

## تأثیر ۸ هفته تمرین هوازی تداومی و تناوبی بر سطح سرمی پروتئین واکنشی C و مولکول‌های چسبان در مردان مبتلا به نارسایی قلبی

لادن حسینی ابریشمی<sup>۱</sup>، سید محمود حجازی<sup>۲\*</sup>، امیر رشیدلمیر<sup>۳</sup>، رامبد خواجه‌ای<sup>۴</sup>

۱. دکترای تربیت بدنی، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران
۲. استادیار تربیت بدنی، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران
۳. دانشیار تربیت بدنی، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران
۴. عضو هیئت علمی تربیت بدنی، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران

### چکیده

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۲/۲۴  
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۴/۳۱

**زمینه** شواهد نشان دادند که مولکول‌های چسبان و میانجی‌های التهابی نقش مهمی در پاتوژنز آترواسکلروز دارند. هدف این پژوهش تأثیر ۸ هفته تمرین هوازی تداومی و تناوبی بر سطح سرمی پروتئین واکنشی C و مولکول‌های چسبان در مردان مبتلا به نارسایی قلبی بود.

**روش کار** در این پژوهش، ۴۲ نفر مرد میان‌سال با نارسایی قلبی، به‌طور هدفمند انتخاب و به‌شکل تصادفی به سه گروه مساوی (۱۴ نفر) تمرین هوازی تداومی، هوازی تناوبی و کنترل تقسیم شدند. تمرین تداومی (شدت ۴۵ تا ۷۰٪ ضربان قلب بیشینه) و تمرین تناوبی (شدت ۴۵ تا ۸۰٪ ضربان قلب بیشینه با استراحت ۵ تا ۱۰ دقیقه‌ای بین هر تناوب) به مدت ۸ هفته (۳ روز در هفته) بود. قبل و پس از اجرای تمرین، نمونه‌خونی از هر ۳ گروه گرفته و به‌روش الایزا اندازه‌گیری شد. برای تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۰) در سطح معناداری  $p \leq 0/05$  استفاده شد.

**یافته‌ها** پس از ۸ هفته تمرین سطح سرمی پروتئین واکنشی C، مولکول چسبان سلولی-۱ و مولکول چسبان عروقی-۱ در ۲ گروه تمرینی کاهش معنادار داشت ( $p \leq 0/05$ )؛ ولی در گروه کنترل تفاوتی معنادار دیده نشد. در سطوح hs-CRP ( $p = 0/023$ ) و VCAM-1 ( $p = 0/0001$ ) در هر ۳ گروه تفاوت معناداری وجود داشت؛ اما در سطح ICAM-1 ( $p = 0/107$ ) در بین ۳ گروه این تفاوت معنادار مشاهده نشد.

**نتیجه‌گیری** تمرین هوازی با کاهش سطوح hs-CRP و VCAM-1 احتمالاً نقش مؤثری در پیشگیری و کنترل بیماری‌های قلبی - عروقی مردان نارسایی قلبی دارد.

### کلیدواژه‌ها:

VCAM-1، ICAM-1، hs-CRP، تمرین هوازی، نارسایی قلبی.

### ۱. مقدمه

بیماران نارسایی قلبی، نتایج درمان پایین‌تر از حد مطلوب است [۱]. گسترش بیماری‌های قلبی - عروقی زمینه‌ای التهابی دارد و التهاب مزمن نیز نقش محوری در توسعه و پیشرفت

شواهد حاکی از آن است که با افزایش سن جامعه، وضعیت اپیدمیولوژی نارسایی قلبی رو به بحران است و به‌رغم تجویزهای گسترده دارویی و استفاده از روش‌های مختلف درمانی برای

\* نویسنده مسئول: سید محمود حجازی

نشانی: مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، مشهد، ایران

تلفن: ۰۹۱۵۳۱۵۵۲۰۵

رایانه: sm.Hejazi37@gmail.com

شناسه ORCID: 0000-0003-4016-554X

شناسه ORCID نویسنده اول: 0000-0003-1619-6063

در بیماران با عارضه شریان محیطی پس از انجام آزمون ورزش (تردمیل) پرداختند. نتایج نشان داد که سطح ICAM-1 و VCAM-1 شاخص‌های خطرزای قلبی - عروقی در بیماران بیشتر از گروه کنترل بود و پس از آزمون ورزش، در هر گروه متغیرهای ذکر شده با افزایش معناداری همراه بودند. این نتایج تأیید کرد که افزایش فعالیت سلول‌های سفید خون نشانه‌ای از آترواسکلروز سیستمیک است؛ زیرا شاخص‌های التهابی در وضعیت‌های فشار مکانیکی خون افزایش می‌یابند.

درباره اثر تمرینات ورزشی بر شاخص‌های التهابی خطر بیماری قلبی - عروقی و عامل فعالیت و چسبندگی اندوتلیال عروقی پژوهش‌های بسیاری تأثیر فعالیت‌های ورزشی را بر این شاخص‌ها در افراد و گونه‌های مختلف بررسی کرده‌اند. بیشتر نتایج حاکی از آن است که پس از تمرینات هوازی منظم، پاسخ‌های التهابی (در نتیجه کاهش شاخص‌های پیشگویی‌کننده بیماری‌های قلبی - عروقی) مهار می‌شوند [۸]. در بررسی اثر ۱۰ هفته برنامه تمرین متناوب با شدت متوسط در مقابل برنامه تمرین هوازی مداوم بر مولکول‌های چسبان سلولی در بیماران با نارسایی قلبی بیان شد که در هر دو گروه تمرین کاهش زیادی در سطح مولکول‌های چسبان داشتند [۹]. همچنین نشان داده شد که پس از ۱۴ هفته فعالیت هوازی ۵۰ دقیقه‌ای (هر جلسه شامل تواترهای ۲ دقیقه‌ای فعالیت هوازی پر شدت ۷۵ تا ۹۰٪ و ۵۵ تا ۶۵٪ ضربان قلب ذخیره) در زنان سالم تغییر معناداری در سطح مولکول‌های چسبان پلازما وجود ندارد [۱۰]. با وجود تحقیقات متعدد در زمینه تأثیر ورزش و تمرینات هوازی بر ابعاد مختلف سلامت جسمی و روانی، بیشتر تمرین تداومی مورد مطالعه قرار گرفت و کمتر به تمرین تناوبی اهمیت داده شد. طبق نظر پت و همکاران [۱۱] اکثریت عموم اعتقاد دارند که تمرین فقط باید در یک دوره مداوم و طولانی انجام شود و شاید این یکی از دلایل مشارکت نداشتن افراد در تمرینات باشد. تمرین‌های تناوبی حالت مداوم و کسل‌کننده تمرین تداومی را ندارند و به دلیل صرفه‌جویی در زمان بیشتر در معرض توجه هستند؛ زیرا یکی از علل عدم شرکت بزرگسالان در تمرینات ورزشی منظم، نداشتن زمان کافی است و به نظر می‌رسد که با تمرینات تناوبی هوازی افراد بیشتری را می‌توان به فعالیت علاقه‌مند کرد. تعدادی مطالعات گویای این واقعیت است که با تمرین تناوبی افراد بیشتری در تمرینات شرکت می‌کنند و نیز کاهش بیشتری در شاخص‌های التهابی خواهند داشت [۱۲]. در این راستا، در پژوهشی بیان شد که هر دو شیوه تمرین تناوبی

آترواسکلروز<sup>۱</sup> ایفا می‌کند؛ به طوری که با شروع فرایند التهاب در عروق و فعال شدن اندوتلیال و نیز سنتز پروتئین‌های پیش‌التهابی همچون کموکاین‌ها و افزایش بیان ژن و بروز مولکول‌های چسبان، ورود سلول‌های التهابی به داخل دیواره شریانی و روند آترواسکلروز آغاز می‌شود. مطالعات پیشین در زمینه نارسایی قلبی بر نقش و عملکرد بیومارکرها و مسیرهای پیچیده بالینی دخیل در پاتوفیزیولوژی قلب توجه زیادی داشته‌اند. از جمله بیومارکرها کاندید نارسایی قلبی، احتمالاً بررسی فاکتورهای پیش‌بینی‌کننده نارسایی قلبی اهمیت بیشتری دارد. این بیومارکرها به گروه بیومارکرها التهابی، استرس اکسیداتیو، هورمونی عصبی، ریمودلینگ ماتریکس خارج سلولی، استرس مایوسیت، آپوپتوز مایوسیت و یا اختلالات خارجی قلب تفکیک می‌شوند [۲].

پروتئین واکنشی C با حساسیت بالا<sup>۲</sup> یکی از اجزای واکنش‌دهنده‌های مرحله حاد، از شاخص‌هایی است که برای پیشگویی خطر وقایع کرونری معرفی شده و مقدار طبیعی CRP در بالغان کمتر از ۰/۵ تا ۰/۸ میلی گرم در لیتر است و سطح بالا در این شاخص التهابی به طور چشمگیری با افزایش خطر بیماری‌های قلبی - عروقی در بین افراد سالم همراه بوده است؛ به طوری که افزایش مقادیر آن ۲ تا ۵ برابر خطر حوادث قلبی - عروقی را افزایش می‌دهد [۳]. در مطالعه میکوویچ و همکاران [۴]، نقش پیشگویی‌کننده hs-CRP در بیماران با نارسایی قلب بررسی شد و یافته‌ها نشان داد که سطح hs-CRP در بیماران نارسایی قلبی بالا بوده و با شدت بیماری در ارتباط است. همچنین طی مطالعات فزاینده‌ای که در سال‌های اخیر برای ارزیابی نشانگرهای مناسب التهابی که با آتروژنز در ارتباط هستند، انجام شده است، یکی از حساس‌ترین نشانگرهای سلولی در زمینه شناسایی روند تشکیل پلاک‌های آترواسکلروزی در دیواره اندوتلیال عروق را مولکول‌های چسبان سلولی و عروقی معرفی می‌کنند [۵]. اتصال مونوسیت‌ها به اندوتلیوم از طریق مولکول‌های چسبان عروقی<sup>۳</sup> و مولکول چسبان سلولی<sup>۴</sup> - حرکت آن‌ها به عمق اندوتلیال و تسریع روند تشکیل سلول‌های کفی شکل، اولین نشانگرها در آتروژنز بوده و به همین علت مورد توجه خاص قرار گرفته‌اند و بسیاری از پژوهشگران افزایش سطح فرم‌های محلول مولکول‌های اتصالی را با افزایش خطر انفارکتوس، هم در افراد سالم و هم در بیماران قلبی، مرتبط می‌دانند [۶]. سیگنورلی و همکاران [۷] به مطالعه تغییرات مقادیر خونی سیتوکین‌ها و مولکول‌های چسبان سلولی

3. vascular cell adhesion molecule-1

4. intercellular adhesion molecule-1

1. Atherosclerosis

2. high-sensitivity C-reactive protein

پنهان‌سازی تخصیص تصادفی، از جعبه‌های گدبندی‌شده با توالی تصادفی استفاده شد. در این مطالعه، برای برآورد حجم نمونه از نرم‌افزار G Power و با در نظر گرفتن توان آزمون ۰/۸، آلفای معادل ۰/۰۵ برای هر گروه ۱۰ نفر مشخص شده بود؛ ولی با توجه به احتمال افت نمونه و به منظور افزایش دقت در پژوهش، برای هر گروه ۱۴ نفر تعیین شد. برای رعایت منشور اخلاقی پیش از نمونه‌گیری، تمامی داوطلبان به صورت شفاهی با ماهیت و نحوه انجام کار و خطرهای احتمالی آن آشنا شدند و نکات عمده و ضروری درباره تغذیه، فعالیت بدنی، بیماری و مصرف دارو برای آن‌ها بیان شد تا در رعایت آن دقت کنند؛ همچنین به آن‌ها اجازه خروج بدون قیدوشرط از پژوهش داده شد. در نهایت با تکمیل فرم رضایت‌نامه کتبی شرکت در پژوهش، آمادگی خود را اعلام کردند. کمیته اخلاق در پژوهش پژوهشگاه علوم ورزشی انجام این پژوهش را تأیید کرد.

همچنین داشتن سابقه بیماری قلبی کمتر از ۵ سال، سابقه فعالیت ورزشی منظم در طی ۶ ماه قبل و اجرای تمرینات دیگری در کنار تمرینات مورد نظر در طول دوره پژوهش از معیارهای خروج از این تحقیق بودند. جهت بررسی متغیرهای بیوشیمیایی، از آزمودنی‌ها خواسته شد تا یک روز قبل از شروع برنامه تمرین در محل آزمایشگاه در یک ساعت مشخص حاضر شوند؛ سپس نمونه خون با ۱۲ ساعت ناشتایی، با ثبت دمای محیط و ساعت آزمون (جهت حفظ شرایط در مرحله پیش‌آزمون) گرفته شد؛ به این صورت که از سیاه‌رگ دست راست هر آزمودنی پس از ۵ دقیقه در وضعیت نشسته بر روی صندلی، ۵ میلی‌لیتر خون گرفته شد و اینکه در زمان مراجعه برای نمونه‌گیری تا ۲۴ ساعت قبل از شروع آزمایش‌ها فعالیت بدنی شدیدی نداشته و استراحت کافی داشته باشند. به منظور کاهش تداخل خستگی بر انجام آزمایش افراد، ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی آزمایش با همان شرایط پیش‌آزمون تکرار شد. همچنین جهت کاهش تداخل تغذیه در مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون تغذیه ۲۴ ساعت قبل از شروع آزمایش‌ها یادداشت شد و تا حد امکان همان تغذیه در مرحله پس‌آزمون اجرا گردید. خون‌گیری توسط پرستاران مرکز انجام شد و پس از سانتریفوژ و جدا کردن سرم، سرم‌ها داخل میکروتیوپ‌ها ریخته و در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان آنالیز داده‌ها در ۲ مرحله نگه‌داری شد. بعد از نمونه‌گیری خونی اندازه‌گیری‌های توصیفی و فیزیولوژیک آزمودنی‌ها گرفته می‌شود. سپس گروه‌های تمرین هوازی تداومی و تناوبی به مدت ۸ هفته و هر هفته ۳ جلسه با شدت و مدت مشخص در برنامه ورزشی شرکت کردند. آزمودنی‌ها در طول تمرین به‌طور مرتب تحت نظر پزشک فوق تخصص قلب و در طول هر جلسه برنامه تمرینی تحت نظر پزشک فوق تخصص طب فیزیکی و پرستاران بخش بازتوانی بودند و کنترل کامل علائم

و تداومی باعث کاهش معنادار در میزان سرمی شاخص‌های خطرزای قلبی - عروقی از جمله CRP شده است و تفاوت معناداری بین دو شیوه تمرینی بر تغییرات قلبی - عروقی سنتی و جدید وجود نداشت [۱۳]. فریدنرایچ و همکاران [۱۴] نیز در بررسی و مقایسه اثر تمرینات با حجم بالا با تمرینات با حجم متوسط بر تغییرات مارکرهای التهابی گزارش کرد که کاهش ریسک فاکتورهای قلبی - عروقی در آزمودنی‌هایی که مدت زمان بیشتری در طول هفته تمرین داشته‌اند نسبت به آزمودنی‌هایی که مدت زمان کوتاه‌تری را در هفته به فعالیت ورزشی می‌پرداختند، چشمگیرتر بوده است. بنابراین فعالیت منظم بدنی می‌تواند یک برنامه درمانی در نظر گرفته شود و مزیت اصلی آن کمک به حفظ سلامتی، کاهش و به تأخیر انداختن ابتلای مجدد به بسیاری از بیماری‌های قلبی - عروقی است. با توجه به نتایج ضدونقیض پژوهش‌هایی که در دهه اخیر درباره پاسخ‌های قلبی - عروقی جدید به تمرینات ورزشی به دست آمده و نیز به دلیل محدودیت‌های موجود در برخی از مطالعات، باید به دنبال تعیین فعالیت ورزشی هوازی منظم با شدت مناسب و مدت مشخص بین افراد جامعه برای ارائه الگوی مناسب جهت بهبود و حفظ سلامت در افراد باشیم. با در نظر گرفتن کم‌ترکی به دنبال ابتلا به بیماری‌های قلبی و نیز میزان شیوع بالای این بیماری‌ها در کشور، پژوهشگران مطالعه حاضر با عنایت به نتایج مثبت اجرای فعالیت‌های ورزشی هوازی منظم در کاهش عوارض در بیماران قلبی - عروقی و با نگاهی پیشگیرانه نسبت به سبک زندگی فعال بر آن شدند تا تأثیر دو روش تمرینی تداومی و تناوبی هوازی روی سطح سرمی پروتئین واکنشی C با حساسیت بالا و برخی از مولکول‌های چسبان در بیماران با نارسایی قلبی برای بیان روش‌های درمانی غیردارویی مناسب برای پیشگیری و کاهش بیماری را بررسی کنند.

## ۲. مواد و روش‌ها

ا روش اجرای این مطالعه با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون روی سه گروه و به صورت نیمه‌تجربی انجام شد. جامعه آماری این پژوهش را تمام بیماران مرد مبتلا به نارسایی سیستولی قلب تشکیل دادند که تحت کنترل یکی از کلینیک‌های فوق تخصصی قلب و عروق شهرستان مشهد قرار داشتند. پس از فراخوان و دعوت به مشارکت با تأیید پزشکان متخصص، ۴۲ نفر از مردان با دامنه سنی ۵۰ تا ۶۰ سال که مبتلا به نارسایی قلبی کلاس ۱ تا ۳ و دارای توان قلبی کمتر از ۴۵٪ بودند، به روش نمونه‌گیری انتخابی در دسترس و هدف‌دار برگزیده و به‌طور تصادفی به ۳ گروه ۱۴ نفری تمرین هوازی تداومی، تمرین هوازی تناوبی و کنترل تقسیم شدند. جهت

تداومی به مدت ۸ هفته، ۳ جلسه در هفته و زمان هر جلسه بین ۳۰ تا ۵۰ دقیقه با شدت ۴۵ تا ۷۰٪ از حداکثر ضربان قلب بود که با استفاده از تردمیل طراحی شد. برنامه تمرین تناوبی نیز به مدت ۸ هفته، ۳ جلسه در هفته و با شدت ۴۵ تا ۸۰٪ از حداکثر ضربان قلب بود که با استفاده از تردمیل و چرخ کارسنج طراحی شد. آزمودنی‌ها بین هر تناوب، با توجه به شرایط فردی ۵ تا ۱۰ دقیقه استراحت داشتند. ابتدای هر جلسه ۱۰ دقیقه حرکات کششی و نرمش با هدف گرم کردن انجام شد و در مدت تمرین آزمودنی‌ها مانیتورینگ بودند و شدت تمرین با استفاده از ضربان قلب و نوار قلب آن‌ها کنترل و ثبت شد؛ سپس در انتهای تمرین آزمودنی‌ها با استفاده از حرکات کششی سرد کردند. پروتکل تمرین در جدول ۱ دیده می‌شود [۱۵].

حیاتی فرد انجام شد. سطوح مولکول‌های چسبان و پروتئین واکنشی C با حساسیت بالا با استفاده از کیت‌های تجاری الایزای شرکت Bender Med System ساخت کشور اتریش دارای حساسیت ۲/۱۷ نانوگرم بر میلی‌لیتر و با دستگاه Elisa Reader اندازه‌گیری و تحلیل شد.

برنامه تمرین با توجه به توانایی اولیه فرد و پس از آزمون ورزشی برای تعیین محدوده ضربان قلب و سطح و شدت یا میزان سرعت بر روی نوار گردان و مقاومت و یا وات دستگاه دوچرخه ثابت برای هر آزمودنی و براساس اصول طراحی تمرین، توصیه کالج طب ورزشی امریکا (ACSM) شامل افزایش پیش‌رونده بار کار، متنوع بودن برنامه، تنظیم برنامه به صورت فردی و هدفمند (برای افزایش ظرفیت عملکردی) و با توجه به نظر پزشک متخصص و همچنین با بررسی و الگو گرفتن از بیشینه پژوهش طراحی شد. تمرین هوازی

جدول ۱. پروتکل تمرین

برنامه تمرین	نوع وسیله	متغیر	هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم	هفته پنجم	هفته ششم	هفته هشتم	
تداومی	تردمیل	شدت (درصد)	۴۵-۵۰	۵۰-۵۵	۵۵-۶۰	۵۵-۶۰	۶۰-۶۵	۶۰-۶۵	۶۵-۷۰	
		مدت (دقیقه)	۳۰	۳۰-۳۵	۳۰-۳۵	۳۵-۴۰	۳۵-۴۰	۴۰-۴۵	۴۰-۴۵	۴۵-۵۰
تناوبی	تردمیل	شدت (درصد)	۴۵-۵۰	۵۰-۵۵	۵۵-۶۰	۶۰-۶۵	۶۵-۷۰	۷۰-۷۵	۷۵-۸۰	
		مدت (دقیقه)	۱۰-۱۲	۱۰-۱۲	۱۲-۱۵	۱۲-۱۵	۱۵-۱۸	۱۵-۱۸	۱۸-۲۰	۱۸-۲۰
	دوچرخه ثابت	شدت (وات)	۱۵	۱۵	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۳۰	۳۰
		مدت (دقیقه)	۱۰-۱۳	۱۰-۱۳	۱۳-۱۵	۱۳-۱۵	۱۵-۱۷	۱۵-۱۷	۱۷-۲۰	۱۷-۲۰

اطلاعات به دست آمده از آزمون شاپیرو - ویلک توزیع داده‌ها را در تمام متغیرها در گروه‌های مورد نظر نرمال نشان داد ( $p \geq 0.05$ ). براساس نتایج تست لون نیز، در تمام متغیرها واریانس گروه‌ها برابر است ( $p \geq 0.05$ ). طبق جدول ۲، آزمون t هم‌بسته جهت بررسی اختلاف معناداری میانگین‌های درون گروهی نشان داد پس از مداخله ۸ هفته‌ای تمرینی سطح سرمی پروتئین واکنشی C، مولکول چسبان سلولی ۱- و مولکول چسبان عروقی ۱- در ۲ گروه تمرینی کاهش معنادار داشت ( $p \leq 0.05$ ). با این حال، میان یافته‌های پیش و پس آزمون این مقادیر در گروه کنترل تفاوت معنادار دیده نشد. در مقایسه میانگین‌های بین گروهی، تفاوت معناداری در سطح سرمی

در این پژوهش، به منظور تجزیه و تحلیل اولیه داده‌ها و رسم جداول فراوانی و درصدها، میانگین و انحراف معیارها از نرم افزار SPSS و پس از کسب اطمینان از طبیعی بودن توزیع نظری داده‌ها توسط آزمون شاپیرو - ویلک و کسب اطمینان از همگنی واریانس‌ها توسط آزمون لون، از آزمون آماری t هم‌بسته جهت بررسی اختلاف معناداری میانگین‌های بین گروهی و از تحلیل واریانس یک‌طرفه نیز جهت بررسی اختلاف معناداری میانگین‌های بین گروه‌ها و در صورت معنادار بودن نتایج از آزمون پس تعقیبی توکی<sup>۱</sup> با سطح معناداری  $p \leq 0.05$  استفاده شد.

### ۳. یافته‌ها

1. post hoc tukey test

تناوبی و کنترل و نیز بین تمرین هوازی تداومی و گروه کنترل نشان داد ( $p \leq 0.05$ ). با این حال، نتایج بین گروهی آزمون تعقیبی تفاوت معناداری در متغیرهای مورد مطالعه در دو گروه تمرین هوازی تناوبی و تداومی را نشان نداد.

پروتئین واکنشی C با حساسیت بالا ( $p = 0.023$ ) و مولکول چسبان عروقی I-1 ( $p = 0.001$ ) ایجاد شد؛ اما تفاوت معناداری در سطح سرمی مولکول چسبان سلولی I-1 ایجاد نشد ( $p = 0.107$ ). نتایج آزمون توکی در سطح hs-CRP و در سطح VCAM-1 تفاوت معناداری بین گروه تمرین هوازی

جدول ۲. مقایسه تغییرات میانگین‌های درون گروهی و بین گروهی در سه گروه مورد مطالعه قبل و بعد از ۸ هفته مداخله تمرینی

گروه	تمرین هوازی تداومی (mean ± SD)	تمرین هوازی تناوبی (mean ± SD)	کنترل (mean ± SD)	F بین گروهی	ارزش P بین گروهی
پیش‌آزمون	۲/۴۶ ± ۱/۰۱	۲/۴۵ ± ۰/۹۷	۲/۴۴ ± ۱/۰۷		
	۱/۸۸ ± ۰/۹۲	۱/۸۵ ± ۰/۸۵	۲/۴۲ ± ۰/۶۸		
پس‌آزمون	۵/۴۰۷	۴/۱۸۷	۰/۰۶۶	۴/۱۳۸	**۰/۰۲۳
	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	۰/۹۴۹		
پیش‌آزمون	۲۷۳/۹۹ ± ۹/۶۶	۲۷۴/۰۳ ± ۱۱/۱۴	۲۷۰/۶۰ ± ۱۱/۸۶		
	۲۶۷/۸۲ ± ۹/۶۶	۲۶۵/۵۵ ± ۱۲/۲۸	۲۶۷/۲۵ ± ۱۳/۹۴	۲/۳۷۲	۰/۱۰۷
پس‌آزمون	۴/۱۸۹	۵/۰۵۹	۱/۸۳۷		
	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	۰/۰۸۹		
پیش‌آزمون	۱۱۷۹/۵ ± ۹۲/۳۸	۱۱۸۱/۸۵ ± ۱۴۰/۹۶	۱۱۴۴/۷۱ ± ۱۲۶/۳۶		
	۱۱۰۹/۴۶ ± ۱۱۹/۹۹	۱۰۷۱/۴۲ ± ۱۲۳/۷۶	۱۱۸۴/۰۷ ± ۱۰۷/۰۱	۱۰/۱۲۸	**۰/۰۰۰۱
پس‌آزمون	۲/۳۵۲	۷/۸۶۲	۱/۵۰۱		
	*۰/۰۳۵	*۰/۰۰۰۱	۰/۱۵۷		

سطح معناداری  $p \leq 0.05$

\* نشانه معناداری میانگین‌های درون گروهی

\*\* نشانه معناداری میانگین‌های بین گروهی

نانوگرم بر میلی‌لیتر، معادل ۳/۱۰٪ کاسته شد؛ اما این کاهش بین گروه‌های آزمون‌شونده از لحاظ آماری معنادار نبود. از طرفی این مداخله ورزشی منجر به تغییر معنادار در سطوح سرمی VCAM-1 شد. سطح سرمی مولکول چسبان عروقی I-1 در گروه تمرین تداومی از ۱۱۷۹/۵ نانوگرم بر میلی‌لیتر به ۱۱۰۹/۴ نانوگرم بر میلی‌لیتر، معادل ۵/۹۴٪، و در گروه تمرین تناوبی از ۱۱۸۱/۸ نانوگرم بر میلی‌لیتر به ۱۰۷۱/۴ نانوگرم بر میلی‌لیتر معادل ۹/۳۴٪ کاهش یافت.

نتایج این پژوهش با یافته‌های تحقیقاتی در این زمینه، مبنی بر اینکه تمرینات ورزشی به کاهش سطح شاخص‌های التهابی منجر می‌شود، همخوانی داشت [۱۱، ۱۸، ۲۱-۲۲]؛ ولی با برخی نتایج مطالعات قبلی همسو نبود [۱۰، ۱۹-۲۰، ۲۳]. هموندز و همکاران [۱۶] بیان کردند که کاهش hsCRP در گردش به افزایش فعالیت بدنی و تمرینات مربوط می‌شود؛ هرچند که توانایی مداخلات ورزشی برای کاهش hsCRP و مزیت‌های شخصی آن، به‌درستی مشخص نیست و نیازمند

#### ۴. بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش در زمینه تأثیر تمرین هوازی بر hs-CRP نشان داد ۸ هفته برنامه تمرین هوازی تداومی و تمرین تناوبی بر سطح این شاخص تأثیر معنادار دارد ( $p \leq 0.05$ ). سطوح hs-CRP در گروه تمرین تناوبی از ۲/۴۵ میلی‌گرم بر لیتر به ۱/۸۵ میلی‌گرم بر لیتر به‌اندازه ۲۴/۴٪ و در گروه تمرین تداومی از ۲/۴۶ میلی‌گرم بر لیتر به ۱/۸۸ میلی‌گرم بر لیتر به‌اندازه ۲۳/۵٪ کاهش یافت. همچنین برنامه تمرین هوازی منتخب بر سطح مولکول‌های چسبان منجر به تفاوت معناداری در سطح ICAM-1 سرم آزمودنی‌های مبتلا به نارسایی قلبی نشد. با بررسی داده‌های حاصل از این پژوهش میزان ICAM-1 در گروه تمرین تداومی از ۲۷۳/۹ نانوگرم بر میلی‌لیتر به ۲۶۷/۸ نانوگرم بر میلی‌لیتر، معادل ۲/۲۵٪ کاهش یافت و در گروه تمرین تناوبی از ۲۷۴/۰۳ نانوگرم بر میلی‌لیتر به ۲۶۵/۵

میان سال مبتلا به نارسایی قلبی تأثیر داشته، ولی معنادار نشده است. با این حال، کاهش معناداری در سطح مولکول VCAM-1 و CRP در نارسایان قلبی دیده شد. نتایج مطالعه ایشان با نتایج پژوهش حاضر همسان است؛ چون تا حدودی از نظر آزمودنی‌ها و شدت و مدت تمرین مشابه هستند. همچنین ریبرو و همکاران [۲۲] اظهار کردند که پس از ۲ ماه تمرین هوازی با شدت متوسط سطح VCAM-1 در گروه تجربی کاهش معناداری داشته که با افزایش سایتوکاین‌های ضدالتهابی همراه است. از طرفی سائتری و همکاران [۲۳] در ارزیابی تأثیر تمرینات ورزشی بر عوامل التهاب اندوتلیال کاهش قابل توجهی در سطوح ICAM-1 مشاهده کردند؛ ولی در سطح VCAM-1 تغییر چشمگیری دیده نشد. اکسوی و همکاران [۹] اثر ۱۰ هفته برنامه تمرین متناوب با شدت متوسط در مقابل برنامه تمرین هوازی مداوم بر روی مولکول‌های چسبان سلولی در بیماران با نارسایی قلبی را بررسی کردند؛ نتایج درون گروهی تغییرات معنادار ICAM-1 و CRP در دو گروه تمرین و تغییرات معنادار VCAM-1 فقط در گروه تمرین تناوبی را نشان دادند و یافته‌های بین گروهی عدم معناداری را در بین گروه‌های مورد مطالعه گزارش کردند. نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های مطالعه اکسوی همسو نیست که احتمالاً مربوط به مدت زمان تمرین و سطح بیماری در آزمودنی‌های ایشان باشد. بیژه و همکاران [۲۴] در تأثیر ۶ ماه تمرین هوازی (۳ جلسه، ۶۰ دقیقه در هفته در تمرینات هوازی با شدت ۶۵-۷۵٪ ضربان قلب ذخیره شاهد کاهش میانگین سطوح پروتئین واکنشگر C بودند؛ ولی این کاهش معنادار نبود. دلیل همسو نبودن یافته‌های ایشان با نتایج پژوهش حاضر احتمالاً محدودیت‌هایی همچون رژیم غذایی متنوع، پاسخ به سازگاری گوناگون به فعالیت بدنی، تعداد کم آزمودنی‌ها به دلیل انصراف بعضی از آن‌ها از شرکت در پژوهش، تفاوت‌های فردی آزمودنی‌ها و در کل متفاوت بودن آزمودنی‌های مطالعه ایشان با پژوهش حاضر دانست.

در مورد سازوکارهایی که به موجب آن‌ها فعالیت ورزشی منظم باعث بهبود سطح CRP می‌شود، هنوز جای بحث و بررسی زیادی دارد. مفهوم رایج درباره مکانیسم پاتوفیزیولوژیکی التهاب مرتبط با آترواسکلروز، تولید سایتوکاین‌های همراه التهاب در پاسخ به محرک LDL اکسیدشده و ماکروفاژهای همراه با پلاک آترواسکلروزی است. در راستای اثرات تمرینات ورزشی بر این عوامل التهابی، در مطالعه‌ای بیان شده است که تمرینات ورزشی منظم سبب کاهش LDL اکسیدشده و نیز کاهش سطوح CRP و شاخص‌های پیش التهابی می‌شود [۲۵]. لاکا و

بررسی‌های بیشتری است. مطالعه آن‌ها یک متآنالیز توانایی ورزش در کاهش میزان hsCRP در افراد سالم و مبتلا به بیماری قلبی و شامل آزمایش‌های مداخله ورزشی از سال ۱۹۹۵-۲۰۱۲ بود که در ۴۳ مطالعه، در مجموع ۳۵۷۵ شرکت‌کننده تجزیه و تحلیل نهایی انجام شد. همچنین بررسی‌های آن‌ها اثبات کرد که مداخلات ورزشی به‌طور معناداری باعث کاهش hsCRP شده است و تمرینات ورزشی، حتی بدون توجه به بیماری قلبی، باعث کاهش سطح hsCRP در بزرگسالان می‌شود. تفاوت‌های احتمالی در نتایج این پژوهش با سایر پژوهش‌ها را شاید بتوان به نوع آزمودنی‌ها، شدت و نوع تمرین نسبت داد [۱۷]. پیرسون و همکاران [۱۸] در بررسی سیستماتیک خود به تأثیر تمرینات هوازی و مقاومتی بر نشانگرهای التهابی بیماران مبتلا به نارسایی قلبی پرداختند. در این بررسی، ۲۰ مطالعه که نشان‌دهنده ۱۸ آزمایش مستقل است، گنجانده شد. داده‌های دوطرفه از ۶ مطالعه گویای تأثیرات مثبت تمرینات ورزشی بر شاخص‌های CRP، TNF- $\alpha$ ، IL-6 و VCAM-1 است. با این حال، بیان شد که با توجه به پیچیدگی نارسایی قلبی و مسیرهایی که در روند ایمنی و التهابی دخیل هستند، آزمایش‌های بیشتر با تمرکز بر علت بیماری، همراهی بیماری و التهاب عضلانی اسکلتی ضروری است تا اثرات ضدالتهابی تمرین در این جمعیت را به‌خوبی روشن کند [۱۸]. احمد و همکاران [۱۹] نیز در مطالعه خود بیان کردند یک برنامه سه‌ماهه تمرین ورزشی، در مقایسه با مراقبت‌های معمول، در گروهی از بیماران مبتلا به HF مزمن پایدار، در بهبود غلظت پلاسمایی hs-CRP تأثیر معناداری نداشت و هرچند کاهش در سطوح پایه شاخص‌ها مشاهده شد، حجم تمرین سطوح بیومارکرها را تغییر معنادار نداده است. از طرفی بیان شد که تمرین منجر به افزایش اوج VO<sub>2</sub> شده و با کاهش خطر بروز نتایج نامطلوب بالینی همراه بوده است. بعضی از تناقض‌های موجود در نتایج مطالعات می‌تواند مربوط به شدت درگیری بیماری افراد شرکت‌کننده در هر پژوهش باشد. در این راستا می‌توان به بررسی ساب‌تایم و همکاران [۱۰] اشاره کرد که در آن، با انجام ۱۴ هفته تمرین هوازی منظم بر سطوح VCAM-1 سرمی آزمودنی‌ها تفاوت چشمگیری مشاهده نشد. رنکوویک و همکاران [۲۰] نیز طی بررسی اثر فعالیت بدنی بر پارامترهای التهابی در بیماران مبتلا به بیماری‌های قلبی بیان کردند که پس از ۳ هفته تمرین هوازی در مرکز توان‌بخشی و ۳ هفته در محیط منزل تغییری در سطوح سرمی VCAM-1 مشاهده نشد. طبق یافته‌های حقیر و همکاران [۲۱] نیز، ۸ هفته تمرین منتخب هوازی بر سطح VCAM-1 مردان



همکاران [۲۶] در پژوهش خود بیان کردند که تمرینات بلندمدت موجب کاهش این شاخص می‌شود و نیکلاس و همکاران [۲۷] نیز اذعان کردند که تمرین ورزشی این عمل را به‌طور مستقیم از طریق کاهش تولید سایتوکاین‌ها در چربی، عضله، سلول‌های تک‌هسته‌ای و به‌طور غیرمستقیم با افزایش حساسیت به انسولین انجام می‌دهد که باعث بهبود عملکرد اندوتلیال و کاهش وزن می‌شود. یکی از مکانیسم‌های بالقوه مربوط به ورزش و سطوح در گردش CRP این است که با تمرینات ورزشی مکرر می‌توان پایین‌تر بودن غلظت پایه اینترلوکین پلازما را شرح داد. فعالیت ورزشی پیوسته موجب کاهش درصد چربی می‌شود. یکی از مهم‌ترین اینترلوکین‌های مسئول کاهش سطوح CRP در افراد پس از تمرین ورزشی، سایتوکاین التهابی IL-6 است که تحریک سنتز CRP در کبد را نشان می‌دهد و نیز از سلول‌های چربی موجود در توده چربی ترشح می‌شود. بافت چربی یکی از منابع اصلی تولید IL-6 است که با کاهش بافت چربی، سطح سرمی این سایتوکاین نیز کاهش می‌یابد؛ این افت در سطح سرمی IL-6 باعث تضعیف مسیرهای تولید CRP می‌شود [۲۸]. بنابراین احتمالاً تأثیر تمرینات منظم بر سطح IL-6 می‌تواند مسئول کاهش سطوح CRP در گروه تمرینی باشد. همچنین فعالیت بدنی منظم موجب تنظیم کاهشی تحریک سمپاتیکی می‌شود. این احتمال وجود دارد که اجرای منظم فعالیت بدنی باعث کاهش TNF- $\alpha$  می‌شود که خود این شاخص تحریک‌کننده قوی تولید IL-6 است و نیز منجر به کاهش شاخص IL-6 شود که این سایتوکاین، محرک قوی تولید CRP است [۲۹]. اگرچه به‌تازگی مقالات مروری با ماهیت تحلیل چندگانه آشکار کرده‌اند که به‌دنبال مداخلات تمرینی هوازی با کاهش چشمگیر CRP مواجه می‌شویم، برخی مطالعات نیز نشان دادند که تغییرات مثبت CRP با شدت فعالیت بدنی در ارتباط است. گزارش در مطالعات اخیر حاکی از آن است که تمرینات تناوبی شدید نسبت به تمرینات تداومی با شدت متوسط سبب تغییر بیشتر در شاخص توده بدن افراد می‌شوند. این ارتباط بین فاکتورهای التهابی CRP با BMI و میزان چربی در کاهش بیشتر شاخص CRP گروه تناوبی بی‌تأثیر نیست که می‌توان مکانیسم احتمالی آن را به افزایش فعالیت کاتکولامین‌ها و در نتیجه تحریک بیشتر فرایند لیپولیز ربط داد [۳۰]. از طرف دیگر با توجه به نقش CRP در روند آتروژنز، تنظیم تولید NO در سلول‌های اندوتلیالی و کنترل فعالیت اندوتلیال، تولید و ترشح سایتوکاین‌های متعدد و افزایش فعالیت پیش‌التهابی ادیپوکان‌ها، از آن به‌عنوان عاملی فراتر از یک عامل فعالیت التهابی استفاده می‌شود [۳۱]. همچنین در بیشتر نوشتار تحقیقی گذشته در رابطه با تغییرات

سطوح مولکول چسبان و شاخص‌های التهابی در پی اجرای تمرینات ورزشی، نتایج متفاوتی حاصل شده است. از مهم‌ترین عوامل دخیل احتمالی در تفاوت‌های موجود بین تحقیقات می‌توان به طول مدت زمان مداخله تحقیقات، شدت و شیوه برنامه تمرین و جنسیت و سطوح پایه شاخص‌های التهابی آزمودنی‌ها اشاره کرد. با توجه به این مطلب که آزمودنی‌های این مطالعه بیماران مبتلا به نارسایی قلبی بودند و سطوح پایه شاخص‌های مورد نظر در این افراد بالا بود، احتمالاً شدت و مدت زمان تمرین ورزشی برای کاهش معنادار سطح ICAM-1 کافی نبوده است. همچنین مصرف آنتی‌اکسیدان‌ها و تغذیه آزمودنی‌ها در پژوهش حاضر اندازه‌گیری نشد و احتمال اینکه این متغیرها بر عدم تغییر معناداری ICAM-1 اثر گذاشته باشد، وجود دارد. درباره سازوکارهای کاهش مولکول‌های چسبان بعد از تمرین، به نظر می‌رسد این کاهش مربوط به کم شدن درصد چربی بدن آزمودنی‌ها باشد. از آنجا که بافت چربی ترشح سایتوکاین‌های پیش‌التهابی را برعهده دارد و چون TNF- $\alpha$  و اینترلوکین-6 در بافت چربی تولید و رها می‌شوند، بر عملکرد اندوتلیال اثر می‌گذارند و تولید یا بیان ژنی شیموکین‌ها و مولکول‌های چسبان را تحریک می‌کنند. به نظر می‌رسد کاهش درصد چربی بدن به کاهش TNF- $\alpha$  و IL-6 می‌انجامد و کاهش این سایتوکاین‌ها باعث کم شدن تولید و ترشح مولکول‌های چسبان می‌شود. در شرایط پاتولوژیکی که افزایش سطوح مولکول‌های چسبان دیده می‌شود، تمرینات منظم ورزشی می‌تواند با کاهش التهاب ناشی از چسبندگی لکوسیت‌ها و پلاکت‌ها به اندوتلیال، باعث توسعه و بهبود عملکرد اندوتلیال شود [۳۲]. فعالیت بدنی باعث تغییرات القاشده در سطوح نسخه‌برداری مولکول چسبان سلول به‌واسطه افزایش فشار برشی و بیان نیتریک اکساید می‌شود [۳۳] و در نهایت به بهبود عملکرد اندوتلیال می‌انجامد [۳۲]. مقادیر کمتر التهاب به‌دلیل سازگاری با فعالیت ورزشی ممکن است با آثار ضداکسایشی فعالیت ورزشی ارتباط داشته باشد. شواهدی از تحقیقات وجود دارد که براساس آن‌ها، تمرین هوازی و استقامتی با افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدان بدن، استرس اکسایشی را به مقدار زیادی کاهش می‌دهد و با کاهش تحریکات سمپاتیکی و افزایش سایتوکاین‌های ضدالتهابی می‌تواند از غلظت ICAM-1 و VCAM-1 بکاهد [۸]. با این حال، چون هیچ‌کدام از موارد ذکر شده در این پژوهش اندازه‌گیری نشده است، نمی‌توان ارتباط و اثر آن‌ها را در عدم تفاوت معنادار مولکول چسبان سلولی ۱- بیان کرد. نتایج پژوهش حاضر حاکی از آن بود که برنامه تمرینات هوازی تناوبی و تداومی با کاهش معنادار عوامل خطرزای قلبی - عروقی

## تشکر و قدردانی

در پایان از تمام آزمودنی‌ها که با صبر و شکیبایی ما را در انجام دادن این پژوهش یاری کردند، سپاس‌گزاری می‌شود. این پژوهش در مرکز ثبت کارآزمایی بالینی ایران با شماره IRCT20180721040545N1 به ثبت رسیده و کمیته اخلاق در پژوهش پژوهشگاه علوم ورزشی با کد IR.SSRI.REC.1397.214 آن را تأیید کرده است.

VCAM-1 و hs-CRP در مردان مبتلا به نارسایی قلبی همراه بوده که کاهش این شاخص‌ها در گروه تمرین هوازی تناوبی نسبت به گروه تمرین هوازی تداومی اندکی بیشتر بوده است؛ اما تغییرات ICAM-1 با وجود کاهش، معنادار نبود که طبق نتایج برای تغییرات معنادار بر سطوح این فاکتور، احتمالاً شدت‌ها و طول دوره تمرینی بیشتری لازم است. پس این امکان هست که بتوان با انجام یک دوره فعالیت ورزشی هوازی منتخب، با رعایت شدت و اصل اضافه‌بار در تمرین، باعث کاهش عوامل التهابی در نارسایان قلبی شد.

## References

- Dickstein K, Cohen Solal A, Filippatos G, McMurray JJ, Ponikowski P, Poole Wilson PA, et al. ESC Guidelines for the Diagnosis and Treatment of Acute and Chronic Heart Failure. *European Journal of Heart Failure* 2008; 10(10): 933-89.
- Van Kimmenade RR, Januzzi JL. Emerging Biomarkers in Heart Failure. *Clinical Chemistry* 2012; 58(1): 127-38.
- Zraggen L, Fischer JE, Mischler K, Preckel D, Kudielka BM, Von Känel R. Relationship Between Hemoconcentration and Blood Coagulation Responses to Acute Mental Stress. *Thromb Res* 2005; 115(3): 175-83.
- Michowitz Y, Arbel Y, Wexler D, Sheps D, Rogowski O, Shapira I, et al. Predictive Value of High Sensitivity CRP in Patients with Diastolic Heart Failure. *Int J of Cardiology* 2008; 125: 347-51.
- Saxton J, Zwierska I, Hopkinson K, Espigares E, Choksy S, Nawaz S, et al. Effect of Upper-and Lowerlimb Exercise Training on Circulating Soluble Adhesion Molecules, hs-CRP and Stress Proteins in Patients with Intermittent Claudication. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2008; 35(5): 607-13.
- Malik I, Danesh J, Whincup P, Bhatia V, Papacosta O, Walker M, et al. Soluble Adhesion Molecules and Prediction of Coronary Heart Disease: A Prospective Study and Meta-Analysis. *Lancet* 2001; 358(9286): 971-76.
- Signorelli SS, Mazzarino MC, Di Pino L, Malaponte G, Porto C, Pennisi G, et al. High Circulating Levels of Cytokines (IL-6 and TNFalpha), Adhesion Molecules (VCAM-1 and ICAM-1) and selectins in Patients with Peripheral Arterial Disease at Rest and After a Treadmill Test. *Vasc Med* 2003; 8(1): 15-19.
- Mogharnasi M, Gaeini A, Javadi E, Kordi M, Ravasi A, Sheikholeslami Vatani D. The Effect of Endurance Training on Inflammatory Biomarkers and Lipid Profiles in Wistar Rats. *Wijs* 2009; 2(2): 82-89.
- Aksov S, Findikoglu G, Ardıc F, Rota S, Dursunoglu D. Effect of 10-Week Supervised Moderate-Intermittent vs. Continuous Aerobic Exercise Programs on Vascular Adhesion Molecules in Patients with Heart Failure. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation* 2015; 94(10): 898-911.
- Sabatier MJ, Schwark EH, Lewis R, Sloan G, Cannon J, McCully K. Femoral Artery Remodeling After Aerobic Exercise Training without Weight Loss in Women. *Dyn Med* 2008; 7(1): 13.
- Pate RR, Pratt M, Blair SN, Haskell WL, Macera CA, Bouchard C, et al. Physical Activity and Public Health. A Recommendation From the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA* 1995; 273(5): 402-7.
- Jakicic JM, Wing RR, Butler BA, Robertson RJ. Prescribing exercise in multiple short bouts versus one continuous bout: effects on adherence, cardiorespiratory fitness, and weight loss in overweight women. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1995; 19(12): 893-901.
- Zaree Beh A, Gaeini AA, Mogharnasi M, Taherzadeh J, Seved Ahmadi M, Keyvanloo F, et al. Comparison of Two Methods of Continuous and Intermittent Aerobic Exercise on hs-CRP and Blood Lipids as the Predicting Factors for Cardiovascular Disease. *Journal of North Khorasan University of Medical Science* 2011; 4(3): 35-42. (Persian)
- Friedenreich CM, O'Reilly R, Shaw E, Stanczyk FZ, Yasui Y, Brenner DR, et al. Inflammatory Marker Changes in Postmenopausal Women after a Year-Long Exercise Intervention Comparing High Versus Moderate Volumes. *Cancer Prevention Research* 2016; 9(2): 196-203.
- AACVPR. Cardiac Rehabilitation Resource Manual. Chicago, IL. Human Kinetics 2006; 142-47.
- Hammonds T., Gathright EC, Goldstein CM, Penn MS, Hughes JW. Effects of Exercise on C-Reactive Protein in Healthy Patients and in Patients With Heart Disease: A Meta-Analysis. *Heart Lung* 2016; 45(3): 273-82.
- Nassis GP, Papantakou K, Skenderi K, Triandafillopoulou M, Kavouras SA, Yannakoulia M, et al. Aerobic Exercise Training Improves Insulin Sensitivity without Changes in Body Weight, Body Fat, Adiponectin, and Inflammatory Markers in Overweight and Obese girls. *Metabolism* 2005; 54(11): 1472-79.
- Pearson MJ, Mungovan SF, Smart NA. Effect of Aerobic and Resistance Training on Inflammatory Markers in Heart Failure Patients: Systematic Review and Meta-Analysis. *Heart Failure Reviews* 2018; 23( 2): 209-23.
- Ahmad T, Fiuzat M, Mark DB, et al, The Effects of Exercise on Cardiovascular Biomarkers in Patients with Chronic Heart Failure. *Am Heart J*. 2014; 167(2): 193-202. e191.
- Ranković G, Miličić B, Savić T, Đinđić B, Mančev Z, Pešić G. Effects of Physical Exercise on Inflammatory Parameters and Risk for Repeated acute Coronary Syndrome in Patients with Ischemic Heart Disease. *Vojnosanit Pregl* 2009; 66(1): 44-48.
- Haghir H, Hejazi SM, Minaee S. Changes of Serum Intercellular Adhesion Molecule- 1, Vascular Adhesion Molecule-1 and C-Reactive Protein in Middle-Aged Men with Heart Failure After Eight Weeks of Aerobic Exercise. *ISSU*. 2017; 24 (12).
- Ribeiro F, Alves AJ, Teixeira M, Miranda F, Azevedo C, Duarte JA, et al. Exercise Training Increases Interleukin-10 After an Acute Myocardial Infarction: a Randomised Clinical Trial. *Int J Sports Med* 2012; 33(3): 192-98.
- Saetre T, Enoksen E, Lyberg T, Strandén E, Jørgensen I.J, Sundhagen JO, Hisdal I. Supervised Exercise Training Reduces Plasma Levels of the Endothelial Inflammatory Markers E-Selectin and ICAM-1 in Patients with Peripheral Arterial Disease. *Angiology* 2011; 62(4): 301-5.
- Bijeh N, Hejazi K. The Effect of Aerobic Exercise on Levels of HS-CRP, Insulin Resistance Index and Lipid Profile in Untrained Middle-aged Women. *RJMS*. 2018; 24 (163): 1-11.
- Mattusch F, Dufaux B, Heine O, Mertens I, Rost R. Reduction of the Plasma Concentration of C-Reactive Protein Following Nine Months of Endurance Training. *Int J sports Med* 2000; 21: 21-24.
- Lakka TA, Laaksonen DE. Physical Activity in Prevention and Treatment of the Metabolic Syndrome. *Appl Physiol Nutr Metab* 2007; 32(1): 76-88.



- [27]. Nicklas BJ, You T, Pahor M. Behavioural Treatments for Chronic Systemic Inflammation: Effects of Dietary Weight Loss and Exercise Training. *CMAJ* 2005; 172(9): 1199-209.
- [28]. Leick L, Lindegaard B, Stensvold D, Plomgaard P, Saltin B, Pilegaard H. Adipose Tissue Interleukin-18 mRNA and Plasma Interleukin-18: Effect of Obesity and Exercise. *Obesity* 2007; 15(2): 356-63.
- [29]. Christopherson J. Effects of Exercise Detraining on Lipid Storage in Rats: Transactions of the Illinois State Academy of Science 1999; 92 (3, 4): 203-209
- [30]. Keating SE, Machan EA, O'Connor HT, Gerofi JA, Sainsbury A, Catterson ID, et al. Continuous Exercise but not High Intensity Interval Training Improves Fat distribution in Overweight Adults. *Journal of Obesity*, vol. 2014, Article ID 834865, 12 pages.
- [31]. Gomes F, Telo Daniela F, Souza Heraldo P, Nicolau JC, Halpern A, Serrano CV. Obesity and Coronary Artery Disease: Role of Vascular Inflammation. *Arq Bras Cardiol.* 2010; 94 (2): 255-61.
- [32]. Higashi Y, Yoshizumi M. Exercise and Endothelial Function: Role of Endothelium-Derived Nitric Oxide and Oxidative Stress in Healthy Subjects and Hypertensive Patients. *Pharmacol Ther* 2004; 102(1): 87-96.
- [33]. Ribeiro F, Alves AJ, Duarte JA, Oliveira J. Is Exercise Training an Effective Therapy Targeting Endothelial Dysfunction and Vascular Wall Inflammation? *Int J Cardiol* 2010; 141(3): 214-21.

## The Effect of Eight Weeks of Continuous and Intermittent Aerobic Exercise on Serum C-Reactive Protein and Adhesion Molecules in Men With Heart Failure

Ladan Hosseni Abrishami<sup>1</sup>, Seyed Mahmoud Hejazi<sup>2\*</sup>, Amir Rashid Lamir<sup>3</sup>, Rambod Khajeie<sup>4</sup>

1. Ph.D. Student, Department of physical education, Neyshabur Branch, Islamic Azad University, Neyshabur, Iran
2. Assistant professor, Department of physical education, Neyshabur Branch, Islamic Azad University, Neyshabur, Iran
3. Associate Professor, Department of physical education, Neyshabur Branch, Islamic Azad University, Neyshabur, Iran
4. Ph.D, Department of physical education, Neyshabur Branch, Islamic Azad University, Neyshabur, Iran

### Abstract

**Background** Evidence showed that adhesion molecules and inflammatory factors play an important role in the pathogenesis of Atherosclerosis. The purpose of this study was to evaluate the effect of eight weeks of continuous and intermittent aerobic exercise on the serum level of C-reactive protein and some adhesive molecules in men with heart failure.

**Materials & Methods** In this study, 42 middle-aged men with heart failure were purposeful and randomly divided into three equal groups (14 subjects): continuous aerobic exercise, intermittent aerobic exercise and control groups. Continuous training (45-70% of Maximum Heart Rate) and intermittent exercise (45-80% of MHR with 5-10 minutes rest between each period) were done for 8 weeks (three days a week). Before and after exercise, blood samples were taken from three groups, ELISA method was used. Data were analyzed using SPSS (20 version) at a significant level of  $P \leq 0.05$ .

**Results** After eight weeks of training, the level of C-reactive protein, adhesion molecule -1 and vascular adhesion molecule -1 had a significant decrease in the two training groups ( $P \leq 0.05$ ). but no significant difference was observed in the control group. There was a significant difference between the levels of hs-CRP ( $P = 0.023$ ) and VCAM-1 ( $P = 0.0001$ ) in all three groups, but there was not a significant difference in ICAM-1 level ( $P = 0.17$ ).

**Conclusion** Aerobic exercise by decreasing the levels of hs-CRP and VCAM-1 probably play an important role in the prevention and control of cardiovascular disease in men with heart failure.

**Received:** 2018/05/14

**Accepted:** 2018/07/22

**Keywords:** Peer education, Non-peer education, Clinical learning, Anesthesia students.