

مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش

سال هفتم، شماره دوم؛

پاییز و زمستان ۱۳۹۹؛ صفحات ۸۸-۸۱

مقاله پژوهشی

تأثیر هشت هفته تمرین تناوبی با شدت بالا و تمرین تداومی با شدت متوسط بر سطوح GDF-15، تروپونین و CRP پلاسمای مردان جوان چاق

عبدالحق ریگی^{۱*}، محسن غفرانی^۲، معصومه هلالی زاده^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۱۶

چکیده

هدف: هدف از انجام این پژوهش بررسی تأثیر هشت هفته تمرین تناوبی با شدت بالا (HIIT) و تداومی با شدت متوسط (MICT) بر مقادیر GDF-15، تروپونین و CRP مردان جوان چاق بود. **روش شناسی:** ۴۵ مرد جوان چاق با شاخص توده بدنی بیشتر از ۳۰، به روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند و به شیوه تصادفی در ۳ گروه ۱۵ نفره شامل HIIT، MICT و کنترل تقسیم شدند. آزمودنی‌های گروه‌های HIIT و MICT تمرینات را به مدت ۸ هفته و هر هفته سه جلسه انجام دادند. خون‌گیری از همه آزمودنی‌ها متعاقب ۱۰ ساعت ناشتایی شبانه در دو مرحله: ۱. ۲۴ ساعت قبل از شروع مطالعه و ۲. ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی انجام شد. آزمون One way ANOVA و آزمون تعقیبی توکی برای بررسی تغییرات بین گروهی و آزمون t وابسته برای بررسی تغییرات درون گروهی، در سطح معناداری $P < 0.05$ استفاده شد. **یافته‌ها:** نتایج نشان داد تمرین HIIT روی سطوح پلاسمایی GDF-15، تروپونین I و CRP در مقایسه با گروه کنترل تفاوت معناداری ایجاد کرد ($P < 0.05$). در گروه MICT نیز سطوح پلاسمایی GDF-15 و CRP در مقایسه با گروه کنترل تغییر معنادار نشان داد ($P < 0.05$)، اما مقدار تروپونین I تغییر معناداری نشان نداد ($P > 0.05$). بالینحال، تفاوت معناداری بین تأثیر HIIT و MICT بر مقادیر پلاسمایی GDF-15 و CRP مشاهده نشد ($P > 0.05$).

نتیجه‌گیری: تمرین HIIT و MICT موجب بهبود مقادیر پلاسمایی GDF-15 و CRP مردان جوان چاق می‌شود؛ اما شاخص تروپونین I تنها در اثر تمرین HIIT کاهش می‌یابد. بنابراین، احتمالاً آثار سودمند تمرین HIIT در بهبود شاخص‌های آسیب سلولی پر رنگ‌تر است.

واژه‌های کلیدی: HIIT، MICT، GDF-15، CRP، تروپونین I



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

۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران. (نویسنده مسئول): ایمیل:

khadeg1372@gmail.com

۲. دانشیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.

۳. استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی، پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی، تهران، ایران.

نحوه ارجاع: عبدالحق ریگی، محسن غفرانی، معصومه هلالی‌زاده. تأثیر هشت هفته تمرین تناوبی با شدت بالا و تمرین تداومی با شدت متوسط بر سطوح GDF-15، تروپونین و CRP پلاسمای مردان جوان چاق. مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش ۱۳۹۹؛ ۷(۲): ۸۸-۸۱.

Original Article

The Effect of 8 Weeks High Intensity Interval Training and Moderate-Intensity Continuous Training on Plasma GDF-15, Troponin and hs-CRP in Obese Young Men

Abdolhagh Rigi^{*1}, Mohsen Ghofrani², Masoumeh Helalizadeh³

Received 2020 February 1

Accepted 2021 January 5

Abstract

Aim: The aim of this study was to investigate the effect of 8 weeks high intensity interval training (HIIT) and moderate intensity continuous training (MICT) on plasma GDF-15, troponin and hs-CRP in young fat males. **Methods:** 45 obese youth males (BMI \geq 30) were selected purposefully and divided into three groups of HIIT (15 patients), MICT (15 patients) and control (15 people). Blood samples were taken from all subjects after 10 hours of overnight fasting in two stages: 1. 24 hours before starting the training program, 2. 48 hours after the last exercise session. Data analysis was done by one-way ANOVA test with Tukey post-hoc test and dependent T test. All statistical analysis was done at a significant level of $P\leq 0.05$ by SPSS software version 20. **Results:** Based on the results, plasma levels of GDF-15, troponin I and CRP in HIIT group showed a significant difference compared to the control group ($P < 0.05$). Plasma levels of GDF-15 and CRP also changed significantly in the MICT group ($P < 0.05$), but troponin I level did not change significantly ($P > 0.05$). Also, there was no significant difference between the effect HIIT and MICT on plasma GDF-15 and CRP levels ($P > 0.05$). **Conclusion:** HIIT and MICT improved the plasma levels of GDF-15 and CRP in obese young men. However, the Troponin I index only decreased following HIIT. Therefore, the beneficial effects of HIIT are likely to be more pronounced in improving cellular injury markers.

Keywords: HIIT, MICT, GDF-15, Troponin I, CRP



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

1. MS in Exercise Physiology, Faculty of Exercise Physiology and Sport Sciences, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran. (Corresponding Author): Email: khadeg1372@gmail.com

2. Associated Professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran.

3. Assistant Professor in Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, Sport Sciences Research Institute, Tehran, Iran.

Cite as: Abdul Haq Rigi, Mohsen Ghofrani, Masoumeh Helalizadeh. The effect of eight weeks of high-intensity intermittent training and moderate-intensity continuous training on plasma levels of GDF-15, troponin and CRP in obese young men. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*. 2020; 7(2): 81-88.



مقدمه

با وجود یافته‌های متعدد مبنی بر رابطه بین فعالیت بدنی و کاهش آسیب‌های قلبی عروقی به دنبال فعالیت ورزشی منظم، اطلاعات متناقضی درباره تأثیر فعالیت شدید روی دستگاه قلب و عروق وجود دارد، به طوری که حتی گزارش شده است که فعالیت بدنی شدید برای عملکرد قلبی خطرات بالقوه‌ای به همراه دارد که معمولاً حدود یک ساعت بعد از ورزش افزایش می‌یابند (۴).

از سوئی، تروپونین^{۱۰} یک مارکر مهم بیماری قلبی است که حاوی کمپلکسی شامل ۳ زیر واحد TnI، TnC، TnI می‌باشد که هر سه در شبکه‌های انقباضی ماهیچه‌های مخطط قرار گرفته‌اند و به صورت آزاد در جریان خون وجود ندارند. هر سه به عنوان یک مارکر اختصاصی سکنه‌های قلبی حاد کاربرد دارند ولی از این بین، تروپونین^{۱۱} اختصاصی‌تر از ۲ جزء دیگر می‌باشد. (۲). تروپونین I یک زیر واحد مهمی است که واکنش‌های تعدیل شده به وسیله کلسیم که بین اکتین^{۱۲} و میوزین^{۱۳} صورت می‌گیرد را تنظیم می‌کند. این مارکر در حالت عادی غلظتی زیر ۰/۲ در جریان خون دارد ولی در صورت بروز حمله قلبی از ماهیچه‌های مخطط قلب آزاد شده و میزان آن در خون بالا می‌رود. غلظت تروپونین حدود ۴-۶ ساعت اول حمله قلبی شروع به افزایش کرده و بعد از ۲۴-۱۰ ساعت به حداکثر میزان خود می‌رسد و تا ۱۰ روز بعد از حمله قلبی نیز قابل ردیابی است. میزان این مارکر در حین فعالیت ورزشی و یا سایر آسیب‌های ماهیچه‌ای و اسکلتی افزایش نمی‌یابد و بنابراین به عنوان یک مارکر قابل اطمینان در بررسی انفارکتوس‌های حاد قلبی می‌باشد (۵).

به علاوه، افزایش CRP^{۱۴} در واکنش‌های التهابی، نشان دهنده شدت پاسخ سیستم ایمنی در فاز حاد می‌باشد (۶) و بررسی آن در افراد چاق در پاسخ به تمرین می‌تواند به عنوان یک برآورد مناسب از وضعیت التهاب تحت بالینی سیستمیک باشد. ولی با توجه به کمبود اطلاعات مستقیم در مورد تأثیر شدت تمرینات ورزشی هوازی بر عوامل خطرزای قلبی عروقی در نوجوانان چاق، هدف این تحقیق بررسی تأثیر هشت هفته تمرین HIIT و MICT بر سطوح GDF-15، تروپونین و CRP جوانان پسر چاق بود که انتظار می‌رود اطلاعات آن از اهمیت کاربردی ویژه‌ای در جمعیت نوانان برخوردار باشد.

روش پژوهش

مطالعه حاضر از نوع نیمه تجربی و با روش پیش‌آزمون-پس‌آزمون انجام شد. نمونه آماری این تحقیق ۴۵ مرد جوان چاق با میانگین سنی ۲۱/۴۲ ± سال و شاخص توده بدنی بیشتر از ۳۰ بودند که به روش نمونه‌گیری هدفمند از طریق توزیع فراخوان در سطح شهر زاهدان انتخاب

چاقی به‌عنوان شایع‌ترین بیماری خاموش قرن حاضر بیش از ۶۰ درصد افراد جهان را مبتلا کرده و به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل تشدیدکننده مشکلات فیزیولوژیکی، ژنتیکی، روانی و فرهنگی به شمار می‌رود. این عارضه با مشخصه التهاب سیستمی خفیف همراه است و التهاب، سازوکار اصلی ایجاد تصلب شرایین، بیماری‌های قلبی عروقی، دیابت و اختلالات متابولیکی وابسته به چاقی مانند سندروم متابولیکی است. در این وضعیت، شاخص‌های التهابی مانند آدیپوکاین‌ها، سایتوکاین‌های پیش التهابی و پروتئین‌های مرحله حاد، در خون افزایش می‌یابند. تمرینات ورزشی هوازی از طریق افزایش اکسیژن در دسترس و آنزیم‌های درگیر در اکسیداسیون هوازی، سوسترای چربی را با سهولت بیشتری در دسترس چرخه متابولیکی قرار می‌دهند. این تمرینات، تأثیر مطلوب خود را از طریق افزایش به‌حرکت درآمدن FFA، تحریک انتقال معکوس کلسترول از کبد به پلاسما در پاسخ به تمرین، مصرف و تجزیه بیشتر چربی‌های خون و کاهش رسوب چربی در سطح بافت و عروق اعمال می‌کنند. GDF-15^۱ آزاد شده از ماکروفاژها، کبد^۲ و بافت چربی سفید^۳ ممکن است به عنوان یک تنظیم‌کننده متابولیک عمل کند. GDF-15 به عنوان آدیپوکین مانند آدیپونکتین و لپتین عمل می‌کند و به این ترتیب نیز به عنوان کاردیوکین^۴ نامیده شده است. آدیپوکاین‌ها به طور کلی متابولیسم چربی و گلوکز را تنظیم می‌کنند، حساسیت انسولین را تنظیم می‌کنند، مصرف غذا و وزن بدن را تنظیم می‌کنند و از التهاب مزمن^۵ در بافت چربی محافظت می‌کنند (۱). اخیراً پژوهشگران دریافته‌اند که GDF-15 مصرف غذا، وزن بدن و چاقی را کاهش می‌دهد و تحمل گلوکز را در رژیم‌های معمولی و چاقی افزایش می‌دهد. سطح پلاسمایی GDF-15 در زنان دیابتی نوع ۲ چاق افزایش یافته و با شاخص توده بدنی^۶ (BMI)، چربی بدن، گلوکز و C پروتئین‌های واکنشی ارتباط دارد. برخی مطالعات نشان داده میانگین GDF-15 پلاسمای میان دوقطبی^۸ (IQR) در بیماران چاق ۴۲۷ (۳۴۴-۶۲۶) نانوگرم در میلی‌لیتر در مقایسه با گروه کنترل ۳۰۹ ng/ml (۲۷۱-۴۱۱) گزارش شده است (۲). افزایش سطح GDF-15 به شدت با نسبت دور کمر به قد، سن، فشار خون شریانی، تری‌گلیسرید، کراتینین، گلوکز، انسولین، هموگلوبین گلیکوزیله (HbA1c) و CRP همبستگی داشت، اما بین سن، مقاومت به انسولین و کراتینین با مقدار GDF-15 بیماران چاق همبستگی مشاهده نشده (۲). به علاوه، GDF-15 یک هدف جدید درمانی در پیشگیری و درمان چاقی و مقاومت به انسولین است که با تعدیل فعالیت متابولیسم از طریق افزایش بیان ژن‌های ترموژنیک و لیپولیتیک در بافت چربی قهوه‌ای^۹ (BAT) و بافت چربی سفید (WAT) همراه است (۳).

8- Bipolar plasma

9 - Brown adipose tissue

10 - Troponin

11- Troponin I

12 - Actin

13 - Myosin

14- C-Reactive Protein

1- Growth Differentiation Factor-15

2- macrophages

3 - liver

4 - White adipose tissue

5- Cardioquin

6- Chronic inflammation

7- Body Mass Index

و زمان استراحت ۱ دقیقه و به تدریج ۵ درصد ضربان قلب بیشینه و ۶۰ ثانیه به زمان‌های استراحت در هر هفته تمرین تا پایان هفته هشتم انجام شد. پروتکل تمرین تداومی با شدت متوسط در اولین جلسه، تمرین با شدت ۴۰ درصد ضربان قلب ذخیره آغاز شد و به تدریج با پیشرفت آمادگی آزمودنی‌ها، هر هفته ۵ درصد بر شدت تمرین افزوده شد و پس از رسیدن آزمودنی‌ها به شدت ۶۰ درصد ضربان قلب ذخیره، این وضعیت تا پایان پروتکل حفظ شد. گروه کنترل در طول دوره پژوهش در هیچ برنامه تمرینی شرکت نداشتند. خون‌گیری از همه آزمودنی‌ها در حالت ناشتا، ۲۴ ساعت قبل از شروع مطالعه و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی انجام شد. برای توصیف داده‌های پژوهش از آمار توصیفی نظیر میانگین و انحراف استاندارد استفاده شد و برای آزمون فرضیه‌های تحقیق پس از اطمینان از نرمال بودن داده که با استفاده از آزمون کالموگراف-اسمیرنوف انجام شد، از آزمون t وابسته برای مقایسه درون گروهی و آزمون One Way ANOVA برای مقایسه بین گروهی و در صورت معناداری از آزمون تعقیبی توکی برای بررسی تفاوت بین گروهی استفاده شد. کلیه کارهای آماری پژوهش با استفاده از نرم افزار SPSS 20 در سطح معناداری $P < 0/05$ انجام گرفت.

شدند و همگی آن‌ها با پر کردن فرم رضایت نامه بصورت داوطلبانه در تحقیق شرکت کردند. پس از آن، آزمودنی‌ها به شیوه تصادفی در ۳ گروه ۱۵ نفره شامل: تمرین تناوبی با شدت زیاد، تمرین تداومی با شدت متوسط و گروه کنترل تقسیم‌بندی شدند. شرایط خروج از مطالعه شامل مصرف سیگار، ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی، فشار خون بالا، بیماری‌های تنفسی، بیماری‌های عضلانی و اسکلتی و دیابت بود. برای تعیین و اندازه‌گیری میزان CRP، GDF-15 و تروپونین به ترتیب از کیت GDF-15-ELISA، کیت CRP شرکت پارس آزمون HITACHI 902 و کیت TOYO TROPONIN I استفاده شد. جهت انجام تمرینات، گروه‌های تمرین مطابق جدول شماره ۱ و ۲ به مدت ۲۴ جلسه طی ۸ هفته و در هر جلسه به صورت یک روز در میان (۳ روز در هفته) بین ساعات ۸ تا ۱۰ صبح، تحت تمرینات ورزشی قرار گرفتند. ابتدا آزمودنی‌ها طی دو جلسه با نحوه تمرین تناوبی با شدت زیاد و تداومی با شدت متوسط آشنا شدند. نکات ایمنی مربوط و نحوه اجرای پروتکل تمرینی توضیح داده شد. شدت تمرینات در طول تمرین با استفاده از ضربان سنج پلار کنترل شد. تمرینات در هفته اول، با شدت ۵۵ درصد ضربان قلب بیشینه و زمان انجام فعالیت ۳۰ ثانیه با ۲ تکرار انجام شد. در ادامه، هر هفته ۵ درصد به شدت ضربان قلب بیشینه و ۳۰ ثانیه به زمان و هر دو هفته یک تکرار به تعداد تکرارها افزوده شد. شدت استراحت در هفته اول ۳۰ درصد ضربان قلب بیشینه بود.

جدول ۱. برنامه تمرین تناوبی با شدت بالا

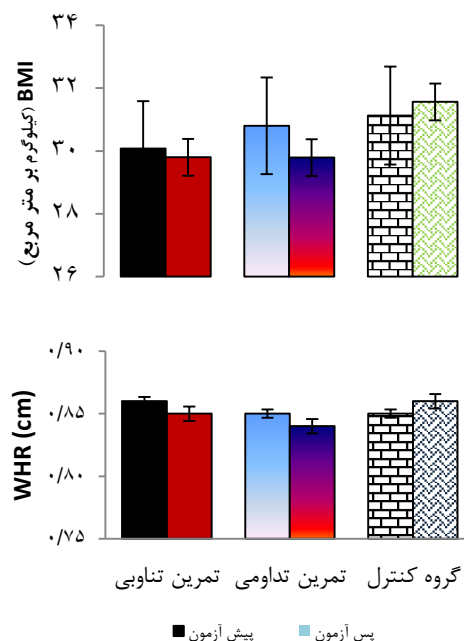
جلسات تمرین	شدت تمرین	شدت استراحت	زمان فعالیت	زمان استراحت	تعداد تکرار
هفته اول	۵۵ درصد	۳۰ درصد	۳۰ ثانیه	۱ دقیقه	۲
هفته دوم	۶۰ درصد	۳۵ درصد	۱ دقیقه	۱ دقیقه و ۳۰ ثانیه	۲
هفته سوم	۶۵ درصد	۴۰ درصد	۱ دقیقه و ۳۰ ثانیه	۲ دقیقه	۳
هفته چهارم	۷۰ درصد	۴۵ درصد	۲ دقیقه	۲ دقیقه و ۳۰ ثانیه	۳
هفته پنجم	۷۵ درصد	۵۰ درصد	۲ دقیقه و ۳۰ ثانیه	۳ دقیقه	۴
هفته ششم	۸۰ درصد	۵۵ درصد	۳ دقیقه	۳ دقیقه و ۳۰ ثانیه	۴
هفته هفتم	۸۵ درصد	۶۰ درصد	۳ دقیقه و ۳۰ ثانیه	۴ دقیقه	۵
هفته هشتم	۹۰ درصد	۶۵ درصد	۴ دقیقه	۴ دقیقه و ۳۰ ثانیه	۵

جدول ۲. برنامه تمرین تداومی با شدت متوسط

جلسات تمرین	شدت تمرین	زمان فعالیت
هفته اول	۴۰ درصد	۴۰ دقیقه
هفته دوم	۴۵ درصد	۴۰ دقیقه
هفته سوم	۵۰ درصد	۴۵ دقیقه
هفته چهارم	۵۵ درصد	۴۵ دقیقه
هفته پنجم	۶۰ درصد	۵۰ دقیقه
هفته ششم	۶۵ درصد	۵۰ دقیقه
هفته هفتم	۷۰ درصد	۵۵ دقیقه
هفته هشتم	۷۵ درصد	۵۵ دقیقه

یافته‌ها

عبارتی بین ۸ هفته تمرین تناوبی با شدت زیاد بر روی سطوح پلاسمایی GDF-15، تروپونین I و CRP جوانان پسر چاق در مقایسه با قبل از تمرین تفاوت معناداری وجود دارد. نتایج این یافته با نتایج برخی مطالعات همخوان می‌باشد (۷،۸،۹). از طرفی نتایج این یافته با نتایج تحقیق کامل و همکاران (۲۰۰۹) همخوان نمی‌باشد (۱۰). بوچلا^۱ و همکاران (۲۰۱۱) تحقیقی با عنوان اثر افزایش تمرین قدرتی به تمرین هوازی اینتروال بر قدرت عضلات و ترکیب بدن بیماران مبتلا به نارسایی قلبی مزمن انجام دادند و در آن عنوان نمودند که کاهش توده عضله و قدرت عضلات یک مشکل متداول در بین بیماران مبتلا به نارسایی قلبی مزمن (CHF) می‌باشد و تمرین استقامتی در بهبود توانایی آنها هنگام ورزش مؤثر است (۱۱). در این مطالعه ۲۰ بیمار CHF به طور تصادفی در دو گروه تمرین هوازی (۱۰ نفر) و گروه ترکیبی تمرین هوازی و تمرین قدرتی (۱۰ نفر) قرار گرفتند. گروه هوازی تحت عنوان اینتروال هوازی روی ارگومتر و در گروه دیگر تمرینات قدرتی برای گروه‌های عضلانی مختلف از جمله چهار سر ران، همسترینگ، عضله دو سر بازو و عضلات دلتوئید گنجانده شد. زمان تمرین هر دو گروه یکسان در نظر گرفته شد، ترکیب بدن توسط اشعه X و قدرت عضله چهار سر با تست مجموع دو تکرار بیشینه برای هر پا مورد سنجش قرار گرفت. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که در ارتباط با توده بدون چربی پا، تغییر معنی‌داری در افراد و یا بین گروه‌ها مشاهده نشد ($P > 0.05$). اما عملکرد هر دو گروه در تست دو تکرار بیشینه بهبود یافت ($P < 0.05$). در حالی که تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها نیز مشاهده گردید ($P < 0.05$) و لذا گزارش شد که ترکیب تمرینات هوازی اینتروال و تمرینات قدرتی نسبت به تمرینات اینتروال به تنهایی، دارای اثرات سودمندتری بر روی قدرت عضلات در بیماران CHF می‌شود. بنابراین نتایج این مطالعه با مطالعه حاضر ناهمسو می‌باشد. کامل و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی خود پی بردند که دوازده ماه تمرین تناوبی، هفته‌ای شش روز به مدت ۶۰ دقیقه با شدت ۶۰ درصد اثر معناداری بر CRP و HRmax تا ۸۵ درصد نداشت. بنابراین نتایج این مطالعه با مطالعه حاضر ناهمسو می‌باشد (۱۲). بنابراین با مرور پیشینه پژوهش، اطلاعات متناقضی در زمینه تأثیر تمرین مقاومتی بر شاخص‌های قلبی-عروقی دیده می‌شود که این ابهامات شاید تحت تأثیر عواملی همچون نوع، مدت و شدت تمرین و وضعیت آزمودنی‌های تحقیق (سن، جنس، سطح آمادگی جسمانی) بوده که دلایلی برای عدم همسویی نتایج است. نتایج آزمون تی زوجی که به منظور بررسی مقایسه تغییرات شاخص‌های التهابی بر اثر مداخله‌های تحقیق حاضر بود، نشان دهنده تفاوت معنادار بین گروه‌های تحقیق می‌باشد ($P < 0.05$). به عبارتی بین اثر ۸ هفته تمرین تداومی با شدت متوسط بر روی سطوح پلاسمایی GDF-15، تروپونین I و CRP جوانان پسر چاق در مقایسه با قبل از تمرین تفاوت معناداری وجود دارد. نتایج این یافته با نتایج تحقیقات برخی محققان همخوان می‌باشد (۱۳،۱۴،۱۵). همچنین، نتایج این یافته با نتایج تحقیقات ویلیامز و همکاران (۲۰۰۹) در تحقیق بر روی ۱۰ دوچرخه سوار نخبه شرکت کننده در تور دو فرانس تغییری در مقادیر تروپونین آزمودنی‌ها در قبل، هنگام و دو روز بعد از مسابقه مشاهده نکردند، ناهمسو بود. رزمجو و همکاران (۱۳۸۸)، در تحقیقی تحت عنوان اثر حاد و مزمن دو نوع تمرین مقاومتی هرمی و هرمی واژگون بر برخی از شاخص‌های پلاسمایی آسیب سلولی در دختران غیرورزشکار، تقسیم شدند. نتایج تحقیق نشان داد که CRP در هر دو گروه کاهش معناداری داشت. بنابراین این مطالعه با مطالعه حاضر همسو می‌باشد.



شکل ۱: شاخص توده بدن و WHR آزمودنی‌ها

جدول ۳: نتایج آزمون تی زوجی مقادیر GDF-15، تروپونین I و CRP پس از ۸ هفته تمرین تناوبی با شدت بالا در مقایسه با مقادیر قبل از تمرین

متغیر	گروه	میانگین	انحراف استاندارد	P
GDF-15	تناوبی با شدت زیاد	۲۳۵/۰۶۷	۷۸/۰۵۳	**۰/۰۰۱
	تداومی با شدت متوسط	۱۸۵/۸۶۷	۱۰۶/۳۰۳	**۰/۰۰۱
تروپونین	تناوبی با شدت زیاد	-۰/۰۱۹	۰/۰۰۶	**۰/۰۰۱
	تداومی با شدت متوسط	-۰/۰۲۰	۰/۰۰۴۹	**۰/۰۰۱
CRP	تناوبی با شدت زیاد	۱/۱۵۲	۰/۶۳۶	**۰/۰۰۱
	تداومی با شدت متوسط	۱/۰۶۴	۰/۴۹۳	**۰/۰۰۱

** $P < 0.05$

نتایج تحلیل آماری نشان داد که بین میانگین نمرات قبل و بعد از برنامه تمرینی هر دو گروه تمرینات تداومی با شدت متوسط و تناوبی با شدت زیاد در هر سه فاکتور GDF-15، تروپونین I و CRP معناداری است ($P < 0.05$). در ادامه تحلیل آماری آزمون تی مستقل نشان داد که تفاوت معناداری در سطوح پلاسمایی GDF-15، تروپونین I و CRP جوانان پسر چاق در مقایسه با گروه کنترل وجود دارد ($P < 0.05$). نتایج نشان داد که تمرین تداومی با شدت متوسط تفاوت معناداری را در نشانگرهای آسیب سلولی (GDF-15 و CRP) ایجاد کرده است ($P < 0.05$), اما این تغییر در فاکتور تروپونین I معنادار نبود ($P = 0.25$). همچنین نتایج تحلیل داده‌ها نشان داد که تمرینات تناوبی شدید در مقایسه با تمرینات تداومی با شدت متوسط تفاوت معناداری در غلظت نشانگرهای آسیب سلولی نشان نمی‌دهد ($P > 0.05$).

بحث و نتیجه گیری

نتایج آزمون تی زوجی که به منظور بررسی مقایسه تغییرات شاخص‌های التهابی بر اثر مداخله‌های تحقیق حاضر بود، نشان دهنده تفاوت معنادار بین گروه‌های تحقیق می‌باشد ($P < 0.05$). بنابراین فرضیه تحقیق تایید می‌شود. به

بررسی تأثیر یک دوره تمرین هوازی تناوبی و تداومی بر شاخص التهابی پیشگویی بیماری‌های قلبی - عروقی HS-CRP و رابطه آن با درصد چربی بدن پسران غیر ورزشکار انجام دادند. نتایج نشان داد که بین HS-CRP قبل و بعد از تمرین هیچ یک از گروه‌ها تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. درصد چربی بدن قبل و بعد از دوره تمرین در دو گروه تداومی و تناوبی تفاوت معنی‌دار داشت ($P \leq 0/05$) (۱۴). در مقایسه دو روش تمرینی هوازی تداومی و تناوبی تفاوت معنی‌داری در مقادیر HS-CRP مشاهده نشد. در نهایت در مرحله بعد از تمرین فقط در گروه تداومی این رابطه معنی‌دار بود ($P > 0/05$). لذا با توجه به نتایج به دست آمده، بنابراین نتایج این مطالعه با مطالعه حاضر ناهمسو می‌باشد. همچنین نتایج این یافته با نتایج تحقیقات کاشف و همکاران (۱۳۹۱)، ویلیامز و همکاران (۲۰۰۹) ناهمخوان می‌باشد. با بررسی و مقایسه دقیق‌تر این تحقیقات برخی دلایل احتمالاً این اختلاف نتیجه را می‌توان به اختلاف در سن و تعداد آزمودنی‌ها، تفاوت در میانگین شاخص توده بدن، نوع تمرین هوازی و شدت انجام آن نسبت داد که در این تحقیقات قابل مشاهده می‌باشد. در مقابل مطالعه ای دیگر نشان داده افزایش شاخص‌های آسیب قلبی از جمله تروپونین I ورزشکاران با افزایش زمان فعالیت استقامتی همبستگی دارد (۸). در بررسی پیشینه این پژوهش مشخص شد که مطالعات متعددی تأثیر زمان فعالیت ورزشی بر عوامل مختلف فیزیولوژیکی و عوامل خطرزای قلبی-عروقی از جمله پلاکت‌ها، لیپوپروتئینها، ایمنوگلوبینها، کورتیزول و ضربان قلب را ارزیابی کرده اند، لیکن هیچ تحقیقی توسط محقق مبنی بر بررسی تأثیر زمان فعالیت ورزشی بر تروپونین I مشاهده نشد.

در مجموع از تحقیقات انجام شده مشخص می‌گردد که رابطه بین فعالیت ورزشی و شاخصهای آسیب قلبی از جمله تروپونین از اهمیت زیادی برخوردار است و آزمودنی‌های تحقیقات موجود نیز عمدتاً افراد جوان یا ورزشکار هستند. همچنین اکثر تحقیقات روی دوندگان استقامتی، ورزشکاران سه‌گانه و شناگران بوده است که الگوی فعالیت در آن‌ها تداومی و یکنواخت است. به عبارت دیگر شواهد رهایش تروپونین‌های قلبی به دنبال فعالیت استقامتی طولانی مدت توسط تعداد زیادی از محققان گزارش شده است.

نتیجه‌گیری

به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که چاقی و انکشی پیچیده بین عوامل ژنتیک- فیزیولوژی، وضعیت اجتماعی- اقتصادی و فرهنگی است. عوامل محیطی و ژنتیکی متعددی بروز و نیز شدت چاقی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۱). شیوع چاقی عملاً در تمام جوامع و گروه‌های سنی در جهان با سرعتی هشدار دهنده در حال افزایش است. چاقی تبدیل به مهم‌ترین عامل قابل پیشگیری ایجادکننده بیماری و مرگ و میر شده است (۲). چاقی منجر به بیماری و مرگ و میر قابل ملاحظه ناشی از بیماری‌های مربوط به وزن و کاهش کیفیت زندگی است (۱۵). موجب بیماری‌های فشارخون، دیابت نوع دو، افسردگی، بیماری‌های قلبی عروقی، انواع سرطان می‌شود (۱۶). رژیم غذایی و ورزش نقش مهمی در کاهش وزن دارند و موفقیت در یک یا هر دو حوزه نامبرده مستلزم تغییرات رفتاری است. فعالیت ورزشی منظم می‌تواند با تغییرات فیزیولوژیکی مناسب منجر به افزایش متابولیسم چربی و کاهش وزن همراه باشد. بنابراین با توجه به نقش مهم شاخص‌های آسیب سلولی در بدن و تأثیر ورزش بر این شاخص‌ها می‌توان نتیجه گرفت که ۸ هفته تمرین تناوبی با شدت زیاد و تداومی با شدت متوسط بر روی سطوح پلاسمایی GDF-15، تروپونین و CRP جوانان پسر چاق به یک مقدار موثر است.

نتایج آزمون تی مستقل که به منظور بررسی مقایسه تغییرات شاخص‌های التهابی بر اثر مداخله‌های تحقیق حاضر بود، نشان دهنده تفاوت معنادار بین گروه‌های تحقیق می‌باشد ($P < 0/05$). به عبارتی بین ۸ هفته تمرین تناوبی با شدت زیاد بر روی سطوح پلاسمایی GDF-15 و CRP و تروپونین I جوانان پسر چاق در مقایسه با گروه کنترل تفاوت معناداری دارد. نتایج این یافته با نتایج تحقیقات حیدری و همکاران (۲۰۱۲)، کامیل و همکاران (۲۰۰۹) و فاکس و همکاران (۱۹۷۴) همخوان می‌باشد (۹، ۱۰، ۱۲). حیدری و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی اثر تمرین تناوب با شدت زیاد بر ترکیب بدن مردان جوان دارای پرداختند و در نهایت به این نتیجه دست یافتند که دوازده هفته HIIE باعث کاهش معنی‌داری در چربی کل بدن، ناحیه شکمی، تنه، و توده‌ی چربی احشایی و افزایش معنی‌داری در توده بدون چربی و توان هوازی و کاهش شاخص CRP می‌شود (۹). بنابراین نتایج این مطالعه با مطالعه حاضر همسو می‌باشد.

نتایج آزمون تی مستقل که به منظور بررسی مقایسه تغییرات شاخص‌های التهابی بر اثر مداخله‌های تحقیق حاضر بود، نشان دهنده تفاوت معنادار بین گروه‌های تحقیق در سطوح پلاسمایی GDF-15 و CRP می‌باشد ($P < 0/05$). به عبارتی بین ۸ هفته تمرین تناوبی با شدت زیاد بر روی سطوح پلاسمایی GDF-15 و CRP جوانان پسر چاق در مقایسه با گروه کنترل تفاوت معناداری دارد؛ اما بین پاسخ تروپونین I به این تمرینات در مقایسه با گروه کنترل تفاوت معنادار وجود ندارد. کاشف و همکاران (۱۳۹۱) پژوهشی را با هدف بررسی تأثیر یک دوره تمرین هوازی تناوبی و تداومی بر شاخص التهابی پیشگویی بیماری‌های قلبی - عروقی HS-CRP و رابطه آن با درصد چربی بدن پسران غیر ورزشکار انجام دادند. نتایج نشان داد که بین HS-CRP قبل و بعد از تمرین هیچ یک از گروه‌ها تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. درصد چربی بدن قبل و بعد از دوره تمرین در دو گروه تداومی و تناوبی تفاوت معنی‌دار داشت ($P \leq 0/05$) و در مقایسه دو روش تمرینی هوازی تداومی و تناوبی تفاوت معنی‌داری در مقادیر HS-CRP مشاهده نشد. در نهایت در بررسی رابطه بین HS-CRP با درصد چربی بدن، رابطه معنی‌داری بین این دو متغیر در مرحله قبل از تمرین، دیده نشد ولی در مرحله بعد از تمرین فقط در گروه تداومی این رابطه معنی‌دار بود ($P > 0/05$). لذا با توجه به نتایج به دست آمده، پیشنهاد می‌شود اجرای تمرینات هوازی تداومی برای پیشگیری از بیماری‌های قلبی - عروقی در افراد جوان مناسب‌تر است (۱۴).

نتایج آزمون تی مستقل که به منظور بررسی مقایسه تغییرات شاخص‌های التهابی بر اثر مداخله‌های تحقیق حاضر بود، نشان دهنده تفاوت معنادار بین گروه‌های تحقیق می‌باشد ($P < 0/05$). به عبارتی بین اثر ۸ هفته تمرین تداومی با شدت متوسط بر روی سطوح پلاسمایی GDF-15، تروپونین I و CRP جوانان پسر چاق در مقایسه با گروه کنترل تفاوت معناداری وجود دارد. نتایج این یافته با نتایج تحقیقات دیدی روشن و همکاران (۱۳۸۹) و کاشف و همکاران (۱۳۹۱) همخوان می‌باشد (۱۳، ۱۴). دیدی روشن و همکاران (۱۳۸۹) در تحقیق خود به بررسی تأثیر چهار هفته بی‌تمرینی پس از دوازده هفته تمرینات تداومی و تناوبی هوازی بر پروتئین واکنش دهنده C با حساسیت زیاد (HS - CRP) در موش‌های صحرایی پرداختند. پروتکل تمرینی ابتدا به مدت ۱۲ هفته و آنگاه پروتکل بی‌تمرینی به مدت ۴ هفته اجرا شد. با توجه به نتایج مطالعه می‌توان گفت تمرینات تداومی و تناوبی هوازی موجب مهار پاسخ التهابی شده و مقادیر این شاخص طی دوره بی‌تمرینی تحت تأثیر نوع تمرین قرار نگرفته است. بنابراین با توجه به نتایج حاصله، نتایج این مطالعه با مطالعه حاضر ناهمسو می‌باشد (۱۳). کاشف و همکاران (۱۳۹۱) پژوهشی را با هدف

9. Gaini, Abbas Ali, Sattari Fard, Sadegh, Heidari, Ali. Comparison of the effect of eight weeks of high-intensity intermittent training and moderate-intensity continuous training on physiological variables of exercise test in heart patients after coronary artery bypass surgery. *Journal of Isfahan Medical School*. 2013; 31 (267): 2171-2181.
10. Cambelt, I. T. Wikerson D. P. Jones A M. "Influence of acute plasma volume expansion on VO kinetics, VO₂ Peak. And performance during high – intensity cycle exercise". *Journal of Applied Physiology*. 2009; 101: 707-714.
11. Bouchla, Anthi MD, Karat zanos MSC, et al. The Addition of Strength Training to Aerobic Interval Training: Effects on Muscle Strength and Body Composition in CHF Patients, *Journal of Cardio Pulmonary Rehabilitation and Prevention*, 2011;31(6):19-30.
12. Fox, Edward L., Bartels, Robert L., Billings, Charles E., Mathews, Donald K., Bason, Robert, Webb, Wyatt M., Intensity and Distance of Interval Training Programs and Changes in Aerobic Power. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 1974(5): 18-22.
13. Debid Roshan, Valia ..., Gaini, Abbas Ali, Ravasi, Ali Asghar, , The effect of four weeks of non-training after twelve weeks of continuous and periodic aerobic training, *Sports Life Sciences*, 2010. 6: 5-20.
14. Kashef, Majid, Barati, Amirhossein, Shahidi, Fereshteh, Khalili, Khalil, The effect of a periodic and continuous aerobic exercise on the inflammatory index of predicting cardiovascular disease HS - CRP and its relationship with body fat percentage of non-athlete boys, *Research Application in Sports Management*, 2012. 2: 18-31.
15. Keating Shelly E., Machan, Elizabeth A,m et al., Continuous Exercise but Not High Intensity Interval Training Improves Fat Distribution in Overweight Adults, *Journal of Obesity*, 2014– 2014:834865.
16. Iaia, F. Thomassen, M. Kolding, H. Gunnarsson, T. Wendell, J. Rostgaard, T. Nordborg, N. Krustup, P. Nybo, L. Hellsten, Y. Bangsbo, J. (2008). Reduced volume but increased training intensity elevates muscle Na⁺-K⁺ pump alpha1-subunit and NHE1 expression as well as short-term work capacity in humans. *The American Journal of Physiology Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 294: 966–974.
- ولی با مقایسه دو روش با هم اختلاف معنی داری در افزایش VO₂max مشاهده نمی شود و می توان گفت که هر دو روش تمرینی برای بهبود و افزایش VO₂ max مناسب می باشد. از طرفی با بررسی تأثیر تمرین تناوبی و تناوبی بر ترکیب بدن نیز اختلاف معنی داری در تغییرات ترکیب بدن ناشی از نوع تمرین مشاهده نشده است و هر دو روش باعث تغییراتی در ترکیب بدن شده اند اما تنها در گروه تمرین تناوبی هوای اختلاف معنی داری مشاهده شده است که نشان می دهد ترکیب بدن آزمودنی های این گروه دو مرحله پیش از آزمون و پس از آزمون دستخوش تغییرات معنی دار شده اند.
- لازم به ذکر است با بررسی نتایج تحقیقات مختلف که برخی هم سو و برخی غیر هم سو با نتایج تحقیق حاضر بوده اند معلوم می شود که هر دو روش تمرینی دارای اثرات مثبت و حائز اهمیتی در تغییرات ترکیب بدن و بهبود توان هوازی می شوند که بر اساس ویژگی های آزمودنی ها از قبیل سن، جنس، وضعیت سلامت جسمانی و ... می توان از انواع تمرینات هوازی با شدت های مختلف جهت بهبود وضعیت موجود بهره مند شد.
- تشکر و قدردانی:** بدین وسیله مراتب سپاس از زحمات کلیه آزمودنی ها و والدین آنها اعلام می گردد.
- تضاد منافع:** نویسندگان مقاله هیچ نفع متقابلی از انتشار آن ندارند.

منابع

1. Wu D, Molofsky AB, Liang HE, Ricardo-Gonzalez RR, Jouihan HA, Bando JK, Chawla A, Locksley RM: Eosinophils sustain adipose alternatively activated macrophages associated with glucose homeostasis. *Science* 2011; 332:243-247.
2. Berg AH, Scherer PE: Adipose tissue, inflammation, and cardiovascular disease. *Circulation research* 2005; 96:939-949.
3. Esfaranjani, Fahimeh, Nikobakht, Hojjat ..., Rajabi, Hamid and Zolakataf, Vahid (2006), The effect of an intense training program on VO₂ max, vVO₂ max and the running time of 300 meters runners, *Olympic Quarterly*, 2006: (14), 33: 19 -32.
4. Akbarnejad, Ali, Souri, Rahman, Sayyah, Mansour, Bigdeli, Manzar Dokht, Ehteram, Hassan, Amir Shaghghi, Farahnaz, (2011), Comparison of the effect of intermittent and continuous exercise on some cardiovascular risk factors in women, *Biosciences*, 2011: (9), 77-93.
5. Aminian Razavi, Turandokht, Gaini, Abbas Ali, Ravasi, Ali Asghar, Darianush, Farhad,, The effect of two types of continuous and periodic training on leptin changes in non-athlete students of the University of Tehran: *Harakat Journal*, 2007: 31 (31) 22-29.
6. Omid, Mahnaz, Rajabi, Hamid, Baluchi, Ramin,, The effect of reducing the number of sessions and increasing the intensity of exercise on body composition, aerobic capacity and anaerobicity of non-athlete female students, *Sports Life Sciences*, 2006: 6: 21-39.
7. Bergh, V. The Influence of Body Mass in Cross – Country Skiing Med – Sci. *Sport Exerc.*, 1987. 19: 324-328.
8. Hoffman, J. The relationship between aerobic fitness and recovery from high-intensity exercise in infantry soldiers. *Journal of Military Medicine*. 1997. 7(162):484-488.