

اثر هشت هفته تمرین تناوبی شدید بر سطوح ای-سلکتین و پی- سلکتین در زنان چاق

الهام مرادقلی^۱، دکتر محسن جعفری^۲، دکتر مهرداد فتحی^۳، کیوان حجازی^۴

۱) گروه فیزیولوژی ورزشی کاربردی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بجنورد، بجنورد، ایران، ۲) گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده‌ی علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بجنورد، بجنورد، ایران، ۳) گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده‌ی علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران، نشانی مکاتبه‌ی نویسنده‌ی مسئول: مشهد، میدان آزادی، پردیس دانشگاه، دانشکده علوم ورزشی، دکتر مهرداد فتحی؛ e-mail: dr.mfathei@gmail.com

چکیده

مقدمه: مولکول‌های سلکتین، مسئول آغاز چسبندگی لکوسیت‌ها به اندوتلیوم عروقی هستند. هدف از انجام این پژوهش، بررسی تاثیر هشت هفته تمرین تناوبی شدید بر مقادیر ای-سلکتین و پی-سلکتین زنان چاق بود. مواد و روش‌ها: در این مطالعه‌ی نیمه تجربی، ۱۶ زن چاق با میانگین سنی 28.06 ± 3.62 سال و نمایه‌ی توده‌ی بدنی 31.49 ± 5.15 کیلوگرم بر مترمربع به روش نمونه‌گیری در دسترس و هدفمند، به صورت تصادفی به دو گروه مساوی هشت نفری (تجربی و شاهد) تقسیم شدند. برنامه‌ی تمرین تناوبی شدید، شامل هشت هفته، هر هفته سه جلسه به مدت ۴۵ تا ۶۰ دقیقه با شدتی معادل ۹۰ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره بود. جهت برآورد حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی، تست راکپورت استفاده شد. پیش از شروع، و پایان هفته‌ی هشتم، سطوح ای-سلکتین و پی-سلکتین سرمی ارزیابی شدند. برای مقایسه‌ی میانگین‌های درون گروهی و بین گروهی به ترتیب از روش آزمون تی استیوننت در گروه‌های همبسته و مستقل استفاده شد و نتایج در سطح معنی‌داری $p \leq 0.05$ آزمایش شدند. یافته‌ها: تمرین تناوبی شدید، وزن بدن و نمایه‌ی توده‌ی بدن را کاهش داد، اما این تغییرات از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. نسبت دور کمر به باسن پس از مداخله کاهش معنی‌داری یافت ($p=0.007$). مقادیر حداکثر اکسیژن مصرفی افزایش معنی‌داری یافت ($P<0.0001$). ای-سلکتین از 89.76 به 84.27 نانوگرم بر میلی‌لیتر و پی-سلکتین از $7/88$ به $7/47$ نانوگرم بر میلی‌لیتر در گروه تمرین هوازی کاهش یافت، اما این کاهش از لحاظ آماری معنی‌دار نبود ($p>0.05$). نتیجه‌گیری: با توجه به کاهش وزن و سطوح سلکتین و افزایش مقادیر حداکثر اکسیژن مصرفی به واسطه اجرای تمرینات تناوبی، می‌توان از آن به عنوان یک شیوه درمانی غیردارویی جهت بهبودی بیماران قلبی عروقی استفاده کرد.

واژگان کلیدی: سلکتین، زنان چاق، تمرین تناوبی شدید

دریافت مقاله: ۹۵/۲/۲۰ - دریافت اصلاحیه: ۹۵/۴/۱۹ - پذیرش مقاله: ۹۵/۵/۱۸

مقدمه

چاقی رابطه‌ی مستقیمی با افزایش شیوع بیماری‌های قلبی عروقی دارد. افراد چاق، مستعد ابتلا به بیماری فشارخون، دیس‌لیپیدمی و اختلالات قند خون هستند که مجموعه‌ی این اختلالات خود از عوامل خطر ساز بیماری‌های قلبی عروقی به شمار می‌روند.^۱ پدیده‌ی آترواسکلروز که منجر به تنگی عروق و بیماری‌هایی از جمله عروق کرونر و در نهایت سکته قلبی می‌شود، نوعی پدیده‌ی التهابی است.

آترواسکلروز پیشرفته باعث بروز سکته‌ی قلبی و عوارض متعاقب آن خواهد شد.^۲ از جمله دلایل بروز این گونه بیماری‌ها، می‌توان به تغییر سبک زندگی، همچون سطح پائین فعالیت بدنی منظم و مصرف زیاد غذاهای غنی از چربی‌های اشباع شده اشاره کرد که خود عاملی جهت افزایش شیوع چاقی است.^۳

منشاء اغلب بیماری‌های قلبی عروقی التهاب است؛ از این رو، تحریکات عروقی و آسیب‌های آن در نتیجه‌ی مصرف برخی مواد به طور مستقیم و در پاره‌ای موارد نظیر افزایش

فشار برشی به طور غیرمستقیم سبب افزایش حساسیت مولکول‌های چسبنده‌ی آندوتلیال عروق نظیر مولکول‌های چسبان سلول عروقی-۱ (VCAM-1)ⁱ یا انواع بین سلولی سلولی آن مانند مولکول چسبان بین سلولی محلول-۱ (ICAM-1)ⁱⁱ، سلکتین‌هاⁱⁱⁱ و اینتگرین‌ها^{iv} می‌شوند.^۴ مولکول‌های سلکتین، مسئول آغاز چسبندگی لکوسیت‌ها به اندوتلیوم عروقی هستند.^{۵،۶} سلکتین‌ها، خانواده‌ای از گلیکوپروتئین‌های غشاء هستند که دومن خارج سلولی شبه لکتین موجود در آن‌ها به طور عمده به کربوهیدرات‌های حاوی سیالیک^v با نام سیالیل^{vi} لوسین X اتصال می‌یابند. می‌یابند. خانواده سلکتین‌ها، حاوی سه مولکول E، L و P سلکتین هستند.^۱ بیشتر لکوسیت‌های در گردش، L سلکتین را عرضه می‌کنند، در حالی که نوع P و E سلکتین روی سلول‌های اندوتلیال و در حین پاسخ‌های التهابی عرضه می‌شوند. نوع P سلکتین در سطح سلول از گرانول‌های سلول‌های اندوتلیال، به نام دانه‌های ویبل پالاد^{vii} ذخیره می‌شود. در فعال شدن سلول‌های اندوتلیال، این گرانول‌ها به غشاء پلاسمایی الحاق یافته و P سلکتین در سطح سلول عرضه می‌شود. نوع E سلکتین مستلزم ساخت پروتئین‌های جدید است که پس از تحریک سلول‌های اندوتلیال توسط سایتوکاین‌های پیش التهابی صورت می‌گیرد.^{۵،۷}

یافته‌ها حاکی از آن است که تمرین بدنی منظم، درصد شیوع آترواسکلروز را کاهش داده و حتی عملکرد اندوتلیال را در بیماران کرونر قلبی بهبود می‌بخشد^۸ و اثر زیادی در کاهش تغییرات التهابی و چسبیدن لکوسیت‌ها یا پلاکت‌ها بر اندوتلیوم دارد.^{۹،۱۰} از این رو، نتایج پژوهش‌ها حاکی از آن است که عدم اجرای فعالیت‌های بدنی منظم با گسترش بیماری‌های مزمن، همانند فشار خون، و بیماری قلبی عروقی رابطه دارد؛ از این رو، اجرای فعالیت بدنی منظم موجب کاهش بیماری‌های عروق کرونر و میزان مرگ و میر می‌شود.^{۱۱} در این زمینه، آدامسکا^{viii} و همکارانش، با بررسی بررسی ارتباط بین ای-سلکتین با تمرکز و میزان سوخت و ساز بدن در زنان چاق (تعداد ۲۲ نفر) و لاغر (تعداد ۲۲ نفر)

i - Vascular Cell Adhesion Molecule-1

ii - Intercellular Adhesion Molecule-1

iii - Selectins

iv - Integrins

v - Sialic

vi - Sialyl

vii - Weibel-Palade

viii - Adamska

به این نتیجه رسیدند که در زنان چاق مقاومت به انسولین کمتر است؛ و همبستگی منفی بین مقادیر ای-سلکتین با میزان اکسیداسیون کربوهیدرات و سوخت و ساز بدن وجود دارد.^{۱۲} حجازی و همکارانش، با بررسی اثر هشت هفته تمرین هوازی، هر هفته سه جلسه به مدت ۴۰ دقیقه با شدتی معادل ۵۰ تا ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه بر مولکول‌های چسبان در ۲۴ زن میانسال به این نتیجه رسیدند که مقادیر ICAM-1 و ای-سلکتین در پایان دوره تمرین، کاهش معنی‌داری یافت، اما سطوح VCAM-1 تغییر معنی‌داری پیدا نکرد.^{۱۳} جلالی و همکارانش، با بررسی اثر ۱۲ هفته تمرین هوازی، هر هفته دو جلسه، هر جلسه ۲۰ تا ۳۰ دقیقه با شدتی معادل ۴۰ تا ۶۰ درصد ضربان قلب ذخیره روی ۸۰ بیمار (۴۴ مرد و ۳۶ زن) به این نتیجه رسیدند که مقادیر ICAM-1 و ای-سلکتین در پایان دوره کاهش معنی‌داری می‌یابد.^{۱۴} مانک^{ix} و همکارانش، اثر شش ماه تمرینات تناوبی شدید را را روی ۴۰ بیمار بررسی کردند و مشاهده کردند که نشانگرهای التهابی از قبیل اینترلوکین-۶ و اینترلوکین-۸ کاهش معنی‌داری یافت، اما در پایان دوره این نوع تمرینات منجر به فعال سازی سلول‌های اندوتلیال شد و باعث افزایش مقادیر E-سلکتین در پایان دوره شد.^{۱۵} فرندریچ^x و همکارانش، گزارش کردند که تمرین بدنی منظم منجر به عدم تغییر مقادیر ICAM-1، VCAM-1 و ای سلکتین در پایان دوره می‌شود، اما مقادیر پی سلکتین را کاهش می‌دهد.^{۱۶} عابدنظری و همکارانش، اثر شش هفته تمرین تناوبی شدید، هر هفته سه جلسه که در هر جلسه ۴ تا ۶ بار دوییدن سریع به مسافت ۲۰ متر با حداکثر سرعت و مدت زمان ۲۰ تا ۳۰ ثانیه برگشت به حالت اولیه وجود داشت، بر سطوح نیمرخ لیپیدی و ICAM-1 در ۱۶ دختر جوان دارای اضافه وزن بررسی کردند و مشاهده کردند که مقادیر ICAM-1 در پایان دوره کاهش معنی‌داری داشت و نیمرخ لیپیدی بهبود یافت.^{۱۷}

با توجه به حجم زیاد تحقیقات، بسیاری از زنان چاق غیرفعال، فعالیت‌های بدنی کافی و مناسب برای کسب اثرات مفید بهداشتی ندارند. بنابراین این گروه از افراد در مقایسه با کل جامعه تمایل زیادی به بازگشت رفتار بی‌تحرک دارند.^{۱۸} از طرفی، براساس مطالعات همه‌گیر شناسی، فراوانی و شیوع بیماری قلبی عروقی در ایران بالا است؛ در این زمینه

ix - Munk

x - Freidenreich

شدند. در مرحله‌ی نخست، افراد با ماهیت و نحوه همکاری با اجرای پژوهش آشنا شدند. به منظور رعایت اصول اخلاقی در پژوهش، به آزمودنی‌ها این اجازه داده شد که در هر زمانی در طول اجرای پژوهش، بدون ذکر دلیل از ادامه کار امتناع ورزند. آزمودنی‌ها بر اساس شرایط تحقیق به صورت داوطلبانه در تحقیق شرکت کرده و فرم رضایت‌نامه را امضا نمودند. سپس، نمونه‌ها به طور تصادفی در دو گروه تجربی (۸ نفر) و شاهد (۸ نفر) قرار گرفتند. دامنه‌ی سنی آزمودنی‌ها بین ۳۰-۲۵ سال و نمایه‌ی توده‌ی بدنی بین ۲۹ تا ۳۵ کیلوگرم بر مترمربع بود.

ترکیب بدنی

برای ارزیابی ترکیبات بدن، به ترتیب طول قد آزمودنی‌ها به وسیله قدسنج سکا (ساخت کشور آلمان) با حساسیت ۵ میلی‌متر، محیط باسن و کمر به وسیله متر نواری (مایبیس/ژاپن) با حساسیت ۵ میلی‌متر، درصد چربی بدن و وزن با حساسیت ۱۰۰ گرم و به وسیله دستگاه بیوالکتریکال ایمپدنس (مدل/IOI353) اندازه‌گیری شدند. از تقسیم وزن بدن بر مجذور قد به متر، نمایه‌ی توده‌ی بدن بر حسب کیلوگرم بر متر مربع تعیین شد. جهت تعیین نسبت دور کمر به باسن آزمودنی‌ها، محقق دور کمر را با یک نوار متری در کمترین نقطه (بین انتهای پایینی قفسه سینه و ناف) بر حسب سانتی‌متر و دور باسن (در عریض‌ترین محل، روی کفل) بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری کرد و محیط کمر را به محیط باسن تقسیم کرد. تمامی اندازه‌گیری‌ها در حالی انجام شد که آزمودنی‌ها از چهار ساعت قبل از آزمون از خوردن و آشامیدن خودداری کرده بودند و حتی الامکان مثانه، معده و روده آن‌ها تخلیه شده بود. پس از اندازه‌گیری فشارخون و ثبت الکتروکاردیوگرام و معاینه‌ی قلبی-عروقی توسط پزشک متخصص، آزمودنی‌ها مجوز ورود به طرح را کسب کردند. از هر آزمودنی، قبل از شروع فعالیت بدنی میزان فشار خون با استفاده از دستگاه (MaximedExipres TD-3018) اندازه‌گیری شد و با استفاده از فرمول، فشار خون متوسط شریانی به فشار خون متوسط تبدیل شد (معادله ۱).

$$\frac{1}{3} (\text{فشار خون سیطولی} + \text{فشار خون دیاستولی}) = \text{فشار خون متوسط} : \text{معادله ۱}$$

این آزمون برای برآورد محدوده‌ی توانایی هوازی انسان یا همان حداکثر اکسیژن مصرفی در مردان و زنان ۲۰ الی ۶۹ سال مناسب است. این آزمون به آسانی اجرا می‌شود و حتی برای اشخاص کم تحرک و یا افراد مسن پیشنهاد

پژوهش‌ها بیانگر پایین‌تر بودن کیفیت زندگی، سلامت روان و شیوع بیشتر افسردگی و اضطراب در بین افراد چاق است که بیشتر در معرض خطر بیماری‌های قلبی عروقی هستند.^{۱۱} بنابراین، به منظور کاهش مشکلات چاقی و داشتن جامعه‌ای پویا، داشتن فعالیت‌های ورزشی مناسب و تغذیه سالم در این افراد می‌تواند از بیماری و ناتوانی در فرد پیشگیری کند و سبب افزایش طول عمر و ارتقاء کیفیت زندگی آن‌ها شود. در نتیجه، با توجه به اهمیت نقش فعالیت جسمانی در پیشگیری و درمان بیماری‌ها از جمله بیماری‌های قلبی عروقی، پژوهش‌گران بر این باورند که ورزش تناوبی شدید با شدت‌های متفاوت روشی سالم و طبیعی است. براساس بررسی‌های صورت گرفته، تا کنون پژوهش واحدی مبنی بر بررسی تاثیر تمرین تناوبی شدید بر مقادیر ای-سلکتین و پی-سلکتین در زنان چاق صورت نگرفته است؛ بنابراین، در پژوهش حاضر محقق به دنبال مطالعه‌ی تاثیر هشت هفته تمرین تناوبی شدید بر سطوح ای-سلکتین و پی-سلکتین زنان چاق است.

مواد و روش‌ها

آزمودنی‌ها

این تحقیق از نوع کاربردی به روش نیمه تجربی است که در آن دو گروه تجربی و شاهد با طرح پیش آزمون و پس آزمون مورد مقایسه قرار گرفتند. نمونه‌ی آماری شامل ۱۶ زن دارای اضافه وزن بودند که در سال ۱۳۹۴، پس از تشخیص و معاینه‌ی بالینی به وسیله متخصص مربوطه به روش نمونه‌گیری انتخابی در دسترس و هدفدار انتخاب شدند. معیارهای ورود به مطالعه شامل سالم بودن براساس پرسش‌نامه تندرستی، عدم مصرف دارو، عدم استعمال دخانیات، عدم سابقه‌ی بارداری و عدم شرکت در هیچ برنامه تمرینی به مدت حداقل دو ماه پیش از شرکت در برنامه‌ی تمرینات این تحقیق بود.

از بین مراجعه‌کنندگان، ۲۰ نفر داوطلب پرسش‌نامه‌ی تندرستی و بدنی را تکمیل کردند و پس از تحلیل پرسش‌نامه، تعداد ۱۶ نفر حایز شرایط برای شرکت در پژوهش انتخاب

حداکثر اکسیژن مصرفی

جدول ۱- ویژگی‌های آزمودنی‌های شرکت‌کننده در مطالعه

گروه‌ها	متغیرها (انحراف معیار± میانگین)			
	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	نمایه‌ی توده‌ی بدن (کیلوگرم/مترمربع)
تجربی (۸ نفر)	۲۶/۶۲±۳/۴۲	۱۵۹/۷۵±۶/۲۲	۸۵/۱۲±۱۶/۶۲	۳۳/۲۸±۵/۶۷
شاهد (۸ نفر)	۲۹/۵۰±۳/۳۰	۱۶۰/۰۰±۲/۵۲	۷۶/۲۱±۱۱/۶۵	۲۹/۷۱±۴/۰۳

نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که متغیرهای وزن به میزان ۲/۱۱ درصد و نمایه‌ی توده‌ی بدن ۲/۱۳ درصد در گروه تجربی کاهش یافتند، اما این تغییرات از لحاظ آماری معنی‌دار نبود ($P > 0.05$).

جدول ۲- مقایسه تغییرات واریانس درون گروهی و بین گروهی برخی مولکول‌های چسبان و ترکیب بدن زنان چاق*

متغیرها	گروه‌ها	پیش آزمون		پس آزمون	
		(میانگین و انحراف معیار)	(میانگین و انحراف معیار)	تغییرات	بین گروه
				P-Value	P-Value
وزن (کیلوگرم)	تجربی	۸۵/۱۲±۱۶/۶۲	۸۳/۳۲±۱۵/۶۲	۰/۱۰۵	۰/۶۵۲
	شاهد	۷۶/۲۱±۱۱/۶۵	۷۵/۱۶±۱۰/۵۴	۰/۲۵۸	
نمایه‌ی توده‌ی بدن (کیلوگرم/مترمربع)	تجربی	۳۳/۲۸±۵/۶۷	۳۲/۵۷±۵/۲۲	۰/۱۰۹	۰/۶۰۶
	شاهد	۲۹/۷۱±۴/۰۳	۲۹/۳۳±۳/۸۳	۰/۲۷۷	
نسبت دور کمر به باسن (سانتی‌متر)	تجربی	۰/۸۵±۰/۰۳	۰/۷۹±۰/۰۴	۰/۰۰۷	۰/۲۳۸
	شاهد	۰/۸۹±۰/۰۴	۰/۷۸±۰/۰۶	<۰/۰۰۰۱	
ای-سلکتین (نانوگرم بر میلی‌لیتر)	تجربی	۸۹/۷۶±۶/۰۹	۸۴/۲۷±۵۴/۹۷	۰/۱۰۴	۰/۰۷
	شاهد	۲۲/۴۶±۴/۰۸	۲۳/۰۰±۵/۵۲	۰/۴۵۵	
پی-سلکتین (نانوگرم بر میلی‌لیتر)	تجربی	۷/۸۸±۶/۰۵	۷/۴۷±۵/۲۶	۰/۴۸۲	۰/۵۸۹
	شاهد	۴/۱۳±۰/۳۱	۴/۰۶±۰/۸۳	۰/۶۷۰	
حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه)	تجربی	۶۹/۷۴±۶/۲۳	۷۹/۹۹±۶/۱۶	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۱۸ [†]
	شاهد	۶۸/۴۳±۵/۶۰	۷۰/۷۹±۸/۲۸	۰/۳۳۸	

* معنی‌داری در سطح $P \leq 0.05$

وزن، نمایه‌ی توده‌ی بدن، نسبت دور کمر به باسن، ای-سلکتین، پی-سلکتین و حداکثر اکسیژن مصرفی بین دو گروه تجربی و شاهد تفاوت معنی‌داری نداشتند ($p \geq 0.05$).

بحث

هدف از مطالعه حاضر، بررسی مقایسه‌ی تاثیر هشت هفته تمرین تناوبی شدید بر غلظت ای-سلکتین و پی-سلکتین زنان غیرفعال چاق بود. براساس نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر، برنامه‌ی تمرینات تناوبی شدید منجر به

هم‌چنین نسبت دور کمر به باسن در گروه تجربی، پس از مداخله‌ی تمرین، کاهش معنی‌داری یافت ($p = 0.007$). مقادیر حداکثر اکسیژن مصرفی در گروه تجربی در پایان دوره تمرینی افزایش معنی‌داری یافت ($P < 0.001$)، اما این تغییرات در گروه شاهد معنی‌دار نبود ($p > 0.05$). علی‌رغم کاهش ای-سلکتین از ۸۹/۷۶ به ۸۴/۲۷ نانوگرم بر میلی‌لیتر و پی-سلکتین از ۷/۸۸ به ۷/۴۷ نانوگرم بر میلی‌لیتر در گروه تمرین هوازی، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($p > 0.05$). بر اساس نتایج این جدول، تفاوت بین گروهی،

کاهش غلظت ای-سلکتین و پی-سلکتین سرمی زنان چاق شد، اما این تغییرات از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. این نتایج با یافته‌های فرزانه‌گی و همکارانش، سایتر و همکارانش^۱ و حامدی‌نیا و همکارانش هم خوانی دارد.^{۲۳-۲۴} اما با یافته‌های حقیقی و همکارانش، هم سو نیست.^{۲۵} فرزانه‌گی و همکارانش، با بررسی اثر شش هفته تمرین هوازی، هر هفته سه جلسه و هر جلسه ۴۵ تا ۶۰ دقیقه با شدتی معادل ۴۰ تا ۶۰ درصد حداکثر ضربان قلب روی ۲۰ زن یائسه غیرفعال به این نتیجه رسیدند که شش هفته تمرین منجر به کاهش معنی‌دار مقادیر مولکول‌های چسبان بین سلولی-۱ و E-سلکتین می‌شود.^{۲۴} سایتر و همکارانش، اثر هشت هفته تمرین هوازی بر سطوح شاخص‌های التهابی اندوتلیال را روی ۲۹ بیمار قلبی عروقی بررسی کردند و نتیجه‌گیری کردند مداخله تمرینی باعث کاهش معنی‌داری در سطوح سلکتین-E و ICAM-1 می‌شود، اما تغییر معنی‌داری در مقادیر VCAM-1 به وجود نمی‌آید.^{۳۳} حامدی‌نیا و همکارانش، با بررسی تاثیر ۱۳ هفته تمرینات استقامتی (دویدن با شدت ۷۵-۸۵ درصد حداکثر ضربان قلب) و مقاومتی (شامل ۱۱ ایستگاه تمرین با وزنه که هر جلسه ۴ ست با ۱۲ تکرار و با شدت ۵۰-۶۰ درصد یک تکرار بیشینه) بر مولکول‌های چسبان محلول در گردش خون ۲۴ مرد سالم و به نسبت چاق که در سه گروه تمرینات استقامتی (تعداد ۸ نفر)، تمرینات مقاومتی (تعداد ۸ نفر) و گروه شاهد (تعداد ۸ نفر) قرار گرفتند به این نتیجه رسیدند که تمرینات هوازی به طور معنی‌داری به کاهش ۱۷/۶۹ درصدی در ICAM-1 و ۲۷/۶ درصدی در مقادیر E-سلکتین می‌انجامد و تمرینات مقاومتی به طور معنی‌داری منجر به کاهش ۲۶/۷۵ درصدی در مقادیر ICAM-1 و ۳۰/۲ درصدی در مقادیر E-سلکتین مردان به نسبت چاق می‌شود.^{۳۴} حقیقی و همکارانش، در مقایسه‌ی شاخص‌های التهابی با یائسگی در ۱۴ زن فعال با سابقه‌ی حداقل سه ساعت ورزش در هفته با ۱۴ زن غیرفعال به این نتیجه رسیدند که سطوح CRP، سلکتین-E، ICAM-1 و اینترلوکین-۸ بین آزمودنی‌های فعال و غیرفعال تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.^{۳۵} احتمالاً دلیل این عدم همسویی میان یافته‌های ما و نتایج مطالعات ذکر شده؛ مربوط به تفاوت در سن، جنس، مدت، شدت و نوع یا برنامه تمرینی است.

اطلاعات موجود نشان می‌دهند مولکول‌های چسبان (ای و پی سلکتین) در شروع فرایند آترواسکلروز نقش مهمی دارند. سلکتین‌ها باعث چرخش اولیه لکوسیت‌ها در طول اندوتلیال می‌شوند و ICAM-1 در اتصال و حرکت لکوسیت‌ها از عرض اندوتلیال نقش مهمی دارند. این مولکول‌ها در گردش خون وجود دارند و تحت تاثیر شرایط التهابی که با کاهش استروژن در دوره یائسگی اتفاق می‌افتد، افزایش می‌یابند. این مسئله، اهمیت فعالیت‌های بدنی منظم را در پیشگیری از بیماری‌های قلبی-عروقی روشن‌تر می‌سازد.^{۳۲} براساس نتایج به دست آمده در پژوهش حاضر، مقادیر وزن و نمایه‌ی توده‌ی بدن و نسبت دور کمر به باسن پس از مداخله تمرینی کاهش یافت، با این توجیه که کاهش وزن بدن باعث کاهش سایتوکاین‌های التهابی از بافت چربی می‌شود و کاهش سایتوکاین‌ها تولید و بیان ژن مولکول‌های چسبان را کاهش می‌دهد.^{۳۶} از مکانیسم‌های فیزیولوژیکی، می‌توان به تاثیر تمرینات بدنی بر ترکیب بدن، افزایش قابلیت اکسیداسیون چربی از طریق افزایش آنزیم بتا اکسیداسیون و چرخه کربس در پی تمرینات ورزشی اشاره کرد.^{۳۷}

هر یک از مولکول‌های چسبان، نقش ویژه‌ای در مسیر چسبندگی دارند. سلکتین‌ها اتصالات موقت و ناپایدار لکوسیت‌ها و تاثیر متقابل لکوسیت-پلاکت را میانجی‌گری می‌کنند، در حالی که برای اتصال و مهاجرت لکوسیت‌ها به بیان ICAM-1 و VCAM-1 نیاز است.^{۳۸} در حالی که، پس از هشت تا ۱۰ ساعت تحریک سایتوکاینی، بیان VCAM-1 به اوج رسیده و در طول روزها بالا باقی می‌ماند، در حالی که اوج بیان ICAM-1، ۱۲ ساعت پس از تحریک سایتوکاینی رخ می‌دهد^{۳۹} و ای-سیکلین به سرعت در پاسخ به تحریک ساخته می‌شود.^{۴۰} در شرایط پاتولوژیکی که با افزایش سطوح مولکول‌های چسبان همراه است، فعالیت بدنی منظم می‌تواند التهاب ناشی از چسبندگی لکوسیت‌ها و یا پلاکت‌ها به اندوتلیال را کاهش دهد و منجر به توسعه و بهبود عملکرد اندوتلیال شود.^{۳۱} بنابراین اثرات مثبت فعالیت بدنی ممکن است به تغییرات القا شده در سطوح نسخه‌برداری مولکول‌های چسبان سلول از طریق افزایش شیر استرس و فراهمینتیک اکساید مربوط شود.^{۳۲} هم‌چنین، از اثرات سودمند فعالیت‌های بدنی می‌توان به کاهش آگونیست‌های ساخت مولکول‌های چسبان سلول، از قبیل کاهش سایتوکاین‌های التهابی^{۳۳}، گونه‌های اکسیژن فعال،^{۳۴} NF-KB و انتقال فنوتیپ ماکروفاژها از

تولید عوامل التهابی داشته باشد. با توجه به اینکه این مطالعه با محدودیت‌های زیادی از جمله رژیم غذایی متنوع، پاسخ‌های سازگاری گوناگون به فعالیت بدنی، تعداد کم آزمودنی‌ها به دلیل انصراف بعضی از آن‌ها از شرکت در تحقیق حاضر و تفاوت‌های فردی روبرو بود، در نتیجه جانب احتیاط را بیشتر باید رعایت کرد.

از نتایج این مطالعه نتیجه‌گیری می‌شود که هشت هفته تمرین تناوبی شدید منجر به کاهش مقادیر سرمی ای-سلکتین و پی-سلکتین در زنان چاق می‌شود؛ که این عامل می‌تواند خطر بالقوه‌ی ابتلا به بیماری‌های مرتبط با چاقی را کاهش دهد و می‌توان از آن به عنوان یک روش درمانی غیردارویی موثر برای پیشگیری از این بیماری‌ها استفاده کرد. از آنجا که انجام فعالیت‌های ورزشی تناوبی شدید به سبب تغییرات فیزیولوژیکی می‌تواند از عوامل موثر بر تغییرات بیومارکرهای قلبی - عروقی باشد و نظر به این که تغییر این‌گونه متغیرها به شدت، مدت تمرین و وضعیت آمادگی جسمانی افراد بستگی دارد؛ بنابراین، پیشنهاد می‌شود از تمرینات تناوبی شدید در جهت پیشگیری از اثرات سوء ناشی از افزایش بروز بیماری آترواسکلروز استفاده کرد و به عنوان بخش اساسی در شیوه‌ی زندگی زنان چاق در نظر گرفته شود.

سپاسگزاری: بدین‌وسیله از زحمات بی‌دریغ آزمودنی‌های شرکت‌کننده که در انجام این پژوهش ما را یاری کردند، تشکر و قدردانی می‌نمایم. همچنین این مقاله برگرفته از پایان‌نامه‌ی دوره کارشناسی ارشد تحت کد ۱۱۳۲۵۴ کمیته اخلاق دانشگاه آزاد بجنورد است.

ماکروفاژهای افزایش دهنده‌ی وضعیت التهابی مزمن به ماکروفاژهایی با خواص تولید سایتوکاین‌های ضدالتهابی در بافت چربی اعمال کند.^{۳۵}

بررسی‌ها نشان داده‌اند که عوامل نورواندوکرینی و آسیب عضلانی، دو سازوکار عمده‌ی تولید التهاب در جریان ورزش هستند. یکی از سازوکارهایی که برای تغییر سلول‌های چسبان مولکولی گزارش شده است، رهایش کاتکولامین‌ها در گردش خون پس از ورزش است، به طوری که با افزایش اپی‌نفرین، معمولاً سلول‌های چسبان کاهش می‌یابند.^{۱۶} با این حال، گزارش‌هایی هم مبنی بر این که تمرینات بدنی، کاتکولامین‌های در گردش خون را افزایش می‌دهند؛ اما بر سلول‌های چسبان مولکولی تاثیر معنی‌داری ندارند و سطح بیان را آن‌ها تغییر نمی‌دهند، وجود دارد.^{۱۶} در مجموع، نتایج موجود بیان گر آن است که تمرین با شدت متوسط، میزان مولکول‌های چسبان در گردش خون را تغییر نمی‌دهد؛ اما تمرین شدید موجب افزایش ICAM-1 می‌شود. تصور می‌شود که افزایش وابسته به شدت تمرین در این شاخص‌های التهابی، نتیجه‌ی سازوکار آدرنرژیک و تأثیر آن بر مولکول‌های چسبان سلول باشد. کاهش مقادیر مولکول‌های چسبان سلولی، همچون ای سلکتین و پی سلکتین پس از تمرین تناوبی در پژوهش حاضر می‌تواند بیان‌گر ایمن‌تر بودن تمرینات تناوبی، در مقایسه با دیگر تمرینات باشد.^{۳۶} تمرین تناوبی دارای ماهیتی متفاوت از تمرینات تداومی و مزمن است، به طوری که وجود دوره‌های استراحت فعال با کاهش بار تمرین تناوبی موجود در آن می‌تواند از طریق کاهش تحریک سمپاتیک، اثرات متفاوتی در

References

- Izadpanahi H, Yari F, Khoramizadeh M, Maghsudlu M, Vaeli Sh. PF4 and P-selectin levels in platelet concentrates during storage in two different storage media of plasma and composol. *Scientific Journal of Iranian Blood Transfusion Organization* 2012; 9: 94-103. [Farsi]
- Grundy SM. Primary prevention of coronary heart disease: integrating risk assessment with intervention. *Circulation* 1999; 100: 988-98.
- Hadaegh F, Harati H, Ghanbarian A, Azizi F. Prevalence of coronary heart disease among Tehran adults: Tehran Lipid and Glucose Study. *East Mediterr Health J* 2009; 15: 157-66. [Farsi]
- Soori r, Ranjbar K, Salehian O, Eslam Doost M. The effect of high interval intensity training on plasma soluble intercellular adhesion molecule-1 (sICAM-1) in sedentary obese male. *Sport Biosciences (Harakat)* 2013; 5: 91-102. [Farsi]
- Hwang SJ, Ballantyne CM, Sharrett AR, Smith LC, Davis CE, Gotto AM Jr, et al. Circulating adhesion molecules VCAM-1, ICAM-1, and E-selectin in carotid atherosclerosis and incident coronary heart disease cases the Atherosclerosis Risk In Communities (ARIC) study. *Circulation* 1997; 96: 4219-25.
- Ley K. The role of selectins in inflammation and disease. *Trends Mol Med* 2003; 9: 263-8.
- Tofighi AA, ASEMI A, Hedarzade A. Relationship between BMI and Blood CRP and Fibrinogen in Obese, Thin and Normal Weight among Girl Students. *Qom Univ Med Sci J* 2012; 6: 82-7. [Farsi]
- Tönjes A, Scholz M, Fasshauer M, Kratzsch J, Rassoul F, Stumvoll M, et al. Beneficial effects of a 4-week exercise program on plasma concentrations of adhesion molecules. *Diabetes Care* 2007; 30: e1.
- 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.

10. Roberts CK, Won D, Pruthi S, Kurtovic S, Sindhu RK, Vaziri ND, et al. Effect of a short-term diet and exercise intervention on oxidative stress, inflammation, MMP-9, and monocyte chemotactic activity in men with metabolic syndrome factors. *J Appl Physiol* 2006; 100: 1657-65.
11. Manson JE, Nathan DM, Krolewski AS, Stampfer MJ, Willett WC. A prospective study of exercise and incidence of diabetes among US male physicians. *JAMA* 1992; 268: 63-7.
12. Adamska A, Karczewska-Kupczewska M, Nikolajuk A, Oziomek E, Górska M, et al. Relationships of serum soluble E-selectin concentration with insulin sensitivity and metabolic flexibility in lean and obese women. *Endocrine* 2014; 45: 422-9.
13. Hejazi M, Hosseini Abrishami L, Mohammad Khani J, Boghrabadi V. The effects of 8-week aerobic exercises on serum levels of cell adhesion molecules among middle-aged women. *Advanced Studies in Biology* 2013; 5: 279-89.
14. Jallay L, Sharifi G, Faramarzi M, Nematollahi A, Rafieian-kopaei M, Amiri M, et al. Comparison of the effects of *Crataegus oxyacantha* extract, aerobic exercise and their combination on the serum levels of ICAM-1 and E-Selectin in patients with stable angina pectoris. *Daru* 2015; 23: 54.
15. Munk PS, Breland UM, Aukrust P, Ueland T, Kvaløy JT, Larsen AI. High intensity interval training reduces systemic inflammation in post-PCI patients. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2011; 18: 850-7.
16. Freidenreich DJ, Volek JS. Immune responses to resistance exercise. *Exerc Immunol Rev* 2012; 18: 8-41.
17. Abednatanzi H, Choopani Z. The Effect of Six Weeks of High Intensity Interval Training (HIIT) on Plasmatic Levels of Cellular Adhesion Molecules (ICAM-1) and Lipid Profile in Young Overweight Women. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences* 2014; 8: 2082-8. [Farsi]
18. Amirian Z, Jalali R, Rigi F, Nadery A, Amirian M, Salehi Sh. Comparison of the quality of life in patients after coronary artery bypass graft surgery (CABG) in the rural and urban communities. *Journal of Kermanshah University of Medical Sciences* 2014; 18: 226-33. [Farsi]
19. Amirian Z, Hemmati MM, Jalali R, Khalkhali H, Salehi S. The Effects of Regular Physical Activity at Home on Patients' Quality of Life after Coronary Artery Bypass Surgery. *Knowledge and Health* 2013; 8: 51-6. [Farsi]
20. Gurd BJ, Perry CG, Heigenhauser GJ, Spriet LL. High-intensity interval training increases SIRT1 activity in human skeletal muscle. *Appl Physiol Nutr Metab* 2010; 35: 350-7.
21. Heath EH. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2005; 37: 2018. Available from: URL: <http://www.amazon.com/ACSMs-Guidelines-Exercise-Testing-Prescription/dp/1609136055>
22. Hamedinia MR, Haghighi AH. The effect of resistance and endurance training on circulating adhesion molecules in overweight men. *Olympic* 2007; 15: 49-57.
23. Saetre T, Enoksen E, Lyberg T, Strandén E, Jørgensen JJ, Sundhagen JO, et al. 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: 301-5.
24. Farzaneg P, Habibian M, Moosavi SJ. Effect of aerobic training on markers of endothelial function in hypertensive postmenopausal women. *Urmia Medical Journal* 2013; 24: 624-32. [Farsi]
25. Haghighi A, Hamedia Nia MR. The comparison of inflammatory markers of related to post menopause in active and non-active postmenopausal women. *Olympic* 2011; 18: 19-28. [Farsi]
26. Haghighi A, Ravasi AA, Gaeini AA, Aminian Razavi TD, Hamedia Nia MR, et al. The effect of resistance training on pro-inflammatory cytokines and insulin resistance in obese men. *Olympic* 2006; 14: 19-29. [Farsi]
27. Pahlavan Yali M, Hojjati Zidashti Z. Effect of 8-week Aerobic Exercise Program on Nutritional Disorders and Body Composition in Non-athlete Female Students of University of Medical Sciences Gilan, Iran. *Qom Univ Med Sci J* 2016; 10: 52-9. [Farsi]
28. Vaziri ND. Causal link between oxidative stress, inflammation, and hypertension. *Iran J Kidney Dis* 2008; 2: 1-10. [Farsi]
29. Balciūnas M, Bagdonaite L, Samalavicius R, Baublys A. Markers of endothelial dysfunction after cardiac surgery: soluble forms of vascular-1 and intercellular-1 adhesion molecules. *Medicina (Kaunas)* 2009; 45: 434-9.
30. Miller MA, Kerry SM, Cook DG, Cappuccio FP. Cellular adhesion molecules and blood pressure: interaction with sex in a multi-ethnic population. *J Hypertens* 2004; 22: 705-11.
31. 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: 87-96.
32. 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: 214-21.
33. Goldhammer E, Tanchilevitch A, Maor I, Beniamini Y, Rosenschein U, Sagiv M. Exercise training modulates cytokines activity in coronary heart disease patients. *Int J Cardiol* 2005; 100: 93-9.
34. Dimmeler S, Haendeler J, Rippmann V, Nehls M, Zeiher AM. Shear stress inhibits apoptosis of human endothelial cells. *FEBS Lett* 1996; 399: 71-4.
35. Kawanishi N, Yano H, Yokogawa Y, Suzuki K. Exercise training inhibits inflammation in adipose tissue via both suppression of macrophage infiltration and acceleration of phenotypic switching from M1 to M2 macrophages in high-fat-diet-induced obese mice. *Exerc Immunol Rev* 2010; 16: 105-18.
36. Ding YH, Young CN, Luan X, Li J, Rafols JA, Clark JC, McAllister JP 2nd, et al. Exercise preconditioning ameliorates inflammatory injury in ischemic rats during reperfusion. *Acta Neuropathol* 2005; 109: 237-46.

Original Article

The Effect of High-Intensity Interval Training on E-Selectin and P- Selectin In Obese Women

Moradgholi E¹, Jafari M², Fathei M³, Hejazi K³

¹Physical Education and Sports Science Applied Exercise Physiology, & ²Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Islamic Azad University Bojnourd Branch, ³Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, I.R. Iran

e-mail: dr.mfathei@gmail.com

Received: 09/05/2016 Accepted: 08/08/2016

Abstract

Introduction: Selectin molecules are responsible for leukocyte adhesion to vascular endothelium. We evaluated the effects of eight weeks high-intensity interval training (HIIT) on E-selectin and P- selectin in obese women. **Materials and Methods:** In this quasi-experimental study, 16 obese women participants (age: 28.06 ± 3.62 years, BMI: 31.49 ± 5.15 kg/m²) using the convenience sampling method, were randomly categorized into two groups (n=8 each), the experimental and the controls. In the trained group, the volunteers participated in 8 weeks HIIT, 3 days/week the HIIT program training included: 45-60 min duration with 90% HRR per session. The Rockport test was used to estimate maximal oxygen consumption. Blood samples were taken from the participants at the beginning end of 8 weeks in order to measure factors such as (E-selectin and P- selectin). Data were analyzed using paired and independent sample t-test for comparison of means within and between groups respectively, with level of significance set at $p \leq 0.05$. **Results:** Weight and BMI levels reduced, although changes were not significant. WHR reduced significantly at the end of the 8 week period ($p=0.007$) and Vo₂max increased significantly. ($p=0.00$). In the aerobic exercise group, E-selectin decreased from 89.76 to 84.27 ng per ml and P-selectin from 7.88 to 7.47 ng per ml, again the difference not statistically significant ($p > 0.05$). **Conclusion:** Considering reduction in weight and selectin molecules and increased Vo₂max, following HIIT training, this can be used in as therapy for management of cardiovascular patients.

Keywords: Selectin, Obese women, High-intensity interval training