

مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش

سال هفتم، شماره اول؛

بهار و تابستان ۱۳۹۹؛ صفحات ۷۲-۶۵

مقاله پژوهشی

اثرات حاد فعالیت هوازی و بی‌هوازی بر آدیپوکاین‌های خون و مولکول‌های چسبان عروقی در زنان جوان

محسن جعفری^۱، زهرا یکرنگی^۲، محبوبه مرحمتی^۲، مهسا ریحانی^۲، حوری کریمی^۲

تاریخ دریافت: ۲۰ خرداد ۱۳۹۹ تاریخ پذیرش: ۲۵ تیر ۱۳۹۹



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

۱. استادیار فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، واحد شیروان، دانشگاه آزاد اسلامی، شیروان، ایران (نویسنده مسئول) ایمیل: sport87mohsen@gmail.com

۲. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، واحد بجنورد، دانشگاه آزاد اسلامی، بجنورد، ایران

چکیده

هدف: برخی مولکول‌های چسبان و آدیپوکاین‌ها میانجی‌های فرایندهای التهابی آتروسکلروتیک هستند و غلظت خونی این مواد با خطر بیماری قلبی عروقی ارتباط دارد. هدف از انجام این تحقیق بررسی تأثیر حاد دو نوع فعالیت هوازی (آزمون کوپر) و بی‌هوازی (آزمون رست) بر سطوح VCAM1، ICAM1، ای سلکتین، پی سلکتین، ال سلکتین، اپلین، امیتین و فیبرینوژن بود. **روش شناسی:** ۱۷ زن جوان چاق و سالم به طور تصادفی به دو گروه هوازی و بی‌هوازی تقسیم شدند. قبل و بعد از اجرای آزمون‌های مربوطه خونگیری از آنها به عمل آمد. از روش الایزا برای سنجش متغیرهای وابسته استفاده شد. **یافته‌ها:** تجزیه و تحلیل یافته‌ها نشان داد که فقط سطوح ال سلکتین پس از آزمون کوپر و سطوح فیبرینوژن پس از هر دو آزمون کاهش معنی داری داشتند ($P \leq 0/05$). بقیه متغیرها تغییرات درون گروهی معنی داری نداشتند، همچنین تغییرات هیچکدام از متغیرها بین دو گروه تفاوت معنی داری نداشت ($P > 0/05$). **نتیجه گیری:** به طور کلی اجرای آزمون‌های رست و کوپر باعث افزایش آدیپوکاین‌ها و مولکول‌های چسبان آتروژنیک در زنان جوان چاق نمی‌شود که می‌تواند پاسخ مطلوبی در جهت کاهش خطر حمله قلبی در حین ورزش باشد.

واژه‌های کلیدی: رست، کوپر، اپلین، امیتین، سلکتین

نحوه ارجاع: محسن جعفری، زهرا یکرنگی، محبوبه مرحمتی، مهسا ریحانی، حوری کریمی. اثرات حاد فعالیت هوازی و بی‌هوازی بر آدیپوکاین‌های خون و مولکول‌های چسبان عروقی در زنان جوان. مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش ۱۳۹۹؛ ۷(۱): ۷۲-۶۵.

Original Article

Acute Effects of Aerobic and Anaerobic Activities on blood Adipokines and Vascular Adhesive Molecules in Young WomenMohsen Jafari^{*1}, Zahra Yekrangi², Mahboubeh Marhamati², Mahsa Reyhani², Hoori Karimi²

Received 9 June 2020; Accepted 15 July 2020

Abstract

Aim: Some adhesion molecules and adipokines are mediators of atherosclerotic inflammatory processes and blood levels of these substances are related to cardiovascular disease risk. The aim of this study was to examine the acute effects of two types of aerobic (Cooper) and anaerobic (Rast) on levels of ICAM1, VCAM1, E-selectin, P-selectin, L-selectin, omentin, apelin and fibrinogen. **Methods:** 17 obese and healthy young females were randomly assigned into two groups of aerobic and anaerobic tests. Blood samples were taken before and after the tests. Elisa method was used for evaluation of dependent variables. **Results:** Analysis of data showed that only L-selectin levels after cooper test and fibrinogen levels after both tests decreased significantly ($P \leq 0/05$). Other variables had no significant inter group changes, also changes of all of variables between two groups were not significant ($P > 0/05$). **Conclusions:** Overall, implementation of Rast and Cooper tests did not induce elevation of adipokines and atherogenic adhesion molecules in obese young females that may be a beneficial response for prevention of heart attack risk during exercise.

Keywords: RAST, Cooper, Apelin, Omentin, Selectin

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

1. Assistant Professor in Exercise Physiology, Department of Sport Sciences, Shirvan Branch, Islamic Azad University, Shirvan, Iran (Corresponding Author):
Email: sport87mohsen@gmail.com

2. Msc of Exercise Physiology, Department of Sport Sciences, Bojnourd Branch, Islamic Azad University, Bojnourd, Iran

Cite as: Jafari, Mohsen, Yekrangi, Zahra, Marhamati, Mahboubeh, Reyhani, Mahsa, Karimi, Hoori. Acute Effects of Aerobic and Anaerobic Activities on blood Adipokines and Vascular Adhesive Molecules in Young Women. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*. 2020; 7(1): 65-72.

مقدمه

چاقی ارتباط مستقیمی با غلظت مولکول‌های چسبان دارد و کاهش وزن با کاهش این مواد همراه است. همچنین سطوح سرمی VCAM1، ICAM1 و ای سلکتین در کودکان چاق نسبت به کودکان با وزن طبیعی بیشتر است که نشان دهنده درگیری مولکول‌های چسبان در مراحل اولیه آتروسکلروز است (۱۰). فعالیت حاد (مقاومتی و یا استقامتی) باعث افزایش چشمگیری در تعداد لکوسیت‌های گردش خون می‌شود. بیان مولکول‌های چسبان در سطح سلولی نشان دهنده سهم مهم این مواد در تغییر الگوی تجمع و توزیع لکوسیت‌ها است (۱۱). تحقیقات معدودی درباره مقایسه تأثیر حاد فعالیت‌های بی‌هوازی و هوازی بر مولکول‌های چسبان در زنان جوان چاق انجام شده است و بیشتر اطلاعات در این زمینه مربوط به آثار حاد فعالیت‌های سنتی استقامتی و مقاومتی است، همچنین در کمتر تحقیقی اثرات حاد یا مزمن فعالیت بدنی بر تغییرات همه مولکول‌های چسبان مورد بررسی قرار گرفته است و نیز مطالعات در این زمینه نتایج ضد و نقیضی داشته است، به طوری که در برخی مطالعات هیچ تغییری گزارش نشده است، در حالی که در برخی مطالعات افزایش این مواد گزارش شده است (۱۲-۱۵). در پژوهشی سطوح سرمی VCAM1، ICAM1، ای سلکتین و پی سلکتین را قبل و بعد از تست ورزش روی تردمیل (با الکتروکاردیوگرام) اندازه‌گیری شد و فقط ای سلکتین پس از این فعالیت افزایش یافت که نشان دهنده پاسخ اندوتلیوم به ورزش است (۱۲). در پژوهشی دیگر، ۱۸ مرد سالم و غیرفعال روی چرخ کارسنج با سه شدت ۴۰٪، ۶۰٪ و ۸۰٪ حداکثر اکسیژن مصرفی فعالیت کردند (۱۳). قبل و بلافاصله پس از این فعالیت‌ها نمونه‌های خونی جمع‌آوری شدند. هیچ تغییر معنی‌داری در سطوح ال سلکتین، ای سلکتین، VCAM1 و ICAM1 پس از این فعالیت‌ها مشاهده نشد (۱۳). اثر دویدن در مسافت طولانی بر بیان ژن لکوسیتی و سطوح خونی مولکول‌های چسبان در یک تحقیق دیگر مورد مطالعه قرار گرفت. در این تحقیق، نمونه‌های خون سیاهرگی قبل و بلافاصله پس از مسابقات دوی ماراتن و نیمه‌ماراتن از مردان و زنان ورزشکار جمع‌آوری شدند و افزایش سطوح پلاسمایی ای سلکتین، پی سلکتین، ال سلکتین، ICAM1 و VCAM1 پس از این مسابقات مشاهده گردید (۱۴). همچنین افزایش ICAM1 پس از ۴۲ کیلوگرم دوی استقامتی و ۳۰ دقیقه دوی در سراسیمی در مردان سالم مشاهده شد (۱۵). در مورد آثار بلندمدت تمرینات ورزشی بر مولکول‌های چسبان نیز تحقیقات متعددی انجام شده است. به عنوان مثال، ریاحی ملایری و همکاران (۲۰۱۸) تأثیر ۸ هفته تمرین شنا و مصرف سیر را بر VCAM1 و ICAM1 مطالعه نمودند و فقط کاهش ICAM1 را گزارش نمودند (۱۶). حسینی ابریشمی و همکاران (۲۰۱۹) در تحقیقی ۴۲ مرد میانسال مبتلا به نارسایی قلبی را به ۳ گروه کنترل،

در طی دهه‌های گذشته، بیماری سرخرگ کرونری یا آتروسکلروز دلیل اصلی ناتوانی و مرگ و میر در سراسر جهان بوده است (۱) که یکی از علل اصلی وقوع این بیماری افزایش غیرطبیعی برخی مولکول‌های چسبان می‌باشد (۲). مولکول‌های چسبان سلولی گلیکوپروتئین‌های متصل به غشاهای سلولی (مانند سلول‌های اندوتلیال، لکوسیت‌ها و پلاکت‌ها) هستند و واسطه پاسخ لکوسیت‌ها به التهاب هستند. چهار گروه از مولکول‌های چسبان سلولی وجود دارند که شامل اینتگرین‌ها، ایمونوگلوبولین‌ها (شامل مولکول‌های چسبان بین سلولی-۱-ICAM1) و چسبان عروقی-۱-VCAM1^۲، سلکتین‌ها (شامل ای سلکتین^۳، پی سلکتین^۴ و ال سلکتین^۵) و کادهرین‌ها^۶ می‌باشند (۳). برخی مولکول‌های چسبان سلولی به شکل محلول به داخل خون رها می‌شوند که حضور آنها میزان فعالیت یا اختلال عملکرد اندوتلیال^۷ عروقی را نشان می‌دهد. افزایش غلظت مولکول‌های چسبان محلول با ایجاد اختلال در چسبندگی لکوسیت‌ها به دیواره اندوتلیوم موجب تضعیف عملکرد ایمنی، نفوذ لکوسیت‌ها به فضای زیر اندوتلیوم و تشکیل سلول‌های پفکی^۸، فعال‌سازی پلاکت‌ها، مهاجرت سلول‌های عضلانی صاف عروقی (VSMC)^۱، رسوب بافت فیبروز و تشکیل پلاک‌های آتروژنیک می‌گردد (۴،۵). مولکول‌های چسبان در واقع گیرنده‌های گلیکوپروتئینی می‌باشند که نقش چسبندگی گلبول‌های سفید به بافت‌ها را بر عهده دارند و میزان افزایش سطوح آنها در خون نمایان‌گر میزان آسیب اندوتلیال می‌باشد (۶). همچنین مولکول‌های چسبان میانجی‌های فرایندهای التهابی آتروسکلروتیک هستند. غلظت پلاسمایی این مواد ارتباط مستقیمی با خطر بیماری قلبی عروقی دارد و در بیماران قلبی افزایش می‌یابد (۷). در واقع این مواد نسبت به نیمرخ لیپیدی می‌توانند شاخص پیش‌بینی قوی تری برای رویدادهای قلبی عروقی آینده باشند (۶)؛ بنابراین هرگونه کاهش در سطوح مولکول‌های چسبان می‌تواند در کاهش خطر آتروسکلروز و سکت قلبی مؤثر باشد (۵-۹).

سه ماده دیگر درگیر در پاتوژنز آتروسکلروز فیبرینوژن^{۱۱}، امنتین^{۱۲} و اپلین^{۱۳} هستند که امنتین و اپلین از آدیپوکاین‌ها (سایتوکاین‌های مترشح از آدیپوز^{۱۴}) محسوب می‌شوند. فیبرینوژن که تحت القای اینترلوکین-۶ (IL6)^{۱۵} از کبد ترشح می‌شود، از طریق تحریک چسبندگی و تجمع پلاکت‌ها و تشکیل ترومبوز و افزایش گران‌روی خون خطر آتروسکلروز را بالا می‌برد (۱). اپلین ارتباطی مستقیم با چاقی و دیابت و امنتین ارتباط معکوسی با این اختلالات دارند، بنابراین اپلین باعث افزایش خطر آتروسکلروز و امنتین باعث کاهش خطر آن می‌شود (۲).

⁹ Platelet Activation

¹⁰ Vascular Smooth Muscle Cells

¹¹ Fibrinogen

¹² Omentin

¹³ Apelin

¹⁴ Adipose

¹⁵ Interleukin-6

¹ Intercellular Adhesion Molecule-1

² Vascular Cell Adhesion Molecule-1

³ E-Selectin

⁴ P-Selectin

⁵ L-Selectin

⁶ Cadherins

⁷ Endothelial Dysfunction

⁸ Foam Cells

روش پژوهش

این پژوهش از نوع نیمه تجربی با طرح پیش آزمون و پس آزمون بود. جامعه این پژوهش تمام زنان غیرفعال دارای اضافه وزن در شهر بجنورد بودند. جهت انتخاب آزمودنی ها اطلاعاتی در سطح شهر بجنورد پخش شد و از افراد درخواست شد جهت شرکت در آزمون به یکی از سالن های ورزشی سطح شهر مراجعه نمایند. از بین زنان جوان غیر فعال مراجعه کننده که بین ۲۵ تا ۳۵ سال سن داشتند و شاخص توده بدنی (BMI)^۵ آنها بین ۲۵ تا ۳۰ بود و مبتلا به هیچگونه بیماری یا اعتیاد نبودند، ۱۷ نفر به طور تصادفی انتخاب شدند که در دو گروه (گروه آزمون کوپر (۸ نفر) و گروه آزمون رست (۹ نفر)) قرار گرفتند. براساس پرسش از آزمودنی ها، هیچکدام از آنها در دوران قاعدگی قرار نداشتند.

در این کار پژوهشی بعد از مشخص کردن افراد در گروه ها، آگاهی های لازم درباره ی ماهیت، نحوه اجرای کار، فواید و خطرات احتمالی آن توضیح داده شد. سپس فرم رضایت نامه شرکت در پژوهش در اختیار افراد قرار گرفت. با استفاده از پرسشنامه های سلامت استاندارد بدنی و معاینه پزشک متخصص سلامت آزمودنی ها تعیین شد. سلامت قلبی و عروقی به وسیله معاینه و نوار قلب مورد بررسی قرار گرفت. به آزمودنی ها تاکید شد که یک هفته قبل از آزمون و خونگیری مواد غذایی پر چرب مصرف نکنند، و همچنین دوازده ساعت قبل از انجام آزمون نیز ناشتا باشند. قبل از آزمون ها، وزن، قد و BMI آزمودنی ها اندازه گیری شد. وزن با استفاده از ترازوی دیجیتالی SECA ساخت آلمان با دقت ۰/۱ کیلوگرم اندازه گیری شد. برای اندازه گیری مسافت آزمون ها و همچنین قد افراد از متر نواری مارک فیسکو ساخت چین با دقت ۰/۱ سانتی متر استفاده شد. برای محاسبه BMI از فرمول وزن (کیلوگرم) تقسیم بر مجذور قد (متر) استفاده شد. برای ثبت زمان رکورد آزمودنی ها نیز از کرنومتر دیجیتالی Q&Q ساخت چین با دقت ۰/۰۱ ثانیه استفاده شد. برای کنترل ضربان قلب آزمودنی ها از ضربان سنج پولار که قابلیت نمایش میزان ضربان قلب در هر لحظه را دارد، استفاده شد.

پروتکل تمرینی به صورت یک جلسه آزمون هوازی کوپر و یک جلسه آزمون بی هوازی رست بود. برای آزمون رست مسافت ۳۵ متر مشخص شد. جهت آزمون کوپر نیز ابعاد زمین اندازه گیری شد. آزمودنی ها ابتدا ۱۵ دقیقه گرم کردند و سپس آزمون رست را انجام دادند. زمان هر کدام از دوره های طی شده را آزمون گیرنده ثبت کرد. آزمون ۱۲ دقیقه ای کوپر بدین صورت بود که آزمودنی ها با دویدن و راه رفتن بیشترین مسافت ممکن را در مدت ۱۲ دقیقه طی کردند. میزان مسافت طی شده در مدت زمان تعیین شده، امتیاز فرد بود (۱۹).

فرد متخصصی از آزمایشگاه در محل انجام آزمون ها حضور پیدا کرد و عمل خونگیری را در دو مرحله قبل از آزمون و بلافاصله بعد از انجام آزمون ها از آزمودنی ها انجام داد. بدین گونه از هر فرد در هر مرحله خونگیری ۱۰ سی سی خون توسط سرنگ از ورید بازویی دست چپ

تمرین هوازی (شدت ۴۵ تا ۷۰ درصد (MHR)^۱) و تمرین تناوبی (شدت ۴۵ تا ۸۰ درصد (MHR) تقسیم نمودند. مدت تمرینات ۸ هفته (۳ جلسه در هفته) بود. نتایج نشان داد که سطوح VCAM1 و ICAM1 در گروه های تمرینی کاهش معنی داری پیدا کرد (۱۶). علیزاد و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی مردان جوان فعال را به مدت ۸ هفته (۳ جلسه در هفته) در تمرینات تناوبی شدید (HIIT)^۲ شرکت دادند و کاهش معنی دار ای سلکتین را گزارش نمودند (۱۷).

از طرفی نیز تحقیقات درباره آثار حاد فعالیت بدنی بر امتنن، اپلین و فیبرینوژن نیز محدود هستند، بخصوص درباره تأثیر فعالیت های بی هوازی و هوازی بر این مواد در زنان جوان چاق تحقیقی یافت نشد و بیشتر آثار بلندمدت فعالیت بدنی بر این مواد مورد بررسی قرار گرفته است؛ برای مثال بیژه و جعفری (۲۰۱۲) بیان کردند که ۳ ماه (هفته ای ۳ جلسه) تمرین هوازی تأثیری بر سطوح فیبرینوژن در مردان میانسال سالم ندارد (۱۸)؛ همچنین در پژوهش زارعی و همکاران (۲۰۱۸) ۸ هفته تمرین تناوبی شدید موجب افزایش امتنن و کاهش اپلین در موش های ماده دارای اضافه وزن گردید (۹).

دو آزمون مهم برای برآورد میزان آمادگی هوازی و بی هوازی افراد به ترتیب آزمون های کوپر^۳ و رست^۴ هستند که می توانند به عنوان تمرینات منظم هوازی و بی هوازی در افراد سالم نیز مورد استفاده قرار گیرند (۱۹). در واقع آزمون رست به عنوان یک روش تمرین HIIT در نظر گرفته می شود که همبستگی زیادی با آزمون وینگیت دارد، ولی بر خلاف آن نیاز به ابزارهای گران قیمت آزمایشگاهی مانند رایانه یا دوچرخه کارسج ندارد و تنها ابزار مورد نیاز آن کرنومتر و ماشین حساب هستند. رستگار مقدم منصوری و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که ۲ هفته (۵ جلسه در هفته) تمرینات رست و پلاپومتریک باعث افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی و بهبود توان بی هوازی و عملکرد سرعتی می شود، ولی تأثیر تمرینات رست بیشتر است (۲۰). آزمون های رست و کوپر با توجه به ماهیت پر شدتی که دارند، می توانند در تحریک فرایندهای التهابی پاتولوژیک مانند افزایش مولکول های چسبان و دیگر مواد مرتبط با اختلال عملکرد اندوتلیوم مؤثر باشند، از طرفی با توجه به اهمیت تمرینات بی هوازی و هوازی، و نیز نظر به اینکه در مورد تأثیر حاد فعالیت های رست و کوپر بر همه مولکول های چسبان آتروژنیک و نیز برخی آدیپوکاین ها در زنان جوان غیرورزشکار هیچ تحقیقی یافت نشد، هدف از انجام این تحقیق بررسی تأثیر حاد دو نوع فعالیت هوازی (آزمون کوپر) و بی هوازی (آزمون رست) بر سطوح VCAM1، ICAM1، ای سلکتین، پی سلکتین و ال سلکتین بود.

^۴ Rast^۵ Body Mass Index^۱ Maximum Heart Rate^۲ High Intensity Interval Training^۳ Cooper

یافته ها

تجزیه و تحلیل یافته ها نشان داد که غیر از ال سلکتین و فیبرینوژن، تغییرات مقادیر همه متغیرهای وابسته پس از آزمون های رست و کوپر معنی دار نبود ($P>0/05$) و فقط سطوح ال سلکتین پس از آزمون کوپر و سطوح فیبرینوژن پس از آزمون های رست و کوپر کاهش معنی داری داشتند ($P\leq 0/05$). همچنین تغییرات هیچکدام از متغیرها بین دو گروه تفاوت معنی داری نداشت ($P>0/05$). خلاصه نتایج تحقیق در جدول ۲ نشان داده شده است.

آزمودنی ها در حالت نشسته و در وضعیت استراحت گرفته شد. سپس نمونه های خونی برای آنالیز به آزمایشگاه فرستاده شد و در آنجا در دمای منفی ۲۰ درجه سانتیگراد منجمد شد. سطوح مولکول های چسبان، فیبرینوژن، اپلین و آمنتین با روش الایزا، کیت مخصوص و دستگاه الایزا ریدر^۱ اندازه گیری شدند.

برای تعیین توزیع طبیعی متغیرها از آزمون شاپیروویلیک استفاده شد و با توجه به اینکه توزیع داده ها طبیعی بود، از آزمون تی وابسته برای مقایسه های درون گروهی و از آزمون تی مستقل برای مقایسه های بین گروهی در نرم افزار SPSS نسخه ۱۸ استفاده شد.

جدول ۱: توصیف ویژگی های دموگرافیک آزمودنی ها

گروه	سن (y)	قد (m)	وزن (kg)	BMI (kg.m ⁻²)
آزمون کوپر	۲۹/۵۷ ± ۱/۷۱	۱۵۶/۸ ± ۵/۵۳	۷۰/۲ ± ۴/۱۹	۲۷/۳۷ ± ۱/۲۴
آزمون رست	۳۰/۲۶ ± ۱/۵۲	۱۵۸/۱۲ ± ۴/۹۵	۷۳/۴ ± ۵/۴۷	۲۷/۷۵ ± ۱/۱۷

جدول ۲: مقایسه های درون گروهی و بین گروهی مقادیر متغیرهای وابسته

متغیر	گروه	پیش آزمون	پس آزمون	تی وابسته*	تی مستقل #
اپلین (pg.ml ⁻¹)	کوپر	۹۲۲/۶ ± ۸۳/۸	۱۰۱۹/۹ ± ۱۰۵	۰/۰۷۹	۰/۴۲۹
	رست	۹۰۷/۲ ± ۲۵۰/۴	۱۱۰۱/۴ ± ۲۰۰/۴	۰/۰۹۹	
آمنتین (pg.ml ⁻¹)	کوپر	۱۴۴/۴ ± ۳۱/۷	۱۴۸/۷ ± ۳۰/۸	۰/۵۸۳	۰/۸۴۵
	رست	۱۲۶/۵ ± ۱۴/۵	۱۲۹/۲ ± ۲۱/۸	۰/۵۵۴	
فیبرینوژن (mg.dl ⁻¹)	کوپر	۲۷۱/۹ ± ۱۸/۷	۲۵۷/۱ ± ۲۰/۱	۰/۰۱۸	۰/۱۴۳
	رست	۲۶۷/۳ ± ۲۳/۶	۲۶۰ ± ۲۵/۲	۰/۰۰۲	
ICAM1 (ng.ml ⁻¹)	کوپر	۵۹۸/۹ ± ۱۱۱/۵	۵۷۲ ± ۱۳۲/۶	۰/۲۴۸	۰/۳۳۶
	رست	۴۸۸/۶ ± ۷۷/۲	۴۹۸/۳ ± ۶۲	۰/۷۴۷	
VCAM1 (μg.ml ⁻¹)	کوپر	۶/۱ ± ۰/۷	۶/۴ ± ۰/۸	۰/۱۲۵	۰/۹۴۲
	رست	۶/۲ ± ۰/۷	۶/۵ ± ۰/۴	۰/۲۲۴	
ال سلکتین (ng.ml ⁻¹)	کوپر	۱۵۹۳/۷ ± ۱۹۱/۳	۱۴۹۷ ± ۱۹۷/۵	۰/۰۳	۰/۴۰۵
	رست	۱۵۳۷/۴ ± ۲۰۲/۵	۱۴۹۷ ± ۱۶۰/۹	۰/۴۶۹	
ای سلکتین (ng.ml ⁻¹)	کوپر	۳۷/۹ ± ۷/۹	۳۶/۴ ± ۱۰	۰/۳۹۴	۰/۶۴۳
	رست	۳۳/۸ ± ۴/۳	۳۱/۳ ± ۳/۶	۰/۰۷۷	
پی سلکتین (ng.ml ⁻¹)	کوپر	۵/۸ ± ۱/۵	۵/۲ ± ۱/۸	۰/۱۰۲	۰/۳۵
	رست	۴/۶ ± ۰/۷	۴/۳ ± ۰/۸	۰/۳۲۸	

* P-value بر اساس آزمون تی وابسته (مقایسه درون گروهی مقادیر پیش آزمون و پس آزمون)

P-value بر اساس آزمون تی مستقل (مقایسه میانگین ها بین دو گروه)

¹ Elisa Reader

بحث و نتیجه‌گیری

طبق یافته‌های تحقیق، هیچکدام از فعالیت‌های رست و کوپر تأثیری بر سطوح VCAM1، ICAM1، ای سلکتین، پی سلکتین و ال سلکتین نداشتند و فقط فعالیت کوپر باعث کاهش ال سلکتین در زنان جوان چاق شد. این یافته با یافته‌های چادرشین و همکاران (۲۰۱۸)، پارک و همکاران (۲۰۱۸)، پتریدو و همکاران (۲۰۰۷) و برزگری و همکاران (۲۰۲۰) همخوانی داشت، ولی با یافته‌های استرامبرگ و همکاران (۲۰۱۷)، رحمانی و همکاران (۲۰۱۷)، برآبادی و همکاران (۲۰۱۳) و بارگس و همکاران (۲۰۱۸) همخوانی نداشت (۵، ۲۱-۲۷). یکی از دلایل عمده عدم خوانی نتایج این تحقیق با تحقیقات مذکور زمان خونگیری بوده است. در اکثر تحقیقات، بلافاصله بعد از فعالیت ورزشی حاد سطوح مولکول‌های چسبان تغییر معنی داری پیدا نکرده است (۲۱، ۲۲، ۲۶)، در حالی که هنگامی که تغییرات این مواد ۱ یا ۲ ساعت پس از فعالیت اندازه‌گیری شده است، تغییرات معنی دار این مواد رخ داده است (۲۳، ۲۵). نوع تمرین نیز عامل اثرگذار مهمی در پاسخ مولکول‌های چسبان به ورزش است. همچنین شاید شدت تمرینات در این تحقیق به حدی نبوده است که افزایش مولکول‌های چسبان را تحریک کند (۲۴، ۲۵). مدت زمان فعالیت نیز می‌تواند بر پاسخ رادیکال‌های آزاد به ورزش اثر بگذارد و احتمالاً در این تحقیق، زمان فعالیت‌های ورزشی به میزانی نبوده است که موجب افزایش رادیکال‌های آزاد و متعاقب آن تغییر معنی دار مولکول‌های چسبان شود (۵). بنابراین میزان پاسخ مولکول‌های چسبان به فعالیت ورزشی تحت تأثیر عواملی چون زمان خونگیری و مدت، شدت و نوع فعالیت است. مکانیزم‌های متعددی می‌توانند توضیح دهنده یافته‌های این تحقیق باشند. فقدان تغییر ICAM1 و احتمالاً دیگر مولکول‌های چسبان پس از فعالیت‌های ورزشی، احتمالاً ناشی از افزایش عوامل ضد التهابی و کاهش عوامل التهابی است. افزایش IL6 و آدیپونکتین و کاهش IL1 β پس از ورزش، می‌تواند در سرکوب پاسخ ICAM1 و دیگر مولکول‌های چسبان مؤثر باشد (۵، ۱۶). از طرفی افزایش عامل نکروز دهنده توموری آلفا (TNF α)، عامل رشد اندوتلیال عروقی (VEGF)، IL1، IL2 و اینترفرون گاما (IFN γ)^۳ می‌تواند باعث افزایش بیان ژن مولکول‌های چسبان شود و احتمالاً در این تحقیق این ماده پس از فعالیت افزایش پیدا نکرده است؛ البته سایتوکاین‌های ضد التهابی مانند IL4 و IL10 نیز در عدم ترشح و فعالیت مولکول‌های چسبان درگیرند (۶، ۱۷، ۲۳، ۲۴). عدم رهاش کافی رادیکال‌های آزاد اکسیژن در آزمودنی‌های این تحقیق به دلیل جوان بودن آنها و نیز مدت کوتاه پروتکل، می‌تواند عامل دیگری در عدم افزایش مولکول‌های چسبان در آنها پس از فعالیت‌های ورزشی باشد (۲۸). افزایش تنش برشی^۴، از عوامل مهم افزایش مولکول‌های چسبان است که به علت افزایش نیاز عضلات به جریان خون رخ می‌دهد و مدت زمان نسبتاً کوتاه پروتکل‌های این تحقیق می‌تواند باعث عدم افزایش تنش برشی در آزمودنی‌های این تحقیق و افزایش مولکول‌های چسبان شده باشد (۶). عدم تحریکات چشمگیر سمپاتیک ناشی از مدت زمان کم فعالیت در این تحقیق نیز از دیگر دلایل عدم افزایش مولکول‌های چسبان می‌تواند باشد (۱۶).

یافته‌های دیگر این تحقیق نشان داد که سطوح فیبرینوژن پس از تمرینات رست و کوپر کاهش معنی دار داشت که با یافته‌های صبوری و همکاران (۲۰۱۲)، حبیبیان و بختیار (۲۰۱۵) و بیژه و جعفری (۲۰۱۱) مغایر بود (۸، ۲۹، ۳۰). این محققان به ترتیب گزارش کردند که آزمون بروس و تمرینات

تناوبی، هوازی و مقاومتی دایره‌ای تأثیری بر سطوح فیبرینوژن در زنان و مردان ورزشکار و غیرورزشکار ندارد. تفاوت در نوع، مدت و شدت تمرین و نوع آزمودنی‌ها می‌تواند بر پاسخ فیبرینوژن به تمرینات ورزشی اثر بگذارند (۲۹، ۳۰). فیبرینوژن در فرایندهای انعقادی و ویسکوزیته خون عامل مهمی است، بنابراین کاهش آن پس از اجرای تمرینات رست و کوپر یک مکانیزم مطلوب برای پیشگیری از افزایش ویسکوزیته خون و جلوگیری از انعقاد خون و حمله احتمالی قلبی متعاقب آن می‌باشد. همچنین عضله اسکلتی در پاسخ به تمرینات ورزشی اینترلوکین ۶ تولید می‌کند که محرک کبد در سنتز فیبرینوژن و CRP است، بنابراین کاهش فیبرینوژن در این تحقیق را می‌توان به تغییرات اینترلوکین ۶ نسبت داد (۸).

در این تحقیق افزایش غیرمعنی دار اپلین و آمنتین پس از تمرینات رست و کوپر نیز مشاهده شد. هیچ تحقیقی درباره تأثیر فعالیت بدنی بر آمنتین یافت نشد و در مورد اپلین نیز فقط یک تحقیق یافت شد که در آن دودین با شدت بیشینه و زیربیشینه روی تردمیل تأثیری بر سطوح اپلین در زنان و مردان جوان و سالم نداشت (۳۱). اپلین تحت تأثیر انسولین، هایپوکسی و میزان چاقی است که مهم‌ترین آنها انسولین است که سنتز و رهاش اپلین را از بافت چربی تحریک می‌کند، ولی اپلین باعث کاهش سطوح انسولین از طریق مکانیزم‌های مربوط به پروتئین G می‌شود (۳۱، ۳۲). به هر حال، با توجه به خاصیت‌های آتروژنیک اپلین، عدم تغییر اپلین پس از تمرینات رست و کوپر می‌تواند یک پاسخ مطلوب در جهت کاهش خطر حمله قلبی باشد. سطوح آمنتین ارتباط معکوسی با درصد چربی دارد، و با توجه به اینکه آزمودنی‌های این تحقیق دارای اضافه وزن بودند، لذا احتمالاً این موضوع موجب سرکوب افزایش آمنتین در پاسخ به تمرینات رست و کوپر در آزمودنی‌های این تحقیق شده است. همچنین افزایش HDL می‌تواند باعث افزایش آمنتین شود (۳۳) و با توجه به ارتباط معکوس بین HDL و چاقی (۳۴)، احتمالاً میزان HDL در آزمودنی‌های نسبتاً چاق این تحقیق پایین بوده و در عدم افزایش آمنتین مؤثر بوده است.

به طور کلی، اجرای آزمون‌های رست و کوپر باعث افزایش پاتولوژیک مولکول‌های چسبان و آدیپوکاین‌های آتروژنیک در زنان جوان چاق نمی‌شود که می‌تواند پاسخ مطلوبی در جهت کاهش خطر حمله قلبی در حین ورزش باشد، ولی برای نتیجه‌گیری قطعی به تحقیقات بیشتر بر دیگر عوامل خطرزای آتروسکلروز نیاز است.

تقدیر و تشکر

بدین وسیله از کلیه آزمودنی‌های شرکت‌کننده در این پژوهش تقدیر و تشکر می‌کنیم.

تضاد منافع

نویسندگان این مقاله، هیچ نفع متقابلی از انتشار آن ندارند.

منابع

- Jafari M. The Status of Inflammatory Factors Involved in Coronary Artery Disease in Veteran Football Players. J Arch Mil Med. 2019; 7(3): e96700.

³ Interferon Gamma

⁴ Shear Stress

¹ Tumor Necrosis Factor Alpha

² Vascular Endothelial Growth Factor



- molecules in men with heart failure. *J Sabzevar Univ Med Sci.* 2019; 26(4):495-504. [In Persian]
17. Alizad R, Motaghian A, Moradi L. The effects of 8 weeks of high intensity interval resistance training on E-selectin and white blood cell indices. *J Appl Health Stud Sport Physiol.* 2019; 6(1):45-52.
 18. Bizheh N, Jaafari M. Effects of regular aerobic exercise on cardiorespiratory fitness and levels of fibrinogen, fibrin D-dimer and uric acid in healthy and inactive middle-aged men. *J Shahrekord Univ Med Sci.* 2012; 14(3): 20-29. [In Persian]
 19. Rashidlamir A, Rashidlamir A, Ghanbari-Niaki A, Saboosi M. Effects of Anaerobic (RAST) and Aerobic (Cooper) running training programs on plasma AgRP concentrations in female students. *Iran J Health Phys Activ.* 2011; 2(2):25-28.
 20. Rastegar Moghaddam Mansouri S, Khodae K, Badri N. Comparison of short term High Intensity Interval Training (HIIT) with RAST and plyometric on some cardiovascular indices, anaerobic power, sprint and jumping performance in active female students. *J Sabzevar Univ Med Sci.* 2014; 21(2): 332-342. [In Persian]
 21. Chadormeshin HT, Golestani A, Jamali F, Shirvan SM, Sarir H, Eivary SH. The response of intercellular adhesion molecule-1 to exhaustive submaximal exercise and its correlation with physiological and anthropometric measures. *J Med Life.* 2018;11(1):36.
 22. Park J, Willoughby DS, Song JJ, Leutholtz BC, Koh Y. Exercise-induced changes in stress hormones and cell adhesion molecules in obese men. *J Inflamm Res.* 2018; 11:69.
 23. Strömberg A, Rullman E, Jansson E, Gustafsson T. Exercise induced upregulation of endothelial adhesion molecules in human skeletal muscle and number of circulating cells with remodeling properties. *J Appl Physiol.* 2017; 122:1145-1154.
 24. Rahmani H, Ahmadizad S, Rohani H, Nouri Habashi A, Mohammadi Dehcheshmeh M. Acute Effects of Continuous or High Intensity Interval Exercise on Plasma Levels of E-Selectin and WBC Indices in CHD Patients. *Sport Physiol.* 2017; 9(35):35-48. [In Persian]
 25. Barabadi A, Ravasi A, Chobineh S, Barabadi H. The Effect of a Long Prior Aerobic Exercise and High Fat Meal on Inflammatory Markers of Vascular Adhesion Molecule and Lipid Profile in Non-Athlete Males. *J Sport Biosci.* 2013; 5(2):133-153. [In Persian]
 26. Petridou A, Chatzinikolaou A, Fatouros I, Mastorakos G, Mitrakou A, Chandrinou H, et al. Resistance exercise does not affect the serum concentrations of cell adhesion molecules. *Brit J Sport Med.* 2007; 41(2):76-9.
 27. Borges L, Dermargos A, Gray S, Barros Silva MB, Santos V, Pithon-Curi TC, et al. Neutrophil migration and adhesion molecule expression after acute high-intensity street dance exercise. *J Immunol Res.* 2018;2018.
 28. Farsi S, Azarbayjani MA, Hosseini S, Pirei P. Response of Serum Levels of ICAM-1 VCAM-1 and CRP to High and Moderate Endurance Trainings in Sprague Dawley Male Diabetic Rats. *Armaghane danesh.* 2016; 21(8):757-771. [In Persian]
 29. Saboorisarein M, Yazdanpoor F, Jahromi MK. The Influence of acute morning and evening exercise on homocysteine, fibrinogen and platelet. *Int J Cardiovasc Res.* 2012; 1:4.
 30. Habibian M, Bakhtiar K. Comparing the Effects of Two Acute Training Methods of Continuous and High-Intensity
 2. Hou J, Liu Y, Xue X, Wu Y, Li R, Xu T, et al. The expression of macrophage migration inhibitory factor and intercellular adhesion molecule-1 in rats with periodontitis and atherosclerosis. *Archives of oral biology.* 2019; 107:104513.
 3. Kupsa T, Horacek JM, Jebavy L. The role of adhesion molecules in acute myeloid leukemia and (hemato) oncology: a systematic review. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub.* 2015;159(1):1-11.
 4. Dustin ML. Integrins and Their Role in Immune Cell Adhesion. *Cell.* 2019;177(3):499-501.
 5. Barzegari A, Asad MR, Ranjbar H. Effect of one bout continuous versus intermittent aerobic exercise on plasma levels of intercellular adhesion molecules 1 and vascular cell adhesion molecules 1 in patients with coronary heart disease. *J Shahid Sadoughi Uni Med Sci* 2020; 27(11): 2052-62. [In Persian]
 6. Riyahi Malayeri SH, Kaka Abdullah Shirazi S, Behdari R, mousavi Sadati SK. Effect of 8-week Swimming training and garlic intake on serum ICAM and VCAM in male obese rats. *J Shahid Sadoughi Uni Med Sci.* 2019; 26(10): 867-78. [In Persian]
 7. Liu Y, Davidson BP, Yue Q, Belcik T, Xie A, Inaba Y, et al. Molecular imaging of inflammation and platelet adhesion in advanced atherosclerosis effects of antioxidant therapy with NADPH oxidase inhibition. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2013; 6:74-82.
 8. Bizheh N, Jaafari M. The effect of a single bout circuit resistance exercise on homocysteine, hs-CRP and fibrinogen in sedentary middle-aged men. *Iran J Basic Med Sci.* 2011; 14(6):568.
 9. Zarei F, Shadmehri S, Daryanoosh F, Sherafati Moghadam M, Mahmoodi M. The effect of eight weeks high-intensity interval training (HIIT) on the serum levels of chemerin, omentin-1 and apelin on overweight female Sprague-Dawley rats. *J Shahid Sadoughi Uni Med Sci.* 2018; 26(6): 473-82. [In Persian]
 10. Glowinska B, Urban M, Peczynska J, Florys B. Soluble adhesion molecules (sICAM-1, sVCAM-1) and selectins (sE selectin, sP selectin, sL selectin) levels in children and adolescents with obesity, hypertension, and diabetes. *Metabolism.* 2005; 54:1020-6.
 11. Shephard RJ. Adhesion molecules, catecholamines and leucocyte redistribution during and following exercise. *Sports Med.* 2003; 33:261-84.
 12. Mizia-Stec K, Zahorska-Markiewicz B, Mandecki T, Janowska J, Szulc A, Jastrzebska-Maj E. Serum levels of selected adhesion molecules in patients with coronary artery disease. *Int J Cardiol.* 2002; 83:143-50.
 13. Wang JS, Chen YW, Chow SE, Ou HC, Sheu WH. Exercise paradoxically modulates oxidized low-density lipoprotein-induced adhesion molecules expression and trans endothelial migration of monocyte in men. *Thromb Haemost* 2005; 94:846-52.
 14. Nielsen H, Lyberg T. Long-distance running modulates the expression of leukocytes and endothelial adhesion molecules. *Scand J Immunol.* 2004; 60:356-62.
 15. Akimoto T, Furudate M, Saitoh M, Sugiura K, Waku T, Akama T, et al. Increased plasma concentrations of intercellular adhesion molecule-1 after strenuous exercise associated with muscle damage. *Eur J Appl Physiol* 2002; 86:185-190.
 16. Hosseini Abrishami L, Hejazi S, Rashdlamir A, Khajei R. The effect of eight weeks of continuous and periodic aerobic exercise on serum C-reactive protein and adhesion

- Interval on Fibrinogen and High Sensitivity C-Reactive Protein Responses in Sedentary Women. *Par J Med Sci* 2015;13(3):21-29. [In Persian]
31. Waller JD, McNeill EH, Zhong F, Vervaecke LS, Goldfarb AH. Plasma Apelin Unchanged with Acute Exercise Insulin Sensitization. *J Sport Sci Med*. 2019;18(3):537.
 32. Ringström C, Nitert MD, Bennet H, Fex M, Valet P, Rehfeld JF, et al. Apelin is a novel islet peptide. *Regulatory peptides*. 2010; 162(1-3):44-51.
 33. Kaviyani-delshad G, Vesali-akbarpoor L, SamavatiSharif MA. Omentin-1 and chemerin's response to two different exercise models in overweight men. *J Fasa Univ Med Sci*. 2019;9(1):1220-9. [In Persian]
 34. Bizheh N, Abdollahi AR, Jaafari M, Ajam Zibad Z. Relationship between neck circumferences with cardiovascular risk factors. *J Babol Univ Med Sci*. 2011;13(1):36-43. [In Persian]