درجه‌سانتی‌گراد، رطوبت ۵۵-۴۵ درصد، تهویه و نور محیطی یکسان انجام شد. رژیم غذایی روزانه‌ی آزمودنی‌ها طی دوره تحقیق (با استفاده از پرسشنامه‌ی یادآمد تغذیه‌ای ۲۴ ساعته) کنترل شد. همه‌ی آزمودنی‌های در حین تمرینات بدنی هیچ محدودیتی در رابطه با دسترسی و نوشیدن آب نداشتند. در نهایت، با انصراف ۶

میانگین، انحراف استاندارد و خطای انحراف از میانگین همه‌ی شاخص‌های فردی آزمودنی‌ها از جمله سن، وزن، قه، درصد چربی... در جدول ۱ و ۲ ارائه شده است.

جدول ۱. ویژگی‌های فردی آزمودنی‌های مورد مطالعه پیش از شروع مطالعه

شاخص	گروه	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد	خطای انحراف از میانگین
سن (سال)	HIIT	۱۰	۲۴/۶	۱/۷۷	۰/۵۶
	تداومی هوازی	۱۰	۲۳/۱	۳/۲۱	۱/۰۱
وزن (کیلوگرم)	HIIT	۱۰	۷۷/۰۷	۸/۱۰	۲/۵۶
	تداومی هوازی	۱۰	۷۴/۹۵	۸/۷۹	۲/۷۸
قد (سانتی‌متر)	HIIT	۱۰	۱۷۴/۵	۲۴/۴	۱/۳۴
	تداومی هوازی	۱۰	۱۷۴/۴	۷/۱۳	۲/۲۵
شاخص توده بدنی (کیلوگرم/متر مربع)	HIIT	۱۰	۲۳/۶۵	۲/۳	۰/۷۲
	تداومی هوازی	۱۰	۲۴/۵۱	۳/۷۸	۱/۱۹

CRP، تری‌گلیسیرید، کلسترول و LDL سرمی به طوری معنی‌داری تنها در گروه HIIT کاهش یافت، در حالی که تغییر معنی‌داری در گروه تمرین هوازی مشاهده نشد.

بر اساس نتایج هر دو نوع تمرین HIIT و تداومی هوازی موجب افزایش معنی‌دار حداکثر اکسیژن مصرفی، توان بی‌هوازی اوج، میانگین توان بی‌هوازی مردان غیرفعال گردیدند. با این حال، در گروه تمرین هوازی پس از چهار هفته تمرین درصد چربی تغییری را نشان نداد، اما در گروه HIIT درصد چربی مردان غیرفعال این گروه تمرینی به طور معنی‌داری کاهش یافت. همچنین، غلظت

جدول ۲. شاخص‌های اندازه‌گیری آزمودنی‌ها طی مراحل اندازه‌گیری (هر گروه ۱۰ نفر)

معنی داری (درون گروهی)	گروه		مرحله	شاخص‌ها
	HIIT	تمرین هوازی		
۰/۳۶	۱۵/۴±۹/۳۸	۱۷/۶±۸۴/۰۲	پیش آزمون	درصد چربی (درصد)
	۱۳/۳±۶/۷	۱۷/۴±۸۵/۷۲	پس آزمون	
۰/۹۹۵	۴۷/۳±۲۱/۷	۴۷/۳±۲۲/۹۲	پیش آزمون	حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی لیتر/کیلوگرم/دقیقه)
	۵۴/۳±۶۷/۶۱	۵۲/۳±۸۷/۲۵	پس آزمون	
۰/۷۴	۵۴۲/۹۷±۸۲/۲۶	۵۵۵/۷۰±۵/۲۳	پیش آزمون	اوج توان بی‌هوازی (وات)
	۱۰۴±۸۴/۸	۶۱۴/۷۰±۶۳	پس آزمون	
۰/۱۷	۳۹۳/۵۱±۹/۰۷	۴۳۵/۷۷±۲/۴۸	پیش آزمون	متوسط توان بی‌هوازی (وات)
	۴۶۳/۴۹±۱۴/۸۷	۴۶۱/۸۳±۱۴/۱۸	پس آزمون	
۰/۷۹	۶۴/۵±۱۵/۵۴	۶۵/۱۵±۵۳/۳۲	پیش آزمون	شاخص خستگی (درصد)
	۴۶/۱۳±۱۱/۰۱	۶۶/۱۵±۶/۴۳	پس آزمون	
۰/۳۵	۱۷۶/۳±۴/۸۶	۱۷۸/۴±۳/۹۲	پیش آزمون	آستانه تهویه ای (ضربان قلب در دقیقه)
	۴±۱۸۲/۵۷	۱۸۰/۴±۴/۸۳	پس آزمون	
۰/۷۱	۱۷۱/۳۷±۱/۶	۲۵±۱۶۸/۳	پیش آزمون	کلسترول تام (میلی گرم بر دسی لیتر)
	۱۵۲/۱۴±۲/۲	۱۶۵/۲۷±۲/۶	پس آزمون	
۰/۶۶	۳۹/۸±۸/۴	۳۷/۷±۳/۲	پیش آزمون	HDL (میلی گرم بر دسی لیتر)
	۴۰/۶±۱/۲	۳۸/۵±۸/۳	پس آزمون	
۰/۱۲	۱۱۶/۲۹±۷/۸	۱۱۵/۳۱±۱/۴	پیش آزمون	LDL (میلی گرم بر دسی لیتر)
	۹۸/۳۵±۲/۴	۱۱۱/۳۸±۲/۲	پس آزمون	
۰/۸۷	۱۲۸/۱۴±۸/۲	۱۲۲/۳۸±۸/۴	پیش آزمون	تری گلیسیرید

(میلی گرم بر دسی لیتر)	پس آزمون	۱۱۶/۲۷±۴/۴	۹۰/۸±۲/۹	۰/۰۳۲
پروتئین واکنش گر-C (نانو گرم بر میلی لیتر)	پیش آزمون	۵/۸±۴/۴	۵/۸±۵/۶	۰/۸۷
	پس آزمون	۵/۲±۱/۲	۴/۸±۲/۷	۰/۰۳۲

افزایش در میانگین برون‌ده توان و توان هوازی اوج بعد از تمرینات HIIT با نتایج برخی پژوهش‌ها مانند بورگمستر و همکاران (۲۰۰۸)، وایت^۵ و همکاران (۲۰۱۰)، آستورینو و همکاران (۲۰۱۲) و بورگمستر و همکاران (۲۰۰۵) همسو است (۶-۸، ۲۲). سازوکار احتمالی برای افزایش توانایی تولید توان اوج می‌تواند همانند برون‌ده توان بی‌هوازی کاهش تخریب ذخایر کراتین فسفات و افزایش سطوح گلیکوژن عضلانی، افزایش فعالیت آنزیم‌های بی‌هوازی بهبود ظرفیت بهبود ظرفیت بافاری کردن یون هیدروژن تولید شده طی فعالیت ورزشی شدید در عضلات و بهبود تنظیم یونی عضلانی باشد (۴).

همچنین، در راستای بهبود شاخص خستگی، خدایی و همکاران (۱۳۹۲) تاثیر تمرینات HIIT بر شاخص‌های قلبی-عروقی، برون‌ده توان بی‌هوازی و عملکرد پرشی و سرعتی در دانشجویان دختر فعال بررسی نمودند. این محققان بهبود شاخص خستگی اندازه‌گیری شده توسط آزمون RAST از قبیل افزایش میانگین توان تولیدی را پس از ۲ هفته تمرین تناوبی شدید گزارش کردند. با این حال، در این مطالعه عدم بهبود شاخص خستگی و حداقل توان تولیدی گزارش شد (۲۳).

یکی از دلایل نتایج متناقض آزمون وینگیت مطالعه خدایی و همکاران (۱۳۹۲) با مطالعه حاضر را می‌توان ناشی از ویژه بودن تمرین (در این مطالعه آزمون RAST به عنوان تمرین مورد استفاده قرار گرفت) با تست (آزمون RAST و وینگیت) دانست به نحوی که فقط این افزایش در تست RAST مشاهده شده و در تست وینگیت تغییری حاصل نشده است. این مسئله ناشی از متفاوت بودن الگوی فراخوانی تارهای عضلانی و عضلات اصلی درگیر در فعالیت و نیز تا حدودی سیستم انرژی درگیر در تمرینات HIIT انجام شده توسط آزمون RAST بوده با آزمون وینگیت دانست. همچنین، از دیگر جمله دلایل عدم همخوانی نتایج برخی مطالعات با پژوهش حاضر را می‌توان ناشی از مدت زمان کمتر آن دانست به طوری که در دوره تمرین آن ۲ هفته کمتر از مطالعه حاضر (۲ هفته در مقابل ۴ هفته) بوده است (۲۴).

نتایج مطالعه حاضر افزایش VT در هر دو گروه برنامه تمرین تناوبی شدید و تداومی هوازی را نشان داد (البته افزایش معنی‌دار نبود). این یافته‌ها با نتایج مطالعه لارسن^۶ و همکاران (۲۰۰۲) در مورد تاثیر تمرین تناوبی شدید بر VT همسو بوده و با مطالعه بودانیس^۷ و همکاران (۲۰۰۷) مغایرت دارد (۲۵). شدت و مدت برنامه تمرینی (۲۳) و همچنین حجم نمونه (۱۷) می‌توانند به عنوان دلایل احتمالی این اختلاف بررسی شوند. افزایش VT به افزایش ظرفیت اکسایشی عضلات فعال، توانایی به کارگیری توده عضلانی بیشتر، توانایی میزان استفاده از چربی برای تولید انرژی به جای کربوهیدرات و همچنین، بهبود آمادگی قلبی-عروقی بستگی دارد. با اینکه گروه تمرین تناوبی شدید افزایش بیشتری را در هر دو آستانه نسبت به گروه تمرین تداومی متوسط تجربه کردند (۲۶).

سازوکارهای احتمالی درگیر در بهبود آستانه لاکتات، افزایش چگالی مویرگی پس از تمرین است که مسافت بین محل تولید لاکتات و دیواره

بحث و نتیجه گیری

هدف از پژوهش حاضر مقایسه دو نوع تمرین HIIT و تداومی هوازی بر شاخص‌های فیزیولوژیکی هوازی و بی‌هوازی مردان غیرفعال بود. بر اساس نتایج مطالعه حاضر افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی، آستانه تهویه‌ای، میانگین توان بی‌هوازی و توان اوج مردان غیرفعال و کاهش درصد چربی پس از دو نوع تمرین HIIT و تداومی هوازی معنی‌دار بوده و تفاوت معنی‌داری بین دو گروه وجود نداشت. همچنین، غلظت CRP، تری گلیسیرید، کلسترول و LDL سرمی به طوری معنی‌داری تنها در گروه HIIT کاهش یافت، در حالی که تغییر معنی‌داری در گروه تمرین هوازی مشاهده نشد.

یافته‌های مطالعه حاضر مبنی بر بهبود برخی شاخص‌های نیمرخ لیپیدی خون نظیر تری گلیسیرید، کلسترول تام و LDL و درصد چربی در راستای نتایج مطالعات ساندو^۱ و همکاران (۲۰۱۸)، خاماماسی^۲ و همکاران (۲۰۱۸) و میرغنی و همکاران (۲۰۱۵) قرار دارد (۱۷-۱۹). در این راستا باید ابراز داشت که کاهش توانایی عضله اسکلتی برای اکسایش و استفاده از چربی‌ها بر اثر چاقی امری ثابت شده است و تمرینات ورزشی با بهبود این توانایی در کاهش سطح چربی‌های در گردش نقش دارد (۲۰). همچنین، علاوه بر شاخص‌های سنتی مانند نیمرخ لیپیدی خون، برخی مطالعات نشان داده‌اند که رابطه و همبستگی قوی بین خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی و افزایش شاخص‌های التهابی فاز حاد مانند CRP وجود دارد (۳).

یافته‌های پژوهش حاضر مبنی بر افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی مردان غیرفعال متعاقب دو نوع تمرین HIIT و تداومی هوازی و کارایی بیشتر تمرین HIIT با نتایج مطالعه خمماسی و همکاران (۲۰۱۸)، سیاهکوهیان و همکاران (۲۰۱۳) و آستورینو^۳ و همکاران (۲۰۱۲) همراستا می‌باشد (۱۰، ۱۸، ۲۱). به عنوان نمونه، سیاهکوهیان و همکاران (۲۰۱۳) نشان داد که تمرینات تناوبی با شدت بالا (۶ تکرار ۳۰ ثانیه‌ای با فاصله استراحت ۴ دقیقه‌ای بین هر تکرار) در مردان غیرفعال و فعال موجب افزایش ۷/۶ درصدی VO_{2max} مردان فعال و افزایش ۱۳/۷ درصدی آن در مردان غیر فعال گردیده است (۱۲). به علاوه، آستورینو و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی اثرات دو هفته تمرینات HIIT بر اساس وینگیت را بر شاخص‌های قلبی-عروقی و VO_{2max} دادند که تمرینات HIIT بطور معنی‌داری باعث بهبود VO_{2max} ، نبض اکسیژن^۴ و برون‌ده توان در مردان و زنان می‌شود که در این مطالعه افزایش حجم ضربه‌ای و برون‌ده قلبی به عنوان دلایل اصلی افزایش VO_{2max} ذکر شده بود (۲۱).

با این حال، برخی مطالعات نیز عدم تاثیر این نوع تمرینات بر حداکثر اکسیژن مصرفی را گزارش نموده‌اند. برای مثال بیگام و همکاران (۲۰۰۴) نتوانستند تغییر معنی‌داری در VO_{2max} پس از اجرای برنامه تمرینی HIIT دویدن در طول ۶ هفته (۳۰-۱۴ تکرار از دوهای ۱۵-۵ ثانیه‌ای با شدت ۹۰-۱۰۰ درصد) را نشان دهند (۱۱).

1 Sanudo

2 Khammassi

3 Astorino

4 pulse O2

Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

5 whyte

6 Larsuen

7 Bogdanis



- int/chp/chronic_disease_report/en. International Journal of Epidemiology. 2006;35(4):1107-.
- Badaam Khaled M, Munibuddin A, Khan S, Choudhari S, Doiphode R. Effect of traditional aerobic exercises versus sprint interval training on pulmonary function tests in young sedentary males: a randomised controlled trial. Journal of clinical and diagnostic research: JCDR. 2013;7(9):1890.
 - Meckel Y, Eliakim A, Seraev M, Zaldivar F, Cooper DM, Sagiv M, et al. The effect of a brief sprint interval exercise on growth factors and inflammatory mediators. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2009;23(1):225-30.
 - Medicine ACoS. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription: Lippincott Williams & Wilkins; 2013.
 - Gibala MJ, McGee SL. Metabolic adaptations to short-term high-intensity interval training: a little pain for a lot of gain? Exercise and sport sciences reviews. 2008;36(2):58-63.
 - Whyte LJ, Gill JM, Cathcart AJ. Effect of 2 weeks of sprint interval training on health-related outcomes in sedentary overweight/obese men. Metabolism. 2010;58-1421(10):9.
 - Burgomaster KA, Hughes SC, Heigenhauser GJ, Bradwell SN, Gibala MJ. Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. Journal of applied physiology. 2005;98(6):1985-90.
 - 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):15-6.
 - Gibala MJ, Little JP, Van Essen M, Wilkin GP, Burgomaster KA, Safdar A, et al. Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. The Journal of physiology. 2006;575(3):901-11.
 - Siahkouchian M, Khodadadi D, Shahmoradi K. Effects of high-intensity interval training on aerobic and anaerobic indices: Comparison of physically active and inactive men. Science & Sports. 2013;28(5):e119-e25.
 - Bickham D, Le Rossignol P. Effects of High-Intensity Interval Training On The Accumulated Oxygen Deficit Of Endurance-Trained Runners. Journal of Exercise Physiology. 2004;7:40-7.
 - Hay J, Maximova K, Durksen A, Carson V, Rinaldi RL, Torrance B, et al. Physical activity intensity and cardiometabolic risk in youth. Archives of pediatrics & adolescent medicine. 2012;166(11):1022-9.
 - Carson V, Rinaldi R, Torrance B, Maximova K, Ball G, Majumdar S, et al. Vigorous physical activity and longitudinal associations with cardiometabolic risk factors in youth. International Journal of Obesity. 2014;38(1):16.
 - Bond B, Gates P, Jackman S, Corless L, Williams C, Barker A. Exercise intensity and the protection from postprandial vascular dysfunction in adolescents. American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology. 2015;308(11):H1443-H50.

مویرگی را کاهش داده و سطح تبادل را افزایش می‌دهد. اجرای تمرینات HIT تجمع لاکتات خون را به تاخیر می‌اندازد که این سازگاری ناشی از افزایش ظرفیت اکسایشی تارهای عضلانی است. همچنین یافته‌های برخی مطالعات حاکی از افزایش آنزیم‌های اکسایشی پس از اجرای تمرینات HIT است (۷). بهبود ظرفیت بافرینگ یون هیدروژن از جمله دیگر دلایل احتمالی افزایش آستانه تهویه‌ای است. افزایش ظرفیت برداشت لاکتات متعاقب اجرای HIT نیز ممکن است یکی از دلایل افزایش آستانه تهویه‌ای باشد.

نتایج مطالعه حاضر مبنی بر تغییرات درصد چربی بدن در این دو نوع تمرین در راستای نتایج مطالعات قلی زاده و همکاران (۲۰۱۶) و سیو و همکاران (۲۰۱۸) است (۲۷، ۲۸). مطالعات بسیاری نشان داده‌اند که تمرینات HIIT باعث بهبود وضعیت ترکیب بدن در مدت زمان کمتری می‌گردد (۲۹، ۳۰). در این راستا، قلی زاده و همکاران (۲۰۱۶) کاهش معنی‌دار چربی، وزن بدن و درصد چربی بدن را پس از یک مداخله شش جلسه‌ای تمرین تناوبی شدید را گزارش نمودند (۲۸).

در این مطالعات سازوکارهای احتمالی کاهش درصد چربی متعاقب تمرینات HIIT، افزایش اکسیداسیون چربی حین و پس از فعالیت ورزشی و کاهش اشتها پس از فعالیت ورزشی ذکر شده است. تمرینات HIIT موجب کاهش و در برخی موارد مهار گلیکوژنولیز بی هوازی و افزایش بازسازی ATP از طریق افزایش تجزیه PCr و ذخایر تری آسید گلیسرول درون عضلانی گردیده است. سایر سازوکارهای بیان شده شامل نقش احتمالی افزایش کاتکولامین‌ها طی و پس از تمرین HIIT است که می‌تواند افزایش اکسیداسیون چربی پس از جلسه تمرین ورزشی HIIT را تحت تاثیر قرار دهد. افزایش هورمون رشد پس از یک وهله تمرین HIIT مشاهده شده است که ممکن است در افزایش اکسیداسیون چربی پس از این نوع تمرینات ورزشی سهیم باشد. دیگر دلیل احتمالی کاهش اشتها ناشی از افزایش درجه حرارت بدن پس از این نوع تمرینات بیان شده است که به کاهش دریافت غذایی و در نتیجه کاهش وزن و چربی بدن می‌انجامد (۳۱).

با توجه تاثیر مشاهده شده تمرینات بی هوازی تناوبی بر درصد چربی افراد غیرفعال این مطالعه می‌توان به افراد غیرفعال که دارای زمان کافی برای انجام تمرینات ورزشی منظم نمی‌باشند انجام این نوع تمرینات را برای بهبود درصد چربی و ترکیب بدنی توصیه نمود. با توجه به نتایج حاصله از تحقیق می‌توان به افراد کم تحرک و مربیان ورزشی پیشنهاد کرد که برنامه تمرین HIIT را به عنوان یک برنامه کم حجم و دارای اثربخشی بالا که با پیشرفت سریع و همزمان عوامل آمادگی هوازی و بی‌هوازی همراه است را به عنوان روشی برای ارتقا و بهبود آمادگی جسمانی و سلامتی خویش در نظر گیرند.

تشکر و قدردانی

قدردانی: مطالعه حاضر حاصل پایان‌نامه دانشجویی کارشناسی ارشد در دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تبریز می‌باشد. از تمام افرادی که در این تحقیق همکاری کرده‌اند، تقدیر و تشکر به عمل می‌آید.

منابع

- Tunstall-Pedoe H. Preventing Chronic Diseases. A Vital Investment: WHO Global Report. Geneva: World Health Organization, 2005. pp 200. CHF 30.00. ISBN 92 4 1563001. Also published on <http://www.who>.

- jump and sprint performances in active female students. *Journal of Sport in Biomotor Sciences*. 2012;8(2):23-31.
24. Weston AR, Myburgh KH, Lindsay FH, Dennis SC, Noakes TD, Hawley JA. Skeletal muscle buffering capacity and endurance performance after high-intensity interval training by well-trained cyclists. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 1996;75(1):7-13.
 25. Bogdanis GC, Nevill ME, Boobis LH, Lakomy H. Contribution of phosphocreatine and aerobic metabolism to energy supply during repeated sprint exercise. *Journal of Applied Physiology*. 1996;80(3):876-84.
 26. Laursen PB, Blanchard MA, Jenkins DG. Acute high-intensity interval training improves Tvent and peak power output in highly trained males. *Canadian Journal of Applied Physiology*. 2002;27(4):336-48.
 27. Siu P, Chin E, Wong S, Fong D, Chan D, Ngai H, et al. Low-frequency High-intensity Interval Training (hiit) Improves Cardiorespiratory Fitness and Body Composition in Overweight Adults: 888 Board# 149 May 30 3. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2018;50(5S):203.
 28. Gholizadeh M, Kordi M, Akbarnejad A. Comparison of Two High-Intensity Interval Training (HIIT) For Two Weeks on Fat Oxidation, Body Fat Percentage and VO2max in Overweight Young Males. *J Educ Community Health*. 2016;3(2):47-53.
 29. Heydari M, Freund J, Boutcher SH. The effect of high-intensity intermittent exercise on body composition of overweight young males. *Journal of obesity*. 2012;2012.
 30. Wewege M, Van Den Berg R, Ward R, Keech A. The effects of high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on body composition in overweight and obese adults: a systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*. 2017;18(6):635-46.
 31. Gaitanos GC, Williams C, Boobis LH, Brooks S. Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *Journal of applied physiology*. 1993;75(2):712-9.
 15. Joyner MJ, Green DJ. Exercise protects the cardiovascular system: effects beyond traditional risk factors. *The Journal of physiology*. 2009;587(23):5551-8.
 16. Bond B, Cockcroft EJ, Williams CA, Harris S, Gates PE, Jackman SR, et al. Two weeks of high-intensity interval training improves novel but not traditional cardiovascular disease risk factors in adolescents. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*. 2015;309(6):H1039-H47.
 17. Sanudo B, Munoz T, Davison GW, Lopez-Lluch G, del Pozo-Cruz J. High-Intensity Interval Training Combined With Vibration and Dietary Restriction Improves Body Composition and Blood Lipids in Obese Adults: A Randomized Trial .Dose-Response. 2018;16(3):1559325818797015.
 18. 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.
 19. Mirghani S, Yousefi M. The effect of interval recovery periods during HIIT on liver enzymes and lipid profile in overweight women. *Science & Sports*. 2015;30(3):147-54.
 20. Berggren JR, Boyle KE, Chapman WH, Houmard JA. Skeletal muscle lipid oxidation and obesity: influence of weight loss and exercise. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*. 2008;294(4):E726-E32.
 21. Astorino TA, Allen RP, Roberson DW, Jurancich M. Effect of high-intensity interval training on cardiovascular function, VO2max, and muscular force. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2012;26(1):138-45.
 22. Astorino TA AR, Roberson DW, Jurancich M. Effect of high -intensity interval training on cardiovascular function, V-o2max, and muscular force. *J Strength Cond Res* 2012;1(26):138-45.
 23. Khodai K BN, Rastegar Moghadam Mansori SM. The effect of short-term high intensity interval training (HIIT) on some cardiovascular indices, anaerobic power output,