مقاله پژوهشی

بررسی اثر ۱۲ هفته تمرین تناوبی با شدت بالا (HIIT) بر عوامل خطرزای قلبی و عروقی هموسیستئین، پروتئین واکنش‌گر C و ترکیب بدنی مردان دارای اضافه وزن

محمد ابراهیم بهرام[۱]، محمد جواد پوروقار[۲*]

۱ - گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
۲- دانشکده علوم انسانی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۹۴/۰۸/۱۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۲/۲۵

چکیده

زمینه و هدف: سطح بالای مارکرهای پیش التهابی هموسیستئن و پروتئین واکنش‌گر C (CRP) موجب عوارض متعددی ازجمله آترواسکلروز، ترومبوز وریدی و مشکلات متعدد قلبی – عروقی می‌شود. هدف از مطالعه حاضر، بررسی اثر ۱۲ هفته تمرین تناوبی با شدت بالا بر عوامل خطرزای قلبی و عروقی هموسیستئین، پروتئین واکنش‌گر C و ترکیب بدنی مردان دارای اضافه‌وزن بود.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش نیمه تجربی، تعداد ۲۰ نفر از دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی کاشان با شاخص توده بدنی بین ۲۵ تا ۳۰kg/m^2، به‌صورت هدفمند انتخاب و به‌طور تصادفی، در دو گروه تجربی و کنترل قرار گرفتند. گروه تجربی در یک برنامه تناوبی با شدت بالا (HIIT)، به مدت ۱۲ هفته و هر هفته ۳ جلسه با شدت بالای ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه به تمرین پرداختند. قبل و بعد از تمرین مقادیر هموسیستئین، CRP پلاسما، وزن، درصد چربی، شاخص توده بدن (BMI) و نسبت دور کمر به دور لگن (WHR) محاسبه شدند. داده‌های جمع‌آوری‌شده با استفاده از آزمون آماری t مستقل و وابسته در سطح معناداری P<۰/۰۵ تجزیه‌وتحلیل شدند.

نتایج: نتایج نشان داد، ۱۲ هفته تمرین HIIT، بر کاهش سطوح سرمی هموسیستئین و HS-CRP، وزن بدن، درصد چربی، BMI و WHR در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل تأثیر معناداری داشته است (P<۰/۰۵).

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد که ۱۲ هفته تمرین تناوبی پُرشدت به‌عنوان یک روش غیرتهاجمی، می‌تواند اثر مثبتی بر کاهش میزان هموسیستئین و HS-CRP و برخی از شاخص‌های آنتروپومتریک مرتبط با چاقی و اضافه‌وزن داشته باشد.

کلمات کلیدی: هموسیستئین، HS-CRP، HIIT، ترکیب بدنی، اضافه‌وزن

مقدمه

بیماری‌های قلبی و عروقی (CAD)[۱] از علل اصلی مرگ‌ومیر در کشورهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه نظیر ایران است. شیوع بیماری‌های مربوط به قلب و عروق و مرگ ناشی از آن در ایران رو به افزایش است، به‌گونه‌ای که حدود ۴۰ درصد از مرگ‌ومیرها، ناشی از این عارضه است (۱). زندگی کم‌تحرک، منجر به کاهش چشمگیر فعالیت بدنی و عملکرد می‌شود که خطر ابتلا به بیماری‌ها را افزایش می‌دهد. در افراد غیرفعال، چاقی و افزایش وزن ارتباط قوی با گسترش بیماری‌های مزمن ازجمله پرفشارخونی، چربی‌های خون و مقاومت به انسولین دارد که جملگی از عوامل خطرزای بیماری‌های قلبی و عروقی به شمار می‌روند (۲). مطالعات پژوهشی نشان می‌دهد برخی عوامل، نظیر افزایش سطح هموسیستئین[۲]، پروتئین واکنشی C با حساسیت بالا (HS-CRP)،[۳] فیبرینوژن خون، التهاب و سطح دی‌متیل-آرژنین ممکن است با گسترش و پیشرفت CAD مرتبط باشند. سطح بالای هموسیستئین موجب عوارض متعددی ازجمله آترواسکلروز، ترومبوز وریدی و مشکلات متعدد قلبی - عروقی می‌شود. گسترش بیماری‌های قلبی- عروقی زمینه‌ای التهابی دارد و التهاب عمومی، نقش محوری در توسعه و پیشرفت بیماری‌های مرتبط با قلب و عروق ایفا می‌کند. به ازای هر یک میکرو مول افزایش در سطح هموسیستئین، شانس بیماری ۶ تا

* **نویسنده مسئول: محمد جواد پوروقار**، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران
Email: vaghar@kashanu.ac.ir

[1] Coronary Artery Disease
[2] Homocysteine
[3] High-Sensitivity C-reactive protein

[Downloaded from journal.fums.ac.ir on 2025-07-12]
[DOR: 20.1001.1.22285105.2016.6.3.8.4]

۷ درصد افزایش می‌یابد (۱،۳-۴). هموسیستئین یک اسیدآمینه در خون است و از دمتیلاسیون متیونین به وجود آمده و به‌عنوان همولوگ سیستئین به شمار می‌آید و می‌تواند از طریق آسیب به دیواره داخلی سرخرگ‌ها، تداخل در کار عوامل لخته کننده خون و اکسیداسیون لیپوپروتئین‌های کم چگال (LDL) ، سبب تصلب شرایین شود (۵). اختلالات کاتابولیسم هموسیستئین، باعث تجمع آن در خون و به‌طور مؤثر، آغازگر فرایندهای التهابی و آرترواسکلروز است. مکانیسم‌های تأثیر هموسیستئین بر گردش خون به‌طور کامل شناخته‌شده نیست. پلاسما در خون دچار خود اکسیداسیون شده، درنتیجه از طریق تشدید تولید گونه‌ای از اکسیژن واکنشی که باعث آسیب به سلول‌های آندوتلیال و اکسید شدن LDL می‌گردد، استرس‌های اکسیداتیو را افزایش می‌دهد (۶). همچنین، پروتئین واکنش‌دهنده C، جزئی از پلاسما است که در کبد ساخته‌شده و افزایش تولید آن پاسخی به بیماری‌های عفونی، التهاب‌ها یا آسیب‌های بافتی است (۷). مطالعه‌های جدید نشان داده‌اند که در پیشگویی حوادث قلبی–عروقی، CRP شاخص قوی‌تری نسبت به LDL است (۷-۸). افزایش سطح HS-CRP پلاسما با افزایش خطر بیماری‌های کرونری ارتباط دارد. از طرف دیگر، اندازه‌گیری سطح پلاسمایی HS-CRP با چاقی و اضافه‌وزن، مقاومت به انسولین و سندرم متابولیکی ارتباط دارد (۹). این شاخص از کبد مشتق شده و تولید آن از سوی سایتوکین‌های عمومی که خود از منابع مختلفی ترشح می‌شوند، تحریک می‌شود (۱۰). مطالعات متعددی نشان داده‌اند که سطوح بالای CRP به‌طور فیزیکی با چاقی و اضافه‌وزن مرتبط است. این‌گونه فرض می‌شود که اینترلوکین ترشح‌شده از بافت چربی در افزایش CRP مشاهده‌شده در چاقی نقش داشته باشد (۱۱). همچنین، مشاهده‌شده است که CRP ارتباط مثبت بالایی با شاخص‌های ترکیب بدنی از قبیل بافت چربی، شاخص توده بدنی (BMI)، دور کمر و نسبت دور کمر به دور لگن (WHR) دارد (۱۲). یافته‌های علمی نشان می‌دهد در صورت عدم کنترل عوامل خطرساز قلبی- عروقی، جوانان نیز مستعد ابتلا به بیماری‌های کرونر قلب هستند، چراکه پلاک‌های آترواسکلروزیس در جوانی شروع می‌شوند و با سرعت ۰/۸۶ درصد تا یک درصد در سال، پیشرفت می‌کنند به‌طوری‌که در یک فرد ۶۰ ساله حدود ۶۰٪ سطح داخلی عروق توسط این پلاک‌ها پوشیده می‌شوند (۱۳). در این رابطه همتی نفر و همکاران (۲۰۱۴) گزارش دادند ۶ هفته تمرین تناوبی با شدت بالا موجب کاهش اما غیر معنادار CRP و فیبرینوژن پلاسما در گروه تجربی شد، اما درصد چربی و WHR به‌طور معناداری کاهش داشت (۱۴). Buchan و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند ۷ هفته اجرای HIIT تغییرات معناداری در غلظت CRP سرم نوجوانان غیر چاق ایجاد نکرد (۱۵). Martins و همکاران (۲۰۱۰) به بررسی اثر تمرینات هوازی و مقاومتی بر مقادیر HS-CRP پرداختند و پی بردند مقادیر HS-CRP پس از ۱۶ هفته تمرین هوازی ۱۰ درصد کاهش و پس از ۳۲ هفته تمرین با کاهش ۵۱ درصدی همراه بود. آن‌ها اظهار نمودند کاهش غلظت HS-CRP همراه با کسب قدرت و کاهش چربی بدن است (۱۶). بهرام و همکاران (۲۰۱۳) گزارش دادند ۸ هفته تمرین هوازی بر سطوح هموسیستئین مردان جوان غیر ورزشکار تأثیر معناداری ندارد (۱۷). نمازی و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه‌ای که اثر تمرین مقاومتی دایره‌ای کوتاه‌مدت بر سطح سرمی هموسیستئین در زنان فعال و غیرفعال را ارزیابی کردند، به این نتیجه رسیدند که غلظت هموسیستئین در همه گروه‌ها کاهش یافت (۱۸). Katja و همکاران (۲۰۰۶)، نیز نشان داده‌اند که CRP رابطه قوی با چاقی و اضافه‌وزن دارد (۱۹). Hubner و Ochocki (۲۰۰۹) گزارش کردند که تمرینات سرعتی با شدت بالا و قدرتی در کشتی گیران نخبه، موجب کاهش معنادار سطوح CRP و هموسیستئین می‌شود (۲۰). با بررسی پژوهش‌های انجام‌شده مشخص می‌شود مطالعات اندک و معدودی به بررسی اثر پروتکل HIIT بر مارکرهای پیش التهابی هموسیستئین و پروتئین واکنشگر C پرداخته‌شده است و از طرفی تصویر روشنی از اثرات تمرینات HIIT بر سطوح هموسیستئین و پروتئین واکنشگر C وجود ندارد و از طرف دیگر انتخاب و تعیین نوع پروتکل تمرینی و تأثیر آن بر عوامل خطرزا احتمالاً می‌تواند یکی از راهکارهای بلندمدت در پیشگیری از چاقی و اضافه‌وزن و عوارض ناشی از آن و عامل ارتقاء سلامت و بهداشت عمومی جامعه و کاهش هزینه‌های درمانی بیماری‌های قلبی- عروقی گردد. با توجه به کمیت اندک مطالعات در مورد متغیرهای موردنظر و استفاده از برنامه‌های صرفاً استقامتی و یا صرفاً مقاومتی و یا ترکیبی از استقامتی و مقاومتی و نتایج متناقض به‌دست‌آمده، هدف از مطالعه حاضر این است که آیا ۱۲ هفته HIIT بر غلظت پلاسمایی هموسیستئین و HS-CRP در مردان دارای اضافه‌وزن تأثیر دارد؟

[Downloaded from journal.fums.ac.ir on 2025-07-12]
[DOR: 20.1001.1.22285105.2016.6.3.8.4]

مواد و روش‌ها

این پژوهش از نوع نیمه تجربی و کاربردی و طرح آن به‌صورت پیش‌آزمون- پس‌آزمون با گروه تجربی و کنترل بود. در ابتدا با نصب فراخوان پژوهشی، مردان جوان در جامعه دانشجویان چاق و دارای اضافه‌وزن دانشگاه علوم پزشکی کاشان که مایل به اجرای تمرینات ورزشی، جهت تعدیل وزن و بهبود وضعیت فیزیولوژیک خود بودند، توسط محقق شناسایی شدند. مطالعه حاضر با رعایت کامل مفاد کمیته اخلاق در پژوهش و رعایت اصول اعلامیه هلسینکی انجام گردید. در طول یک ماه انتخاب نمونه، از بین ۳۶ داوطلب مراجعه‌کننده، تعداد ۲۰ نفر از این دانشجویان، که بالاترین شرایط ورود به مطالعه را احراز نمودند، به‌صورت هدفمند به‌عنوان نمونه انتخاب شده (جدول ۱) و پس از آشنایی کامل با نحوه اجرای طرح با رضایت کامل و به‌طور داوطلبانه و آزاد حاضر به شرکت در مطالعه شدند.

جدول ۱- ویژگی‌های دموگرافی گروه تجربی و کنترل تحت بررسی

گروه	سن (سال)	وزن (کیلوگرم)	قد (سانتی‌متر)
تجربی	۲۲/۴۰±۴/۴۹	۹۳/۶±۴/۶۴	۱۷۷/۰۰±۴/۴۹
کنترل	۲۲/۶۰±۱/۴۲	۹۳/۲۰±۳/۱۵	۱۷۷/۳۰±۳/۹۴
سطح معناداری	۰/۳۷۵	۰/۸۴۰	۰/۸۹۲

*سطح معناداری P>۰/۰۵

سپس آزمودنی‌ها به‌صورت تصادفی به دو گروه تجربی و شاهد، هر گروه ۱۰ نفر، تقسیم شدند. آزمودنی‌های گروه تجربی در یک مسافت ۲۰ متری که توسط سه مخروط مشخص‌شده بود، پروتکل تمرینی را سه جلسه در هفته به مدت ۱۲ هفته به شرح زیر اجرا کردند. در پروتکل تمرینی آزمون رفت‌وبرگشت ۴۰ متر با حداکثر سرعت (40-m maximal shuttle run test) آزمودنی-ها ابتدا با حداکثر سرعت از نقطه شروع (مخروط ۱) به‌طرف مخروط شماره دو در مسیر A دویده، پس از برگشت، در جهت مخالف در مسیر B ۲۰ متر به‌طرف مخروط شماره سه با حداکثر سرعت و درنهایت پس از برگشت، در مسیر C به سمت نقطه شروع (مخروط ۱) مجدداً با حداکثر سرعت دویدند تا مسافت ۴۰ متر کامل شد. آزمودنی‌ها این کار را با حداکثر سرعت آن‌قدر ادامه داده تا دوره زمانی ۳۰ ثانیه‌ای پروتکل تمرینی تمام شود و پس از ۳۰ ثانیه استراحت، پروتکل تمرینی را تکرار نمودند. پیشرفت تمرینات با افزایش تعداد تکرارهای ۳۰ ثانیه‌ای از چهار نوبت در هفته اول و دوم به پنج نوبت در هفته سوم و چهارم، به شش نوبت، در هفته پنجم و ششم به هفت نوبت و در هفته هفتم و هشتم به هشت نوبت و تا هفته یازدهم و دوازدهم به ده نوبت عملی شد (۲۱). سرد کردن و گرم کردن، انجام حرکات کششی و نرمش، جزء ثابت هر برنامه تمرینی بود. تمام آزمودنی-ها تا انتها در تمرینات شرکت داشتند و افت آزمودنی مشاهده نشد. در این پروتکل تمرینی، آزمودنی‌های گروه کنترل، هیچ‌گونه تمرین منظم ورزشی نداشتند. شرایط ورود به مطالعه شامل: مردان جوان دارای شاخص توده بدنی (BMI) بین ۲۵ تا ۳۰Kg/m^2، افرادی که از شش ماه گذشته سابقه هیچ‌گونه فعالیت ورزشی را نداشتند، نداشتن سابقه بیماری مثل پرفشارخونی، چربی خون بالا و قند خون بالا و عدم مصرف دارو مثل داروهای کاهش‌دهنده چربی خون نظیر استاتین و عدم استعمال سیگار بود. همچنین، شرایط خروج از مطالعه شامل: ابتلا به بیماری‌های عفونی و ویروسی و قلبی- عروقی، مصرف مواد و داروهای نیروزا و چربی سوز بود. بعد از معاینه توسط پزشک، اجازه فعالیت توسط پزشک صادر شد. خون‌گیری پس از حداقل ۱۲ ساعت ناشتایی در مرحله پیش‌آزمون و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین در مرحله پس‌آزمون، حدود ۵ سی‌سی خون از وریدی قدامی بازویی آزمودنی‌ها گرفته شد. نمونه‌گیری در ساعت معینی از روز (۸ صبح) انجام شد تا سطح هموسیستئین و CRP متأثر از نوسانات شبانه‌روزی آن تغییر نکند. نمونه‌های خونی جهت جداسازی پلاسما به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شده و سپس نمونه پلاسما در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد منجمد و نگهداری شدند. در این روش، هموسیستئین نمونه‌های خونی برحسب میکرو مول بر لیتر و توسط دستگاه هیتاچی ۹۱۷ و با کیت آزمایشگاهی Diazyme ساخت کشور آلمان، با دقت ۱/۵ میکرو مول بر لیتر و به‌منظور اندازه‌گیری HS-CRP از کیت تخصصی Binding Site با دقت ۰/۴ گرم بر لیتر و با روش ایمنوتوربیدومتریک برحسب میلی‌گرم/ دسی لیتر با دستگاه تمام‌خودکار Minines، ساخت کشور آمریکا اندازه‌گیری شد. درصد چربی افراد با استفاده از دستگاه الکترونیکی چربی سنج مدل Omron (BF-306) ساخت کشور فنلاند (۱۷) و ترکیب بدنی با استفاده از دستگاه تجزیه‌وتحلیل (Body Composition Analyzer 3.0) مدل ۳ ساخت کشور کره جنوبی اندازه‌گیری گردید. BMI از تقسیم وزن بر توان دوم قد و WHR نیز با

[Downloaded from journal.fums.ac.ir on 2025-07-12]
[DOR: 20.1001.1.22285105.2016.6.3.8.4]

استفاده از متر نواری، از تقسیم دور کمر به دور لگن به دست آمد (۲۲). جهت جلوگیری از خطای اندازه‌گیری کلیه مراحل ذکرشده در هر سه تکرار متوالی انجام شد و میانگین سه تکرار به‌عنوان نتیجه نهایی ثبت گردید. از طرفی، انتخاب حجم نمونه، عدم کنترل کامل تغذیه و شرایط استرس در طول تمرین و نمونه‌گیری خون آزمودنی‌ها، از محدودیت‌های مطالعه حاضر بود. در تجزیه‌وتحلیل آماری، ابتدا تمامی متغیرهای کمّی توسط آزمون کولموگروف- اسمیرنوف ازنظر نرمال بودن بررسی شد و پس از تائید؛ به ترتیب از آزمون t مستقل و وابسته به‌منظور بررسی تفاوت‌های بین گروهی و درون‌گروهی استفاده گردید. کلیه محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS ۱۷ در سطح معناداری P<۰/۰۵ انجام شد.

نتایج

با توجه به (جدول ۱)، نتیجه می‌شود که سه متغیر سن، وزن و قد دانشجویان شرکت‌کننده در این مطالعه در دو گروه تجربی و کنترل ازلحاظ آماری تفاوت معناداری باهم نداشته و نشان‌دهنده این واقعیت است که تصادفی سازی در دو گروه به‌خوبی صورت گرفته است (P>۰/۰۵). گروه تجربی با میانگین (سن ۴/۴۹±۲۲/۴۰، وزن ۴/۶۴±۹۳/۶۰ و قد ۴/۴۹±۱۷۷/۰۰) و کنترل با میانگین (سن ۱/۴۲±۲۲/۶۰، وزن ۳/۱۵±۹۳/۲۰ و قد ۳/۹۴±۱۷۶/۳۰) اندازه‌گیری و ثبت گردید. در ادامه، همان‌طور که جدول ۲ نشان می‌دهد، ۱۲ هفته تمرین HIIT، هر هفته ۳ جلسه به مدت ۶۰ دقیقه، باعث تفاوت معناداری در میزان سطوح هموسیستئین و CRP پلاسما در گروه تجربی شد (P<۰/۰۵). تغییرات درون‌گروهی ناشی از تحلیل آماری نشان داد، اختلاف معناداری در متغیر هموسیستئین (P=۰/۰۱) و CRP (P=۰/۰۰۰۱) در پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه تجربی وجود دارد. نتایج تحلیل آماری درون‌گروهی در CRP نشان داد، سطوح CRP به میزان (۰/۶۵ ±۱/۲۹) و هموسیستئین با (۰/۷۱ ±۰/۷۹) همراه با کاهش، بعد از HIIT شده است. همچنین، تغییرات درون‌گروهی نشان داد، اختلاف معناداری در متغیرهای وزن بدن، درصد چربی، نسبت دور کمر به لگن و شاخص توده بدن، بین گروه تجربی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون وجود دارد (P<۰/۰۰۰۱). مطابق با (جدول ۲)، وزن بدن به میزان (۰/۲۳ ±۱۰/۶) و ۱۲/۷۷ درصد تغییر، BMI به میزان (۰/۴۶ ۳/۳±) و ۱۲/۶۱ درصد، درصد چربی بدن به میزان (۰/۸۰ ۱/۹±) و ۳۰/۸ درصد تغییر و WHR به میزان (۰/۲۲ ۰/۲۴±) و ۲۷/۹ درصد تغییر با کاهش در دانشجویان چاق و دارای اضافه‌وزن بعد از تمرین تناوبی پر شدت در گروه تجربی شده است. از طرفی در نتایج تحلیل آماری بین گروهی هم اختلاف معناداری بین گروه تجربی و کنترل در متغیرهای تحقیق به دست آمد (P<۰/۰۰۰۱)؛ اما در گروه کنترل که برنامه تمرینی را دریافت نکرده بودند ازنظر تغییرات درون‌گروهی در متغیر هموسیستئین (P=۰/۵۸)، CRP (P=۰/۱۸)، وزن بدن (P=۰/۹۶)، درصد چربی (P<۰/۰۰۰۱) و شاخص توده بدن (P=۰/۱۷) تفاوت معناداری مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

بحث

هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر ۱۲ هفته تمرین تناوبی با شدت بالا بر سطوح هموسیستئین و CRP پلاسما و شاخص‌های آدیپوسیتی وزن، درصد چربی، شاخص توده بدن و WHR جوانان دارای اضافه‌وزن بود. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد ۱۲ هفته تمرین تناوبی با شدت بالا، باعث تغییرات معناداری در سطوح هموسیستئین، CRP، وزن، درصد چربی، BMI و WHR دانشجویان دارای اضافه‌وزن در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل شد. نتایج مطالعه حاضر با یافته‌های تقیان و همکاران (۲۰۱۱)، مارتین و همکار (۲۰۱۰)، نمازی و همکاران (۲۰۱۰) و Hubnerk و Ochocki (۲۰۰۹) همخوانی دارد و آن را تائید می‌کنند (۲۲، ۱۶، ۱۹، ۲۰). تقیان و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند ۱۲ هفته تمرین هوازی، کاهش سطوح هموسیستئین، CRP و شاخص‌های ترکیب بدنی، وزن، BMI و WHR را در گروه تجربی به همراه داشت (۲۲)؛ که با مطالعه حاضر همخوانی دارد و آن را تائید می‌کند. Hubnerk و Ochocki (۲۰۰۹) گزارش کردند که تمرینات با شدت بالا و سرعتی، کاهش معنادار سطوح CRP و هموسیستئین در آزمودنی‌های جوان را به همراه داشت (۲۰). Martins و همکاران (۲۰۱۰) نیز در مطالعه‌ای نشان دادند که تمرینات هوازی تناوبی ۱۶ و ۳۲ هفته‌ای به ترتیب باعث کاهش ۱۰ و ۵۱ درصدی HS-CRP می‌شود. آن‌ها اظهار نمودند کاهش غلظت HS-CRP همراه با کسب قدرت و کاهش چربی بدن است (۱۶). به نظر می‌رسد که تمرینات هوازی تناوبی با شدت بالا موجب کسر اکسیژن شده و اتکا به سیستم فسفاژن را در دقایق اولیه تمرین کاهش می‌دهد. ازآنجاکه تولید کراتین در بدن طی واکنش‌های انتقال متیل صورت می‌گیرد که در آن‌ها

[Downloaded from journal.fums.ac.ir on 2025-07-12]
[DOR: 20.1001.1.22285105.2016.6.3.8.4]

جدول ۲- تغییرات میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای پژوهش در گروه‌های موردمطالعه

متغیر	گروه	مراحل	انحراف معیار± میانگین	t محاسبه‌شده	درجه آزادی	P درون‌گروهی	P بین گروهی
CRP (میکروگرم بر میلی‌لیتر)	تجربی	پیش‌آزمون	۲/۲۰±۰/۱۷	۱۸/۵۷	۹	*۰/۰۰۰	‡۰/۰۰۰
		پس‌آزمون	۰/۹۱±۰/۸۲				
	کنترل	پیش‌آزمون	۲/۱۵±۰/۲۹	-۰/۶۴۹	۹	۰/۱۸	
		پس‌آزمون	۲/۱۶±۰/۳۰				
هموسیستئین (میکرومول بر لیتر)	تجربی	پیش‌آزمون	۱۷/۰۰۷±۰/۱۵	۳/۲۷۱	۹	۰/۰۱	‡۰/۰۴۹
		پس‌آزمون	۱۶/۲۰۵±۰/۸۶				
	کنترل	پیش‌آزمون	۱۷/۰۸۴±۰/۲۳	-۰/۵۶۲	۹	۰/۵۸	
		پس‌آزمون	۱۷/۰۹۵±۰/۲۲				
وزن (کیلوگرم)	تجربی	پیش‌آزمون	۹۳/۶۰±۴/۶۴	۱۱/۸۱	۹	*۰/۰۰۰	‡۰/۰۰۰
		پس‌آزمون	۸۳/۰۰±۴/۸۷				
	کنترل	پیش‌آزمون	۹۳/۲۰±۳/۱۵	-۱/۸۶	۹	۰/۰۹۶	
		پس‌آزمون	۹۳/۷۰±۳/۷۱				
BMI (kg/m^2)	تجربی	پیش‌آزمون	۲۹/۹±۱/۱۸	۱۲/۶۳	۹	*۰/۰۰۰	‡۰/۰۰۰
		پس‌آزمون	۲۶/۵۵±۱/۶۴				
	کنترل	پیش‌آزمون	۲۹/۶۹±۰/۸۵	-۱/۴۹	۹	۰/۱۷۰	
		پس‌آزمون	۲۹/۸۲±۱/۰۶				
چربی بدن (درصد)	تجربی	پیش‌آزمون	۳۸/۶۰±۲/۰۶	۱۷/۳۰	۹	*۰/۰۰۰	‡۰/۰۰۰
		پس‌آزمون	۲۹/۵۰±۱/۲۶				
	کنترل	پیش‌آزمون	۳۸/۸۰±۰/۵۷	۰/۰۰۰	۹	۱/۰۰۰	
		پس‌آزمون	۳۸/۸۰±۰/۳۵				
WHR (سانتی‌متر)	تجربی	پیش‌آزمون	۱/۱۰±۰/۲۶	۳/۱۱	۹	*۰/۰۱۲	‡۰/۰۰۰
		پس‌آزمون	۰/۸۶±۰/۰۳۶				
	کنترل	پیش‌آزمون	۱/۰۷±۱/۹۸	۱/۳۴	۹	۰/۲۱	
		پس‌آزمون	۱/۰۰±۰/۰۶				

* نشانه معناداری آماری درون‌گروهی ‡ نشانه معناداری آماری بین گروهی

متیونین با تبدیل به هموسیستئین موجب سنتز کراتین می‌شود، بنابراین سنتز کراتین در بدن همراه با افزایش سطح هموسیستئین است؛ اما به دلیل سازگاری ایجادشده به دلیل توسعه شاخص‌های هوازی، کاهش اتکا به سیستم فسفاژن هنگام کسر اکسیژن، می‌تواند موجب کاهش سطح هموسیستئین شود (۲۳). در این راستا، فعالیت بدنی می‌تواند نقش مهمی در تعدیل و تشدید استرس اکسیداتیو ایفا کند، بنابراین می‌توان گفت که تمرین تناوبی پر شدت از نوع هوازی، با افزایش اثر آنتی‌اکسیدان-ها، سبب تعدیل استرس اکسیداتیو می‌گردد و در نهایت منجر به کاهش غلظت هموسیستئین خون می‌شود و درنتیجه می‌تواند خطر ابتلا به بیماری‌های قلب و عروق را کاهش دهد (۵-۶) که نتایج مطالعه حاضر را تائید می‌کند. همچنین گزارش‌شده است فعالیت بدنی از طریق کاهش چربی و لپتین و افزایش آدیپونکتین و حساسیت به انسولین باعث کاهش اینترلوکوئین ۶ (IL6) و فاکتور تومور نکروز آلفا (TNF-a) و درنتیجه کاهش CRP می‌شود. شواهد نشان می‌دهد که افزایش نیتریک اکسید حاصل از اندوتلیال و بهبود عملکرد دیواره اندوتلیال باعث کاهش التهاب سیستمیک و موضعی و درنتیجه کاهش تولید سایتوکین‌های التهابی از عضلات صاف دیواره اندوتلیال و تأثیر نهایی آن‌ها، احتمالاً کاهش تولید شاخص التهابی HS-CRP از کبد است (۲۴). از طرفی کاهش غلظت هموسیستئین و CRP در آزمودنی‌ها را می‌توان به عوامل دیگری چون بهبود عوامل مرتبط با ترکیب بدنی مثل کاهش وزن، کاهش چربی و WHR، افزایش جذب ویتامین در روده و افزایش فعالیت آنزیمی و تولید نیتریک

[Downloaded from journal.fums.ac.ir on 2025-07-12]
[DOR: 20.1001.1.22285105.2016.6.3.8.4]

اکسید (NO) نسبت داد که منجر به کاهش غلظت هموسیستئین و CRP می‌شود. از طرفی دیگر، این احتمال وجود دارد که تمرین ورزشی با کاهش تولید سایتوکین‌ها از بافت چربی و افزایش حساسیت به انسولین و کاهش وزن، التهاب را کاهش دهد، این موارد می‌تواند در پیشگیری از بیماری‌های مرتبط با قلب و عروق مؤثر باشد (۲۴-۲۵). چنانچه در تحقیق حاضر نیز کاهش وزن، درصد چربی و WHR پس از ۱۲ هفته HIIT را به همراه داشت. چندین دلیل برای کاهش اکسایش چربی‌ها در افراد چاق و دارای اضافه‌وزن بیان‌شده است. ازجمله می‌توان به کاهش فعالیت لیپوپروتئین لیپاز عضله اسکلتی اشاره نمود. گزارش‌شده است تمرینات با شدت بالا، ظرفیت عضله اسکلتی را برای استفاده از چربی‌ها افزایش می‌دهد که ممکن است نقش مهمی در کنترل وزن افراد چاق و اضافه‌وزن و کاهش عوامل خطرزای قلبی-عروقی داشته باشند (۲۶). از طرفی یکی از مکانیسم‌هایی که به آن استناد می‌شود افزایش عملکرد انتقال‌دهنده گلوکز (GLUT4) در فعالیت با شدت بالا است که ورود گلوکز به داخل سلول‌های چربی از طریق GLUT4 را تسهیل می‌کند؛ و باعث افزایش در برداشت گلوکز در آدیپوسیت‌ها شده و حساسیت به انسولین را در بافت چربی تنظیم می‌نماید (۲۷). استدلال دیگری که می‌توان در رابطه با تأثیر HIIT بر کاهش سطوح هموسیستئین و CRP پلاسما، وزن، WHR، BMI و درصد چربی آزمودنی‌های این پژوهش ارائه داد، این است که بخش عمده‌ای از اسیدهای چرب موردنیاز عضلات در حال فعالیت از طریق افزایش ۳ تا ۴ برابری لیپولیز تری گلیسرید بافت چربی تأمین می‌شود. فعالیت ورزشی دارای شدت بالا، مقدار جریان خون به بافت چربی را ۲ برابر می‌کند و سبب افزایش ۱۰ برابری یا بیشتر جریان خون به عضلات فعال بدن می‌شود که به عقیده بسیاری از پژوهشگران، کاهش چربی بدن، کاهش نسبت WHR و بهبود ترکیب بدن به دلیل بر هم خوردن تعادل بین انرژی دریافتی، مصرفی و ایجاد تعادل کالریک منفی، ممکن است منجر به کاهش هموسیستئین و CRP پلاسما پس از تمرین شود (۲۸). مطالعه Martins (۲۰۱۰) و تقیان (۲۰۱۱) نیز با مطالعه حاضر همسو است و کاهش شاخص‌های آدیپوسیتی را به همراه داشت (۱۶، ۲۲). از طرفی، نتایج حاصل از این مطالعه با یافته‌های همتی نفر و همکاران (۲۰۱۳)، بهرام و همکاران (۲۰۱۴)، Buchan و همکاران (۲۰۱۱) همخوانی ندارد و آن را تائید نمی‌کند (۱۴، ۱۵، ۱۷). همتی نفر و همکاران (۲۰۱۳) اثر ۶ هفته HIIT را در مردان جوان غیرفعال موردبررسی قرارداند. نتایج نشان داد، هرچند HIIT کاهش سطح CRP را به همراه داشت، اما اختلاف معناداری در مقادیر CRP گروه تجربی نشان نداد (۱۴). بهرام و همکاران (۲۰۱۴) گزارش نمودند که یک دوره برنامه ۸ هفته‌ای تمرین هوازی با شدت متوسط به بالا، بر سطوح هموسیستئین خون آزمودنی‌های غیر ورزشکار جوان تأثیر ندارد و بین آن‌ها همبستگی مثبتی یافت نشد (۱۷). عدم تغییرات معنادار شاخص هموسیستئین، می‌تواند ریشه در مقادیر پایه هموسیستئین، نوع تمرین، شدت تمرین، آمادگی آزمودنی‌ها و همچنین نحوه انجام پروتکل تمرینی بر آزمودنی‌ها باشد. در تحقیق بهرام و همکاران (۲۰۱۴) هرچند آزمودنی‌ها، مردان غیر ورزشکار بودند، اما نوع شدت تمرینات و پروتکل تمرین متفاوت بود. استدلال دیگر را می‌توان به نقش مارکر هموسیستئین در فرایندهای زیست - شیمی نسبت داد. هموسیستئین دو نقش مهم دارد: ۱- میانجی در راه سنتز سیستئین از متیونین است و ۲- میانجی مهم در حمل گروه‌های فعال متیل، از تتراهیدروفولات به اس‌آدنوزیل متیونین (SAM) که فعال‌کننده چرخه متیلا است. وقتی غلظت SAM بالاست، هموسیستئین به دلیل جلوگیری از سنتز متیل تتراهیدروفولات و تحریک سنتز سیستاتیونین و درنهایت تولید سیستئن به سمت راه ترانس سولفوران منحرف می‌شود. در این راستا استرس اکسیداتیو، باعث مهار سنتز متیونین می‌شود و چرخه ری‌متیلاسیون نمی‌تواند زمان زیادی ادامه یابد. درنتیجه سنتز متیونین مختل می‌گردد؛ و منجر به انحراف هموسیستئین از مسیر ترانس سولفوران می‌شود. این مسیر از حمل هموسیستئین اضافه، ناتوان است و همچنین منجر به کاهش در غلظت درون‌سلولی SMA می‌شود؛ که برای سنتز سیستانیونین لازم است. در اثر افزایش بار هموسیستئین و کاهش غلظت SAM و درنتیجه انباشت هموسیستئین در سلول و متعاقباً، رفتن آن به درون خون، سبب افزایش هموسیستئین در خون می‌شود؛ لذا راه ترانس سولفوران نیز بی‌اثر می‌شود (۲۹). Buchan و همکاران (۲۰۱۱) نیز گزارش نمودند که تمرینات HIIT روی آزمودنی‌های نوجوان باعث افزایش در میزان CRP آن‌ها می‌گردد (۱۵). همچنین تحقیق زلفی و همکاران (۲۰۱۵) نشان داد یک جلسه تمرین هوازی افزایش سطح CRP در مردان غیر ورزشکار را به دنبال دارد (۳۰)؛ که با نتایج مطالعات حاضر همخوانی ندارد. این‌گونه می‌توان توجیه نمود که یکی از دلایل عدم همسویی با مطالعه حاضر، استفاده از تمرینات هوازی و بهره‌گیری از مکمل

[Downloaded from journal.fums.ac.ir on 2025-07-12]
[DOR: 20.1001.1.22285105.2016.6.3.8.4]

یاری دانه انگور سیاه باشد (۳۰-۳۱). از طرفی تمرین با شدت بالا به بافت‌ها و عضلات آسیب می‌رساند و موجب التهاب و افزایش سطح اسید اوریک و CRP خون می‌شود. این افزایش را احتمالاً می‌توان به استرس مکانیکی ناشی از ضربات مکرر پا با زمین و به عامل بیش تمرینی نیز نسبت داد (۳۲-۳۴). همچنین گزارش‌شده است کاهش میزان CRP آزمودنی‌ها در مطالعه عابدی و عباسی بختیاری (۲۰۱۵) به دلیل استفاده از تمرینات ترکیبی استقامتی و مقاومتی است که به مدت ۱۲ هفته انجام شد درحالی‌که نوع برنامه تمرینی حاضر از نوع هوازی با شدت بالا بود که با نتایج مطالعه ما همخوانی نداشت (۳۵). بررسی تأثیر ورزش و فعالیت بدنی بر سوخت‌وساز چربی، کنترل وزن و پیشگیری از بیماری‌های قلبی و عروقی و عوامل التهابی در آزمودنی‌های جوان را می‌توان ازجمله موارد قوت مطالعه حاضر برشمرد، همچنین، این پژوهش از محدودیت‌ها و کاستی‌هایی برخوردار بود، ازجمله: ۱) انتخاب حجم نمونه ۲) عدم کنترل کامل تغذیه و ۳) نبود امکان کنترل شرایط روحی-روانی و استرس آزمودنی‌ها در طول اجرای پژوهش و به‌ویژه حین خون‌گیری بود.

نتیجه‌گیری

درمجموع، نتایج این مطالعه نشان داد که یک دوره HIIT بر میزان هموسیستئین و CRP پلاسما، درصد چربی، وزن، BMI و WHR دانشجویان پسر دارای اضافه‌وزن مؤثر بود. HIIT، با کاهش شاخص‌های پیش التهابی، با دامنه زمان و حجم تمرینی کم و شدت بالا، می‌تواند به‌عنوان یک عامل کارآمد در کاهش وزن و درصد چربی بدن مفید و مؤثر باشد و از طرفی، خطر بالقوه ابتلا به بیماری‌های قلبی و عروقی را نیز کاهش دهد. پیشنهاد می‌شود این پروتکل روی افراد جوان دارای دیابت و یا سندروم متابولیک دارای اضافه‌وزن انجام شود تا واضح‌تر بتوان درباره اثر تمرینات ورزشی بر متغیرهای مرتبط با بیماری‌های قلب و عروق اظهارنظر نمود.

تشکر و قدردانی

از کلیه آزمودنی‌ها که در طول دوره پژوهش شرکت نمودند، تشکر و قدردانی می‌نماییم.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ گونه تعارض منافعی را اعلام نکرده اند.

References

1. Azizi F, Farahani ZK, Ghanbarian A, Sheikholeslami F, Mirm iran P, Momenan AA, et al. Familial aggregation of the metabolic syndrome: Tehran Lipid and Glucose Study. Ann Nutr Metab. 2009; 54(3): 189-96.
2. Boutcher, S H. High-intensity intermittent exercise and fat loss. Journal of obesity. 2010; (24): 1-10.
3. Cai BZ, Gong DM, Liu Y, Pan ZW, Xu CQ, Bai YL, et al. Homocysteine inhibits potassium channels in human atrial myocytes. Clin Exp Pharmacol Physiol. 2007; 34(9): 851-5.
4. Daryanoosh F, Kasharafifard S, Fatemi-Moghaddam M, Azad G, Salesi M, Almasi-Hashiani A. The Effect of Ambient Temperature and Exercise to the Level of Exhaustion on Heat Shock Protein and C-Reactive Protein Plasma Levels on Male Athletes. ZJRMS. 2014; 16 (6):40-43
5. Sütken E, Akalin A, Ozdemir F, Colak O. Lipid profile and levels of homocysteine, leptin, fibrinogen and C-reactive protein in hyperthyroid patients before and after treatment. Dicle Medical Journal. 2010; 37(1):1-7.
6. Selvin E, Paynter NP, Erlinger TP. The effect of weight loss on C-reactive protein: a systematic review. Arch Intern Med. 2007; 167(1): 31-9.
7. Donges CE, Duffield R, Drinkwater EJ. Effects of resistance or aerobic exercise training on interleukin-6, -reactive protein, and body composition. Medicine and Science in Sports and Exercise. 2010; 42(2): 304-13.
8. McNeilly AM, Davison GW, Murphy MH, Nadeem N, Trinick T, Duly E, et al. Effect of a-lipoic acid and exercise training on cardiovascular disease risk in obesity with impaired glucose tolerance. Age (yrs). 2011; 56(8): 54-8.

[Downloaded from journal.fums.ac.ir on 2025-07-12]
[DOR: 20.1001.1.22285105.2016.6.3.8.4]

9. Kim DJ, Noh JH, Lee BW, Choi YH, Jung JH, Min YK, et al. A white blood cell count in the normal concentration range is independently related to cardiorespiratory fitness in apparently healthy Korean men. Metabolism. 2005; 54(11):1448-52.
10. Albert MA, Glynn RJ, Ridker PM. Effect of physical activity on serum C-reactive protein. American heart journal. 2004; 93(2): 221-5.
11. Selvin E, Paynter NP, Erlinger TP. The effect of weight loss on C-reactive protein: a systematic review. Arch Intern Med. 2007; 167(1): 31-9.
12. Kim K, Valentine RJ, Shin Y, Gong K. Associations of visceral adiposity and exercise participation with C-reactive protein, insulin resistance, and endothelial dysfunction in Korean healthy adults. Metabolism. 2008; 57(9): 1181-9.
13. Kaya C, Akgül E, Pabuccu R. C-reactive protein and homocysteine levels are associated with abnormal heart rate recovery in women with polycystic ovary syndrome. Fertility and sterility. 2010; 94(1): 230-35.
14. Hematinafar M, Kurdi MR, Chubineh C. The effect of 6 weeks of high intensity interval training on acute inflammatory factors (hs-crp and fibrinogen) in young men than Fal. Journal of Modern Olympics. 2013; 1(1): 47-57.
15. Buchan DS, Ollis S, Young JD, Thomas NE, Cooper SM, Tong TK, et al. The Effects of Time and Intensity of Exercise on Novel and Established Markers of CVD in Adolescent Youth. American Journal of Human Biology. 2011; 23(4): 517-26.
16. Martins RA, Veríssimo MT, Coelho E, Silva MJ, Cumming SP, Teixeira AM. Effects of aerobic and strength-based training on metabolic health indicators in older adults. Lipids Health Dis. 2010; 9 (76):2-6.
17. Bahram ME, Najjarian M, Sayyah M, Mojtahedi H. The effect of an eight-week aerobic exercise program on the homocysteine level and VO_2max in young non-athlete men. Feyz. 2014; 17(2):149-56.
18. Namazi A, Agha-Alinejad H, Piry M, Rahbarizadeh F. Effect of short long circles resistance training on serum levels of homocysteine and CRP in active and inactive women. Journal of Endocrinology and Metabolism. 2010; 12(2): 169-76.
19. Katja B, Tiina L, Veikko S, Pekka J. Associations of leisure time physical activity, self-rated physical fitness, and estimated aerobic fitness with serum C-reactive protein among 380 adults. Atherosclerosis. 2006; 185(2):381-87.
20. Hubner-Wozniak E, Ochocki P. Effects of training on resting plasma levels of homocysteine and C-reactive protein in competitive male and female wrestlers. Biomedical Human Kinetics. 2009; 1(1):42-46.
21. Glaister M, Hauck H, Abraham CS, Merry KL, Beaver D, Woods B, et al. Familiarization, reliability, and comparability of a 40-m maximal shuttle run test. J of Sports Science and Med. 2009; 8(1): 77-82.
22. Taghian F, Kargarfard M, Kelishadi R. Effects of 12 Weeks Aerobic Training on Body Composition, Serum Homocysteine and CRP Levels in Obese Women. Journal of Isfahan Medical School. 2011; 29(149):1037-45.
23. Joubert LM. Exercise, nutrition and homocysteine [dissertation]. Oregon State University; 2008.
24. Nicklas BJ, Hsu FC, Brinkley TJ, Church T, Goodpaster BH, Kritchevsky SB, et al. Exercise training and plasma C-reactive protein and interleukin-6 in elderly people. J Am Geriatr Soc. 2008; 56(11): 2045-52.
25. Esilva ADS, DaMota MPG. Effects of physical activity and training programs on plasma homocysteine levels: a systematic review. Amino acids. 2014; 46(8): 1795-804.
26. Stejskal D, Karpisek M, Hanulova Z, Svestak M. Chemerin is an independent marker of the metabolic syndrome in a Caucasian population–a pilot study. Biomedical papers of the Medical Faculty of the University Palacký, Olomouc, Czechoslovakia. 2008; 152(2):217-21.
27. Wozniak SE, Gee LL, Wachtel MS, Frezza EE. Adipose tissue: the new endocrine organ? A review article. Digestive Diseases and Sciences. 2009; 54(9): 1847-56.
28. Yamaner F, Bayraktaroğlu T, Atmaca H, Ziyagil MA, Tamer K. Serum leptin, lipoprotein levels, and glucose homeostasis, between national wrestlers and sedentary males. J Med Sci. 2010; 40(3): 471-77.
29. Subasi S, Geleccek N, Ozdemir N, Ormen M. Influence of acute resistence and aerobic exercise on plasma homocysteine level and lipid profiles. Turk J Biochem. 2009; 34 (1): 9-14.
30. Zolfi HR, Sari-Sarraf V, Babaei H, Amirsasan R. The effect of grape seed (Vitis vinifera L.) extract supplementation on lipid profile and high-sensitivity C-reactive protein levels after aerobic exercise in non-athlete males. Feyz. 2015; 19(3): 204-13.
31. Pourvaghar MJ. Impact of a 2-month aerobic exercise on CRP of overweight female students. Feyz. 2013; 17(4):380-6.
32. Marcell TJ, McAuley KA, Traustadottir T, Reaven PD. Exercise training is not associated with improved levels of C-reactive protein or adiponectin. Metabolism. 2005; 54(4): 533-41.
33. Plaisance EP, Grandjean PW. Physical activity and high-sensitivity C-reactive protein. Sports Medicine. 2006; 36(5):443-58.
34. Bahram ME, Najarian M, Pourvaghar MJ. Relationship between blood homocysteine and maximum oxygen consumption in inactive men. Scientific-Research Journa of Shahed University. 2014; 21(110): 1-9.
35. Abedi B, Abbasi-Bakhtiari R. The effect of a 12-week combined training program on serum leptin, C- reactive protein and the insulin resistance index in overweight men. Feyz. 2015; 19(4): 293-301.

[Downloaded from journal.fums.ac.ir on 2025-07-12]
[DOR: 20.1001.1.22285105.2016.6.3.8.4]

Original Article

The Effect of 12 Weeks of High-Intensity Interval Training (HIIT) on Homocysteine and CRP Cardiovascular Risk Factors and Body Composition in Overweight Men

Bahram ME[1], Pourvaghar MJ[2]*

1 –Department of Sport's Physiology, Faculty of Physical Education, University of Isfahan, Isfahan, Iran
2- Department of Physical Education, University of Kashan, Kashan, Iran

Received: 02 Nov 2015 Accepted: 14 May 2016

Abstract

Background & Objective: High levels of homocysteine inflammatory markers and C-Reactive Protein (CRP) cause many complications, including atherosclerosis, venous thrombosis, and cardiovascular problems. The objective of the present study was to investigate the effect of 12-weekHigh Intensity Interval Training (HIIT) on homocysteine, CRP, and body composition in overweight men.

Materials & Methods: In this quasi-experimental study, 20 students of Kashan University of Medical Sciences with a body mass index between 25 and 30 kg/m^2, were purposefully selected and were randomly divided into experimental and control groups. The experimental group had practiced in the HIIT program with the intensity of up to 90 percent of maximum heart rate for 12 weeks. Before and after exercise, the amount of homocysteine, CRP, weight, body fat percentage, body mass index, and waist-to-hip ratio were calculated. The data were analyzed by using dependent and independent t-test at a significance level of $P<0.05$.

Results: The results showed that12 weeks of HIIT had significant effects on reducing serum levels of homocysteine and HSCRP, body weight, body fat percentage, BMI, and WHR in the experimental group compared to the control group ($P<0.05$).

Conclusion: It seems that 12 weeks of intense interval training as a non-invasive method can have a positive effect on reducing the amount of homocysteine, HS-CRP, and some anthropometric indexes of obesity and overweight.

Keywords: Homocysteine, HS-CRP, HIIT, Body Composition, Overweight

***Corresponding author: Mohammad Javad Pourvaghar,** Department of Physical Education, University of Kashan, Kashan, Iran
Email: vaghar@kashanu.ac.ir

[Downloaded from journal.fums.ac.ir on 2025-07-12]

Journal of Fasa University of Medical Sciences (2016) 6: 334-342

[DOR: 20.1001.1.22285105.2016.6.3.8.4]