

تأثیر تمرینات استقامتی، مقاومتی و ترکیبی بر سطوح sICAM-1 و مقاومت به انسولین در زنان غیر فعال

هاله شافعی^۱، داریوش شیخ‌الاسلامی و وطنی^۲

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه کردستان*

۲. دانشیار دانشگاه کردستان

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۱/۲۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۵/۲۵

چکیده

پژوهش حاضر، تأثیر تمرینات استقامتی، مقاومتی و ترکیبی را بر سطوح sICAM-1 و مقاومت به انسولین در زنان غیرفعال بررسی کرده است. ۴۴ زن سالم با میانگین سنی $20/2 \pm 1/6$ سال و شاخص توده بدنی $20/8 \pm 3$ کیلوگرم بر مترمربع در چهار گروه استقامتی، مقاومتی، ترکیبی و کنترل (هر گروه ۱۱ نفر) قرار گرفتند. تمرینات به مدت شش هفته و هر هفته سه جلسه اجرا شد. تمرین استقامتی شامل بلوک‌های ایروبیک (۷۵-۶۰٪ حداکثر ضربان قلب) و تمرین مقاومتی به صورت کار با وزنه (۷۵-۶۰٪ یک تکرار بیشینه) بود. در برنامه ترکیبی، افراد یک جلسه برنامه تمرین قدرتی و جلسه بعد، برنامه تمرین استقامتی را انجام دادند. خون‌گیری، ۳۶ ساعت قبل از تمرین و مجدداً، ۳۶ ساعت پس از خاتمه تمرینات انجام شد. یافته‌های پژوهش با استفاده از آزمون ANOVA با اندازه‌گیری‌های مکرر نشان داد که سطوح sICAM-1 در گروه مقاومتی ($P < 0.0001$) و ترکیبی ($P < 0.0001$) کاهش معنادار داشت؛ ولی در گروه استقامتی این کاهش معنادار نبود. تغییرات انسولین و شاخص مقاومت به انسولین در هیچ‌یک از گروه‌ها معنادار نبود؛ اما مقادیر گلوکز ناشتا در گروه ترکیبی افت معناداری داشت ($P = 0.01$)؛ در حالی که در سایر گروه‌ها بدون تغییر بود. همچنین، تغییرات بین گروهی معناداری در ارتباط با هیچ‌یک از متغیرها مشاهده نگردید. به نظر می‌رسد که تمرینات ترکیبی در مدت و شدت اعمال‌شده (در مقایسه با تمرینات استقامتی)، بر سطوح مولکول چسبان اثرگذاری بیشتری دارد؛ اما جهت بهبود مقاومت به انسولین، شدت برنامه تمرینی بیشتری موردنیاز می‌باشد. درکل، شاید بتوان گفت برای بهبود این شاخص‌ها، اجرای هم‌زمان تمرینات استقامتی و مقاومتی در مقابل انجام هر یک به تنهایی مؤثرتر است.

واژگان کلیدی: تمرینات ترکیبی، انسولین، گلوکز، مولکول چسبان سلولی

مقدمه

امروزه، با گسترش زندگی ماشینی و صنعتی شدن جوامع و کاهش فعالیت بدنی، جدیدترین بیماری‌هایی که گریبان‌گیر اکثر جوامع صنعتی شده، افزایش چاقی، دیابت نوع دو، امراض قلبی - عروقی و سرطان است (۱). نقص در عملکرد مولکول‌های چسبان سلولی، علت اصلی پیشرفت‌های پاتولوژیک در بسیاری از بیماری‌ها مثل سرطان و بیماری‌های قلبی - عروقی می‌باشد. مولکول‌های چسبان، گیرنده‌های گلیکوپروتئینی هستند و در فرایندهایی مانند رشد جنین، تمایزپذیری، مرگ برنامه‌ریزی‌شده سلولی، رگ‌سازی، بهبود زخم، التهاب، رشد و هماهنگی رگ‌ها دخالت دارند. شکل محلول مولکول‌های چسبان سلولی (sICAM-1) بیانگر بیان ICAM-1 روی سلول‌های اندوتلیال بوده و شاخص کلینیکی عالی برای بیان التهاب و فعال‌سازی سلول‌های اندوتلیال عروقی است (۲). همچنین، مقاومت به انسولین، نقش عمده‌ای را در ایجاد دیابت نوع دو ناشی از چاقی ایفا می‌کند. مقاومت به انسولین وضعیتی است که در آن، سلول‌های بدن نسبت به اثرات انسولین مقاوم می‌شوند. سازوکارهای احتمالی مقاومت به انسولین شامل فاکتورهای ژنتیکی، بی‌حرکی و اختلال در سوخت‌وساز لیپید درون سلولی یا پلاسمایی است (۳).

بیشتر پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه تأثیر فعالیت بدنی هوازی روی سطوح sICAM-1، کاهش این شاخص را نشان می‌دهند (۷-۴)؛ اما در این میان، برخی نیز عدم تغییر را مشاهده کرده‌اند (۱۰-۸). در این رابطه، روبرت^۲ و همکاران (۲۰۰۶) در پژوهشی به این نتیجه رسیدند که اجرای سه هفته تمرین هوازی روزانه می‌تواند sICAM-1 مردان دیابتی را به‌طور معناداری کاهش دهد (۴). در مقابل، هاتونیک^۳ و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که سه ماه تمرین هوازی، بر سطوح سرمی مولکول چسبان در افراد چاق و افراد مبتلا به دیابت نوع دو تغییری ایجاد نمی‌کند (۸). سوری و همکاران (۱۳۸۹) در مطالعه خود، کاهش ۱۸٪ سطوح سرمی ICAM-1 پس از اجرای هشت هفته تمرین استقامتی را گزارش کردند (۱۱). حامدی‌نیا و همکاران (۱۳۸۵)، آثار ۱۳ هفته تمرینات مقاومتی و استقامتی بر مولکول‌های چسبان سرمی در مردان نسبتاً چاق را با هم مقایسه کردند. داده‌ها نشان داد که تمرینات هوازی موجب کاهش ۱۷/۶٪ ICAM-1 و تمرینات مقاومتی موجب کاهش ۲۶/۷٪ سطوح ICAM-1 در مردان نسبتاً چاق شده است (۱۲). از طرف دیگر، اولسون^۴ و همکاران (۲۰۰۷) پس از اجرای یک سال تمرینات مقاومتی نشان دادند که تغییر معناداری در

1. Soluble intercellular adhesion molecule-1
2. Roberts
3. Hatunic
4. Olson

سطوح مولکول چسبان مشاهده نشد (۱۳). مانی^۱ و همکاران (۲۰۱۳) نیز اثرات ورزش هوازی و سن را بر سطوح sICAM-1 پلاسما مطالعه کردند و نشان دادند سطوح sICAM-1 در مردان مسن بدون تمرین، نسبت به مردان جوان بدون تمرین بالاتر بود؛ اما تفاوتی بین مردان تمرین کرده جوان و مسن نبود (۱۴). همچنین، ایتو^۲ و همکاران (۲۰۰۲)، کاهش چشمگیری را در مقادیر sICAM-1 و مقاومت به انسولین پس از سه ماه ورزش هوازی در زنان چاق غیردیابتی نشان دادند (۱۵). تامسون^۳ و همکاران (۲۰۱۲)، مطالعه‌ای به منظور بررسی اثر ۲۰ هفته رژیم غذایی و ورزش بر شاخص‌های عملکرد اندوتلیال در زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی‌کیستیک^۴ انجام دادند. در این مطالعه، sICAM-1 و مقاومت به انسولین به طور معناداری کاهش یافت (۱۶). در زمینه تمرینات مقاومتی، پژوهش‌های کمتری صورت گرفته است که برخی کاهش (۱۷) و برخی نیز عدم تغییر (۱۳) را گزارش کرده‌اند. در خصوص تمرینات ترکیبی نیز پژوهش‌های معدودی انجام گرفته و بیشتر پژوهشگران بر کاهش معنادار sICAM-1 اذعان داشته‌اند (۱۶، ۱۸)؛ اما بیشتر این پژوهش‌ها، تمرینات ترکیبی را در یک فاز (اجرای تمرینات مقاومتی و استقامتی با هم) بررسی کرده‌اند. در پژوهش سوری و همکاران (۱۳۹۰)، اثر تمرینات ترکیبی بر مولکول محلول چسبان بین سلولی و نیم‌رخ لیبیدی زنان یائسه^۵ ۶۰-۴۸ ساله بررسی گردید و نشان داده شد که غلظت سرمی sICAM-1 در گروه تجربی، ۱۸/۵٪ کاهش یافته است (۱۹).

برآیند مطالعات انجام گرفته در رابطه با مقاومت به انسولین حاکی از آن است که ورزش ترکیبی، مقاومتی و ترکیبی، موجب کاهش سطح غلظت انسولین و بهبود شاخص مقاومت به انسولین می‌شود (۲۰-۲۳). با این وجود، پژوهشی در زمینه بررسی اثر تمرینات ترکیبی بر سطوح سرمی sICAM-1 و شاخص مقاومت به انسولین در دو فاز جداگانه وجود ندارد. رینا^۵ و همکاران (۲۰۱۳) در پژوهش خود اعلام کردند که فعالیت ورزشی حاد، موجب بهبود حساسیت به انسولین در افرادی که مبتلا به دیابت و چاقی هستند می‌شود (۲۴). همچنین، بروکس^۶ و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعه‌ای نشان دادند که تمرین مقاومتی، شاخص مقاومت به انسولین و قدرت عضلات را بهبود می‌بخشد (۲۱). کریشنان^۷ و همکاران (۲۰۱۴) مشاهده کردند که شش ماه ورزش هوازی و ترکیبی،

-
1. Many
 2. Ito
 3. Thomson
 4. Polycystic ovary syndrom
 5. Reyna
 6. Brooks
 7. Krishnan

موجب کاهش چشمگیر مقاومت به انسولین در زنان مسن می‌شود (۲۵). عصارزاده و همکاران (۲۰۱۲) نیز نشان دادند که شاخص مقاومت به انسولین، پس از ۱۲ هفته تمرین ترکیبی بهبود یافته است (۲۶). همچنین، منتظری طالقانی و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی تأثیر تمرینات ترکیبی (استقامتی - مقاومتی) در زنان یائسه غیرفعال پرداخته و اظهار داشتند که ۱۰ هفته تمرینات ترکیبی، منجر به بهبود شاخص مقاومت به انسولین می‌گردد (۲۲).

نشان داده شده است که پاسخ‌های فیزیولوژیک و بیومکانیک به ورزش مقاومتی، متفاوت از پاسخ به تمرین استقامتی هستند. فعالیت‌های هوازی آثار سودمندی بر پارامترهای قلبی - عروقی و سوخت‌وسازی عضله دارند. در مقابل، تمرین مقاومتی نیز موجب افزایش توده عضلانی، افزایش پروتئین‌های انقباضی و افزایش قدرت عضله می‌شود. همچنین، جمع‌بندی یافته‌های پژوهش‌ها نشان می‌دهد که تمرین ترکیبی در مقایسه با تمرین‌های استقامتی و مقاومتی جداگانه، موجب بهبود بیشتر ترکیب بدنی و عوامل سلامت قلبی - عروقی می‌گردد (۲۸). شواهد رو به افزایشی نشان می‌دهند که سطوح ICAM-1 سرمی در بیماری‌های پرفشار خونی، آترواسکلروز، انفارکتوس میوکارد، بیماری سرخرگی محیطی و دیابت نوع دو افزایش می‌یابد (۲). همچنین، مقاومت به انسولین نقش عمده‌ای را در ایجاد دیابت نوع دو ناشی از چاقی ایفا می‌کند و با توجه به نقش انسولین که اختلال در عملکرد آن غالباً با بیماری‌های قلبی - عروقی و سوخت‌وسازی عضله همراه است (۳)، ضرورت ایجاد می‌کند که اثر شیوه‌های مختلف تمرینی بر سطح sICAM-1 و مقاومت به انسولین در جهت کاهش این نوع بیماری‌ها مورد بررسی قرار گیرد. اگرچه تاکنون پژوهش‌هایی در این حوزه صورت گرفته است؛ اما پژوهشی که به بررسی هم‌زمان سه روش تمرینی مقاومتی، استقامتی و ترکیبی با شرایط و شدت یکسان بپردازد انجام نگردیده است. همچنین، اکثر مطالعاتی که تأثیر برنامه ترکیبی را بررسی نموده‌اند، به صورت هم‌زمان در یک جلسه تمرینی، دو فاز تمرین مقاومتی و استقامتی را اجرا کرده‌اند؛ اما مطالعه حاضر، تأثیر تمرینات ترکیبی با جداسازی تمرینات به صورت یک جلسه تمرین مقاومتی و جلسه بعدی، تمرین استقامتی را بررسی می‌کند؛ به همین منظور، مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر شش هفته تمرینات مقاومتی، استقامتی و ترکیبی بر سطوح مولکول چسبان سلولی و شاخص مقاومت به انسولین بر روی زنان غیرفعال انجام گرفته است.

روش پژوهش

این مطالعه، از نوع کاربردی و با طرح نیمه تجربی می‌باشد. جامعه پژوهش را دانشجویان دختر دانشگاه کردستان که واحد تربیت بدنی عمومی را اخذ کرده بودند تشکیل دادند. به منظور انجام

پژوهش، ۴۴ آزمودنی به صورت هدفمند (افرادی که سابقه بیماری، مصرف دخانیات، فعالیت بدنی شدید و یا ورزش حرفه‌ای را نداشتند) انتخاب گشته و سپس، به صورت تصادفی به چهار گروه ۱۱ نفره تقسیم شدند. قبل از شروع طرح اصلی و در یک جلسه هماهنگی، آزمودنی‌ها با اهداف طرح، تجهیزات و نحوه درست اجرای تکنیک‌ها آشنا شدند و فرم رضایت‌نامه و پرسش‌نامه سلامت را تکمیل کردند. همچنین قد، وزن، شاخص توده بدنی آزمودنی‌ها و مقدار IRM گروه تمرین ترکیبی و گروه تمرین مقاومتی در هر کدام از حرکات اندازه‌گیری شد. مدت زمان تمرینات هر سه گروه تجربی در هر جلسه تقریباً ۹۰ دقیقه بود. در هر جلسه تمرینی، ۱۰ دقیقه از وقت تمرین به گرم کردن (دویدن آرام، حرکات کششی و جنبشی) و در پایان جلسه تمرینی، ۱۰ دقیقه به سرد کردن (حرکات کششی) اختصاص داده شد. گروه استقامتی تمرینات ایروبیکی را سه جلسه در هفته و هر جلسه در پنج بلوک یکسان و با شدت ۶۰ تا ۷۵٪ حداکثر ضربان قلب بیشینه انجام دادند. زمان تقریبی هر بلوک، ۱۰ دقیقه و زمان استراحت، پنج دقیقه بود (حرکات شامل استپ تاج، قدم درجا به داخل و خارج، قدم درجا، مامبو دوطرفه، شاسه مامبو، چرخش، دبل استپ تاج، پروانه وغیره). به منظور اندازه‌گیری شدت فعالیت استقامتی، دو هفته قبل از شروع برنامه تمرینی، پنج آزمودنی مشابه با آزمودنی‌های اصلی (به لحاظ سن و سابقه تمرینات) انتخاب شدند و در یک طرح پایلوت، یک جلسه برنامه تمرین استقامتی تدوین شده را اجرا کردند. به دنبال اجرای هر بلوک هوازی، ضربان قلب آزمودنی‌ها ثبت شد و براساس تعداد ضربان، بلوک‌ها به گونه‌ای انتخاب شدند تا شدتی معادل ۶۰ تا ۷۵٪ حداکثر ضربان قلب را داشته باشند. برای اطمینان از صحیح بودن شدت تمرینات، به طور تصادفی در هر جلسه برای تعدادی از آزمودنی‌ها، ساعت و پلار ضربان سنج بسته می‌شد. گروه مقاومتی تمرینات را به صورت کار با وزنه شامل: حرکات جلو پا ماشین، پشت پا ماشین، سر شانه هالتر، جلو بازو هالتر، نشر از طرفین، پشت بازو ماشین و لت انجام دادند. این تمرینات با شدت ۶۰ تا ۷۵٪ IRM و با چهار ست و هفت تکرار انجام می‌شد. زمان استراحت بین ایستگاه‌ها، سه دقیقه و زمان استراحت بین هر ست، دو دقیقه در نظر گرفته شد. مدت زمان تقریبی برای هر ایستگاه، ۱۰ دقیقه بود. در طول پروتکل تمرینی و بعد از هر دو هفته تمرین، آزمون یک تکرار بیشینه برای هر فرد در هر کدام از حرکات به صورت جداگانه اجرا گشت و مقدار وزنه براساس آن تنظیم شد. این کار برای گروه ترکیبی نیز تکرار شد. گروه ترکیبی تمرینات خود را با مدت و شیوه مشابه (سه جلسه در هفته) با دو گروه دیگر اجرا کردند. به صورتی که در طول هفته، یک جلسه تمرین استقامتی و جلسه بعدی (به صورت یک‌درمیان)، تمرینات مقاومتی را مشابه دو گروه دیگر

انجام دادند. گروه کنترل نیز در طول دوره، هیچ برنامه‌ی تمرینی منظمی نداشت. این دوره‌ی تمرینی تا پایان شش هفته به همین صورت ادامه یافت.

نمونه‌ی خونی از ورید آنتی‌کوبیتال دست در حالت نشسته و بعد از ۱۰ تا ۱۲ ساعت ناشتایی شبانه در دو مرحله، ۳۶ ساعت قبل از شروع پروتکل تمرینی و مجدداً، ۳۶ ساعت پس از پایان دوره‌ی تمرینی در حدود ساعت هشت تا ۹/۳۰ صبح گرفته شد. ۴۸ ساعت قبل از خون‌گیری، از آزمودنی‌ها خواسته شد که هیچ‌گونه فعالیت ورزشی انجام ندهند و لیست مواد غذایی مصرفی خود را به‌منظور رعایت همان رژیم غذایی در مرحله‌ی دوم خون‌گیری در فرم یادآمد غذایی یادداشت کنند. دما و ساعت آزمون ثبت شد تا در مرحله‌ی بعدی نیز همان شرایط حفظ شود. برای کنترل عادت ماهیانه‌ی آزمودنی‌ها، خون‌گیری در دو مرحله و به فاصله‌ی یک هفته انجام شد. زمان شروع تمرینات نیز در دو مرحله و به فاصله‌ی یک هفته بود. به‌طوری‌که تمامی افراد در فاز لوتئال دوره‌ی ماهیانه خود بودند. نمونه‌های خونی به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق نگهداری شدند. سپس، با سرعت ۲۵۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شده و در نهایت، سرم استخراج شد. اندازه‌گیری ICAM-1 توسط کیت ICAM-1 (تهیه‌شده از شرکت بوستر^۱ کشور آمریکا) و با استفاده از روش الایزای ساندویچ انجام شد (از دستگاه اورنس مدل State fax 303+ استفاده گردید). غلظت گلوکز سرم با روش رنگ‌سنجی آنزیمی^۲ اندازه‌گیری شد (با استفاده از دستگاه هیتاچی ۴۹۱۱ و توسط کیت گلوکز تهیه‌شده از شرکت پارس آزمون ساخت کشور ایران). سطح انسولین سرم نیز از روش الایزا (با استفاده از دستگاه اورنس مدل State fax 303+)، توسط کیت انسولین تهیه‌شده از شرکت منوباند ساخت کشور آمریکا) اندازه‌گیری شد. جهت بررسی مقاومت به انسولین، از شاخص مقاومت به انسولین^۳ استفاده گردید. شاخص HOMA-IR براساس حاصل‌ضرب غلظت گلوکز ناشتا (mmol/l) در غلظت انسولین ناشتا (μIU/ml) تقسیم بر ثابت ۲۲/۵ محاسبه شد (۵).

در تجزیه و تحلیل داده‌ها، ابتدا از آزمون کولموگراف - اسمیرنوف (K-S) برای اطمینان از طبیعی بودن توزیع داده‌ها استفاده شد. سپس، از آزمون آنوای تکراری جهت تعیین تفاوت‌های درون‌گروهی و بین‌گروهی استفاده گردید. در ادامه، در صورت معناداری اثر زمان (تغییرات درون‌گروهی)، از آزمون تی هم‌بسته و در صورت معنادار شدن تغییرات بین‌گروهی، از آزمون تعقیبی

-
1. BOSTER
 2. Awernese
 3. GOD- PAP
 4. Hitachi 911
 5. HOMA-IR

بونفرونی استفاده شد. تمام عملیات آماری به وسیله نرم افزار اس.پی.اس نسخه ۲۰ در سطح معناداری (0.05) انجام شد.

نتایج

در جدول ۱، ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌ها شامل سن، قد، وزن و BMI ارائه شده است. در جدول ۲ نیز میانگین و انحراف استاندارد مربوط به متغیرهای پژوهش در هر چهار گروه به صورت پیش‌آزمون و پس‌آزمون دیده می‌شود.

جدول ۱- مشخصات عمومی آزمودنی‌ها

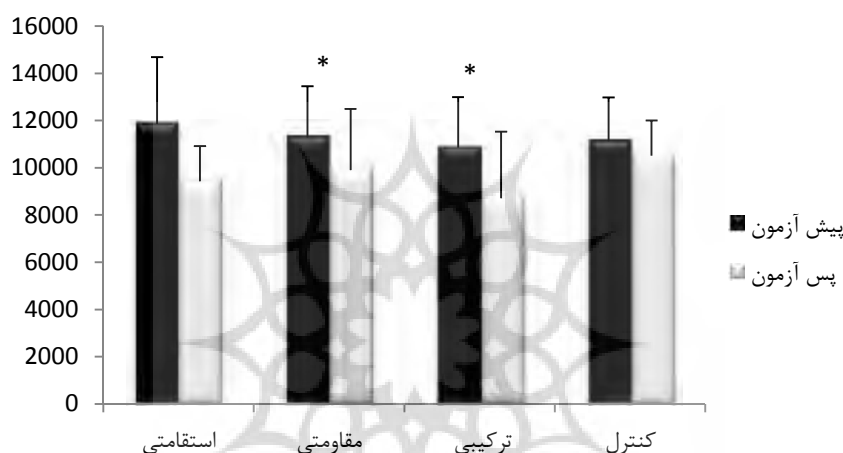
متغیر	استقامتی	مقاومتی	ترکیبی	کنترل
سن (سال)	۱۹/۰±۱/۹	۲۰/۱±۴	۱۹/۰±۷/۹	۲۰/۰±۴/۶
قد (سانتی‌متر)	۱۶۶/۴±۷/۹	۱۶۳/۷۶±۶	۱۶۴/۴±۴/۲	۱۵۸/۵۸±۴
وزن پیش‌آزمون (کیلوگرم)	۵۸/۶۸±۶	۵۴/۹±۶/۳	۶۲/۱۰±۵/۲	۴۹/۵±۴/۷
وزن پس‌آزمون (کیلوگرم)	۵۹/۸±۱/۲	۵۵/۹±۷/۵	۶۲/۱۰±۶/۱	۵۰/۵±۳/۶
BMI پیش‌آزمون (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۱/۷±۲	۲۰/۲±۳/۷	۲۳/۳±۳	۱۹±۲
پس‌آزمون (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۱/۲±۲/۷	۲۰/۲±۶/۷	۲۳/۳±۲/۵	۱۹/۱±۲/۹

BMI

جدول ۲- میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای وابسته پژوهش در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

متغیر	گروه	استقامتی	مقاومتی	ترکیبی	کنترل
sICAM-1 (pg/ml)	پیش‌آزمون	۱۱۸۵۶/۲۸±۹/۴	۱۱۲۸۷/۲۲±۸/۷	۱۰۸۴۷/۲۱±۱/۱	۱۱۱۱۹/۱۹±۲/۳
	پس‌آزمون	۹۴۳۲±۱۴۹۲/۴	۹۹۰۱±۲۵۹۱/۶	۸۷۱۲/۲۸±۶/۵	۱۰۵۱۰/۱۵±۶/۶
گلوکز (mmol/l)	پیش‌آزمون	۴/۰±۶/۶	۴/۰±۶/۱	۴/۰±۸/۴	۴/۰±۵/۴
	پس‌آزمون	۴/۰±۳/۴	۴/۰±۵/۶	۴/۰±۶/۳	۴/۰±۵/۲
انسولین (μIU/ml)	پیش‌آزمون	۱۱/۱±۸/۲	۱۱/۳±۲/۷	۱۳/۶±۵/۴	۱۲/۲±۳/۹
	پس‌آزمون	۳±۱۳/۳	۹/۱±۲/۹	۲±۱۳/۲	۱۱/۳±۸/۷
مقاومت	پیش‌آزمون	۲/۰±۴/۴	۲/۰±۳/۷	۱±۳/۶	۲/۰±۵/۶
به انسولین	پس‌آزمون	۲/۰±۵/۶	۱/۰±۸/۴	۲/۰±۷/۴	۲/۰±۴/۶

نتایج حاصل از آزمون آنوای تکراری نشان داد که اثر گروه و تعامل زمان - گروه در مورد sICAM-1 معنادار نبود؛ ولی اثر زمان معنادار بود. مطابق شکل ۱، نتایج آزمون تی هم‌بسته نشان داد مقادیر sICAM-1 در گروه مقاومتی ($P < 0.0001$) و گروه ترکیبی ($P < 0.0001$) در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون کاهش معناداری یافته است. در حالی که در گروه استقامتی، تفاوت معناداری بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون دیده نشد.



شکل ۱- تغییرات سطوح سرمی sICAM-1 در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

* تفاوت معنادار در پیش‌آزمون و پس‌آزمون ($P < 0.05$)

در مورد گلوکز، اثر گروه و تعامل زمان - گروه معنادار نبود؛ اما اثر زمان معنادار بود. نتایج آزمون تی هم‌بسته نشان داد مقدار گلوکز خون در گروه ترکیبی ($P = 0.014$)، در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون کاهش معناداری یافت؛ در حالی که در سایر گروه‌ها اختلاف معناداری بین مقادیر پیش‌آزمون و پس‌آزمون آن‌ها ملاحظه نشد. همچنین، اثر زمان، اثر گروه و تعامل زمان - گروه در مورد انسولین و شاخص مقاومت به انسولین معنادار نبود. این نتایج حاکی از آن است که هیچ‌کدام از برنامه‌های تمرینی (استقامتی، مقاومتی و ترکیبی) نتوانسته‌اند تغییر قابل‌توجهی در شاخص مقاومت به انسولین ایجاد کنند.

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که تمرین مقاومتی و ترکیبی، بر کاهش سطوح مولکول چسبان تأثیر داشته است. به طوری که پس از شش هفته اجرای تمرینات مقاومتی و ترکیبی، به ترتیب ۱۹٪/۷ و ۱۲٪/۳ کاهش sICAM-1 مشاهده گردید. براساس یافته‌های سایر پژوهش‌ها، تمرین مقاومتی پاسخ هورمونی بیشتری نسبت به تمرین استقامتی و موازی ایجاد می‌کند و موجب افزایش هورمون کورتیزول می‌شود (۲۹) و از آن‌جاکه مولکول چسبان سلولی یکی از عوامل التهابی محسوب می‌شود (۲)، احتمالاً این نوع تمرین سبب تحریک ترشح کورتیزول شده و کورتیزول به عنوان عامل ضدالتهابی قوی و مهار ترشح سایتوکین‌ها و مکانیسم‌های ضدالتهابی عمل می‌کند و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را افزایش می‌دهد. افزایش تولید آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی موجب بهبود دفاع آنتی‌اکسیدانی می‌شود. این اثرات نیز با کاهش احتمالی میزان اکسیدشدن LDL در پیشگیری یا کاهش آسیب اندوتلیال و التهاب مؤثر است (۳۰).

در پژوهش اعظمیان جزی و همکاران (۱۳۸۹)، آثار تمرین هوازی در زنان سالمند دارای اضافه‌وزن بررسی شد و نتایج، کاهش معنادار sICAM-1 را نشان داد (۷). در پژوهش دیگری، سوری و همکاران (۱۳۸۹) کاهش سطوح sICAM-1 را طی هشت هفته تمرین استقامتی در زنان سالمند اعلام کردند (۱۱). یکی از دلایل تضاد بین مطالعات اشاره‌شده، به شرایط آزمودنی‌ها مربوط است. به عبارت دیگر، اغلب پژوهش‌هایی که عدم تغییر مولکول چسبان سلولی را به دنبال فعالیت‌های ورزشی گزارش کرده‌اند، آزمودنی‌ها جوان و سالم بوده‌اند (۱۰، ۳۷)؛ اما در بیشتر مطالعاتی که کاهش sICAM-1 دیده شده است، اغلب آزمودنی‌ها چاق یا دارای اضافه‌وزن بوده‌اند (۲۵، ۷، ۱۰). گفتنی است در آزمودنی‌هایی که بافت چربی بیشتری دارند، سایتوکین‌های بیشتری تولید می‌شود و فعالیت ورزشی در کاهش این سایتوکین‌ها و التهاب، مؤثر عمل می‌کند. همچنین، سطوح اولیه شاخص‌ها در شروع تمرین عامل تأثیرگذاری است. به طوری که هرچه میزان آن‌ها در خون بالاتر باشد، تغییرات محسوس‌تری نشان داده خواهد شد (۳۲). هرچند، در پژوهش حاضر آزمودنی‌ها بدون اضافه‌وزن و سالم بودند و مقادیر سرمی مولکول چسبان در حد طبیعی بود؛ اما همان‌طور که اشاره شد در پژوهش حاضر، مقادیر سرمی sICAM-1 در گروه‌های مقاومتی و ترکیبی (استقامتی - مقاومتی) کاهش معناداری یافت. در توجیه عدم تغییر معنادار سطوح sICAM-1 در گروه استقامتی، نمی‌توان به کم‌بودن شدت تمرینات یا طول دوره تمرینی اشاره کرد؛ زیرا در دو گروه دیگر، تغییر معناداری در سطوح مولکول چسبان سلولی ایجاد شده است و این عدم تغییر ممکن است ناشی از

مکانیسم‌های دیگری باشد. زوپینی^۱ و همکاران گزارش کردند که علی‌رغم تصحیح میزان کاهش sICAM-1 با میزان کاهش وزن و توده چربی، فعالیت ورزشی اثر کاهشی بر میزان sICAM-1 را نشان می‌دهد. در نتیجه، احتمالاً فعالیت ورزشی از طریق کاهش توده چربی و کاهش عوامل التهابی به کاهش میزان sICAM-1 منجر می‌شود (۳۳).

در مطالعاتی گزارش شده است که تمرینات ترکیبی نسبت به تمرین استقامتی و مقاومتی، موجب کاهش بیشتر سطوح سرمی LDL-C و افزایش بیشتر در سطوح سرمی HDL-C می‌شود (۳۴). با توجه به این که اصولاً بهبود سطوح sICAM-1 ممکن است از کاهش در غلظت لیپیدهای خون (تری‌گلیسیرید، کلسترول تام، LDL-C) و افزایش HDL-C ناشی گردد؛ لذا، تأثیر تمرین بر عملکرد اندوتلیال می‌تواند از طریق افزایش سطوح HDL-C پلازما نیز بروز کند. HDL-C با تحریک آزادسازی پروستاگلین (PGI-2) از دیواره عروق یا سلول عضلانی صاف، تجمع پلاکتی را مهار کرده و منجر به کاهش مولکول چسبان شود. مکانیسم مؤثر در توجیه افزایش سطح HDL-C پلازما متعاقب ورزش، با توجه به آثار ورزش در تعدیل ذخایر چربی، متابولیسم عمومی بدن، فعالیت انسولین در کبد، عضله و بافت چربی است (۳۵)؛ اما یافته‌هایی وجود دارند که نشان می‌دهند تمرینات مقاومتی (۳۶) و یا تمرینات ترکیبی (۳۷)، نسبت به تمرینات استقامتی در بهبود HDL-C مؤثرتر هستند؛ بنابراین، شاید تأثیرگذاری بیشتر تمرینات مقاومتی و ترکیبی بر سطح sICAM-1 در مطالعه حاضر، ناشی از تغییرات پروفایل لیپید بوده باشد. براساس سایر پژوهش‌ها، تمرینات مقاومتی نسبت به تمرینات هوازی، باعث کاهش معنادارتر پروتئین واکنشگر C می‌گردد (۳۴). همچنین، در مطالعه‌ای دیگر به کاهش مؤثرتر CRP در تمرینات ترکیبی نسبت به تمرین مقاومتی و استقامتی اشاره شده است. از آنجا که CRP بروز ICAM-1 را در سلول‌های اندوتلیال انسان افزایش می‌دهد؛ بنابراین، کاهش معنادار sICAM-1 بر اثر تمرینات مقاومتی و ترکیبی ممکن است به کاهش CRP مربوط باشد؛ زیرا، یکی از نقش‌های CRP، تحریک افزایش بیان مولکول‌های چسبان است (۳۸). هرچند، این مکانیسم‌ها در مطالعه حاضر کنترل نشده است.

یافته‌های این پژوهش حاکی از آن است که هیچ‌یک از سه نوع شیوه تمرینی، تغییر معناداری در شاخص مقاومت به انسولین ایجاد نکرده‌اند. درحالی که اندازه‌گیری مقدار گلوکز، کاهش معنادار آن را در گروه ترکیبی نشان می‌دهد. منتظری طالقانی و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی تأثیر تمرینات ترکیبی (استقامتی - مقاومتی) در زنان یائسه غیرفعال پرداخته و اظهار داشتند که ۱۰ هفته

-
1. zoppini
 2. C-reactive protein

تمرینات ترکیبی، منجر به بهبود شاخص مقاومت به انسولین می‌گردد (۲۷) که با نتایج حاصل از پژوهش حاضر هم‌سو نیست. سازوکارهای احتمالی کاهش انسولین شامل: افزایش پروتئین‌های ناقل گلوکز (GLUT4)، کاهش ترشح و افزایش پاک‌سازی اسیدهای چرب آزاد، افزایش تحویل گلوکز به عضلات و تغییر در افزایش تمایل عضلات به گلوکز در دسترس می‌باشد. فعالیت ورزشی با شدت بالا و مدت طولانی، احتمالاً از طریق افزایش توده عضلات اسکلتی، افزایش انتقال گلوکز به عضله یا کاهش سنتز اسیدهای چرب و بازجذب گلوکز به واسطه فعالیت عضلات اسکلتی را افزایش می‌دهد (۳۹). لاکhdar^۱ و همکاران (۲۰۱۳) در پژوهشی، اثر شش ماه دوچرخه‌سواری را بر مقاومت به انسولین بررسی کردند و کاهش معنادار مقاومت به انسولین را اعلام نمودند (۱۹). همچنین، رواسی و همکاران (۱۳۸۴) نیز بهبود شاخص مقاومت به انسولین را پس از ۱۳ هفته تمرینات شدید استقامتی در مردان چاق مشاهده کردند (۲۲)؛ از این رو، با توجه به تأثیرپذیری حساسیت انسولینی از شدت و طول دوره تمرین استقامتی، بهبود در حساسیت انسولینی زمانی رخ می‌دهد که حجم تمرین اعمال شده در بالاترین حد خود باشد. طبق گزارش‌ها، علاوه بر تمرین‌های استقامتی طولانی مدت و شدید، تمرینات مقاومتی نیز موجب بهبود تحمل گلوکز و حساسیت به انسولین کل بدن می‌شود. به‌طور کلی، هم‌زمانی کسب توده عضلانی، ظرفیت ذخیره گلوکز کل بدن را بهبود می‌بخشد (۴۰). در همین ارتباط، بروکس و همکاران (۲۰۰۷) کاهش معنادار شاخص مقاومت به انسولین را پس از ۱۶ هفته تمرین مقاومتی با شدت ۸۰-۷۰٪ یک تکرار بیشینه گزارش کردند (۲۱). در پژوهشی دیگر، احمدی‌زاد و همکاران (۱۳۸۶) آثار تمرین مقاومتی و استقامتی را بر شاخص مقاومت به انسولین بررسی کردند. نتایج نشان داد که ۱۲ هفته تمرین، موجب بهبود مقاومت به انسولین در هر دو گروه می‌شود (۲۰). بر همین اساس، ممکن است یکی از دلایل معنادار نبودن اثربخشی برنامه تمرینی بر سطح انسولین و شاخص مقاومت به انسولین در این پژوهش، شدت متوسط تمرینات در هر سه گروه تمرینی باشد؛ چراکه تمرینات با شدت بالا باعث افزایش برداشت گلوکز و تخلیه گلیکوژن می‌شود (۳۹). در مطالعه حاضر، هیچ‌یک از گروه‌های تجربی دارای شدت تمرینی بالا نبودند. علت دیگر انتظار کاهش انسولین، مربوط به کاهش توده چربی است و در یافته‌های پژوهشی دیگر نشان داده شده است که میزان توده چربی افراد با مقدار انسولین در ارتباط است (۴۱). با توجه به این‌که آزمودنی‌ها افرادی سالم و بدون اضافه‌وزن بودند و هیچ کاهش وزن معناداری در پایان دوره مشاهده نگردید، می‌توان عدم تغییر مقاومت به انسولین را تا حدودی توجیه کرد.

به نظر می‌رسد که تغییرات شاخص مقاومت به انسولین، هم ناشی از شدت برنامه تمرینی و هم متأثر از شرایط آزمودنی‌ها می‌باشد. به عبارت دیگر، برآیند مطالعات انجام گرفته حاکی از آن است که شاخص مقاومت به انسولین در آزمودنی‌های چاق یا دارای اضافه وزن (۲۲،۲۴)، دیابتی (۲۱،۲۴) و یا دارای مقادیر بالای این شاخص در ابتدای دوره تمرینی (۲۱،۲۲،۲۴)، بیشتر تحت تأثیر برنامه تمرینی قرار می‌گیرد. همچنین، اغلب مطالعاتی که کاهش این شاخص را به دنبال برنامه تمرینی گزارش کرده‌اند، از شدت نسبتاً بالای تمرین برخوردار بوده‌اند (۲۰-۲۲). با توجه به این موارد، عدم تغییر شاخص انسولین و مقاومت به انسولین در پژوهش حاضر منطقی به نظر می‌رسد.

در کل، یافته‌های حاصل از این پژوهش نشان داد که شش هفته تمرین مقاومتی و ترکیبی، موجب کاهش معنادار سطوح سرمی sICAM-1 می‌شود. همچنین، انجام شش هفته تمرین استقامتی، مقاومتی و ترکیبی، تغییری در شاخص مقاومت به انسولین ایجاد نکرد و مقادیر گلوکز تنها در گروه ترکیبی کاهش معناداری داشت. در مجموع، به نظر می‌رسد انجام تمرینات ترکیبی در مدت و شدت اعمال شده (در مقایسه با تمرینات استقامتی)، بر سطوح مولکول چسبان اثرگذاری بیشتری دارد؛ اما جهت بهبود شاخص مقاومت به انسولین، شدت برنامه تمرینی بیشتری مورد نیاز می‌باشد.

پیام مقاله: پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده، سایر شاخص‌های احتمالی اثرگذار بر sICAM-1 و مقاومت به انسولین مانند پروفایل لیپید، CRP، TNF- α و IL-6 مورد مطالعه قرار گیرند. همچنین، تمرینات ترکیبی در یک فاز (تمرین استقامتی و مقاومتی در یک جلسه تمرینی) با تمرینات در دو فاز مورد مقایسه قرار گیرند.

منابع

- 1) Schaffler A, Buchler C. Identification of variables influencing resistin serum levels in patients with type 1 and type 2 diabetes mellitus. *Horm Metab Res.* 2004; 36(4): 20-4.
- 2) Vonkanel R, Preckel D, Kudilka B, Fischer J E. Responsiveness and habituation of soluble ICAM-1 to acute psychosocial stress in men: Determinants and effect of stress-hemoconcentration. *J Appl Physiol.* 2007; 5(1): 627-39.
- 3) Houmard J A, Tanner J, Slentz A, Duscha D, Maccarteny S, Kraus E. Effect of the volume and intensity of exercise training on insulin sensitivity. *J Appl Physiol.* 2004; 96: 101-6
- 4) Roberts C K, Won D, Lin S S, barnard R J. Effect of diet and exercise intervention on oxidative stress. Inflammation monocyte adhesion in diabetic men. *Diabetes Res Clin.* 2006; 3(1): 249-59.

- ۵) چراغ‌بیرجندی کاظم، زربان اصغر، مقرنسی مهدی، ابوالحسن نژاد مجتبی، چراغ‌بیرجندی صادق. تأثیر تمرین تداومی هوازی بر شاخص‌های جدید و سنتی پیشگویی‌کننده بیماری‌های قلبی - عروقی در مردان جوان. نشریه علمی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند. ۱۳۹۰؛ ۱۸: ۳۰۱-۲۹۳.
- ۶) مقرنسی مهدی. اثر کوتاه‌مدت و طولانی‌مدت تمرین تداومی هوازی بر شاخص‌های قلبی - عروقی جدید و سنتی نر ویستار. فصل‌نامه المپیک. ۱۳۸۷؛ ۱: ۱۸-۷.
- ۷) اعظمیان جزئی اکبر، فرامرزی محمد، صفاری‌فارسانی فهیمه. اثرات تمرین هوازی بر مولکول چسبان سلولی و نیم‌رخ لیپیدی در زنان سالمند دارای اضافه‌وزن. نشریه فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی. ۱۳۸۹؛ ۱۵(۱): ۱۸-۴۰.
- 8) Hatunik M, Finucane F, Burns N, Gasparro D. Vascular inflammatory markers in early-onset obese and type 2 diabetes subjects before and after three months aerobic exercise training. *Diabetes Vascul Dia Res.* 2007; 8(4): 230-9.
- 9) Rankovic G, Milicic B, Savic T, Dindic B, Mancevic Z, Pesic G. Effect of physical exercise on inflammatory parameters and risk for repeated acute coronary syndrome in patient ischemic heart disease. *Vojnosaniti Pregl.* 2009; 6(1):44-58.
- 10) Adamopoulos S J, Parissis J, Kroupis C, Georgiadis M, Karatezas D, karavolias G. Physical training reduces peripheral marker of inflammation in patients with chronic heart failure. *Eur Heart J.* 2001; 9(2):791-7.
- ۱۱) سوری رحمان، رواسی علی‌اصغر، صالحی مریم. تأثیر تمرین استقامتی بر سطح مولکول چسبان بین سلولی و عروقی در زنان میان‌سال دارای اضافه‌وزن. نشریه علوم زیستی و ورزشی. ۱۳۹۰؛ ۸(۲): ۵۵-۶۹.
- ۱۲) حامدی‌نیا محمدرضا، حقیقی امیرحسین. تأثیر تمرینات استقامتی و مقاومتی بر مولکول‌های چسبان محلول در گردش خون مردان سالم. فصل‌نامه المپیک. ۱۳۸۴؛ ۸(۲): ۴۸-۵۷.
- 13) Olson T P, Dengel D R, Leon A S, Schmitz K H. Changes in inflammatory biomarkers following one-year of moderate resistance training in overweight women. *Int J Obes.* 2007; 31(6): 996-1003.
- 14) Many G, Jenkins T, Witkowski S, Damsker J, Hagberg J. The effects of aerobic training and age on Plasma sICAM-1. *Sports Med.* 2013; 34(6): 253-62.
- 15) Ito H, Ohshima M, Inoue N, Ohto K, Nakasuga Y, Kaji T. Weight reduction decrease soluble cellular molecules in obese women. *Clin Exp Pharmacol Physiol.* 2002; 9: 29-39.
- 16) Thomson R, Brinkworth G, Noakes N, Clifton P, Norman R, Buckley D. The effect of diet and exercise on markers of endothelial function in overweight and obese women with polycystic ovary syndrome. *Hum Reprod.* 2012; 7(3): 2169-76.
- ۱۷) ناینینی‌فر شیلا، ثاقب‌جو مرضیه، هدایتی مهدی، افضل‌پور محمداسماعیل. تأثیر تمرینات مقاومتی و هوازی بر مولکول چسبان بین‌سلولی و نیم‌رخ لیپیدی سرم زنان دارای اضافه‌وزن. نشریه ورزش و علوم زیستی. ۱۳۸۹؛ ۴: ۷۷-۸۷.
- ۱۸) سوری رحمن، خسروی نیکو، رضائیان نجمه، منتظری طالقانی حمیده. تأثیر تمرینات ترکیبی استقامتی مقاومتی بر مولکول محلول چسبان بین سلولی و نیم‌رخ لیپیدی زنان یائسه ۶۰-۴۰ سال. نشریه پژوهش در علوم ورزشی. ۱۳۹۰؛ ۱۱(۳): ۶۱-۸۰.
- ۱۹) احمدی‌زاد سجاده، خدامرادی آرش، ابراهیم خسرو، هدایتی مهدی. اثرات شدت فعالیت مقاومتی بر آدیپونکتین و شاخص مقاومت به انسولین. نشریه غدد درون‌ریز و متابولیسم ایران. ۱۳۸۹؛ ۴: ۳۴-۴۲۷.

- 20) Brooks N, Layne J E, Gordon P. Strength training improves muscle quality and insulin sensitivity in Hispanic older adults with type 2 diabetes. *Int J Medl Sci*. 2006; 4: 19-27.
- (۲۱) رواسی علی اصغر، امینیان توراندخت، گائینی عباسعلی، حقیقی امیرحسین، حامدی نیا محمدرضا. اثر تمرینات استقامتی بر سایتوکین‌های پیش‌التهابی و مقاومت به انسولین در مردان چاق. *نشریه حرکت*. ۱۳۸۴؛ ۲۸(۶): ۳۱-۴۹.
- 22) Lakhdar N, Ben Saad H, Denguezli M, Zaouali M, Zabidi A. Effects of intense cycling training on plasma leptin and adiponectin and its relation to insulin resistance. *Neuroendocrinol Lett*. 2013; 26(3): 229-35.
- 23) Sara-Reyna S, Tantiwong P, Cersosimo U, Ralph A. Short-term exercise training improves insulin sensitivity but does not inhibit inflammatory pathways in immune cells from insulin-resistant subjects. *J Diabetes Res*. 2013; 12(1): 1-8.
- 24) Krishnan S, Mary B, Gustafson B S, Caitlin-Campbell M S, Nilesh W, Nancy L. Association between circulating endogenous androgens and insulin sensitivity changes with exercise training in midlife women. *J Menopause Soc*. 2014; 9(3): 1-8.
- 25) Glowacki S E, Martin A, Maurer W, Baek J, Green S. Effects of resistance, endurance, and concurrent exercise on training outcomes in men. *Med Sci Sports*. 2004; 12(5): 119-227.
- (۲۶) عصارزاده نوش آبادی محسن، عابدی بهرام. اثر تمرین ترکیبی بر شاخص مقاومت به انسولین و برخی شاخص‌های التهابی در مردان غیرفعال. *فصل‌نامه افق دانش*. ۱۳۹۱؛ ۱۸(۳): ۹۵-۱۰۹.
- (۲۷) منتظری طالقانی حمیده، سوری رحمن، رضائیان نجمه، خسروی نیکو. تغییرات لپتین و آدیپونکتین پلاسما در پاسخ به تمرینات مقاومتی در زنان یائسه غیرفعال. *نشریه کومش*. ۱۳۹۰؛ ۲: ۲۶۹-۷۷.
- 28) Miles E A, Thies F, Wallace F A, Powell J R, Hurst T L, Newsholme E A. Influence of age and dietary fish oil on plasma soluble adhesion molecule concentrations. *Clin Sci*. 2001; 100(3): 91-100.
- (۲۹) گرزلی علی، آقاعلی نژاد حمید، رجبی حمید، هدایتی مهدی. تأثیر ۱۰ هفته تمرین موازی قدرتی و استقامتی بر شاخص‌های هورمونی، لیپیدی و التهابی در مردان تمرین نکرده. *مجله غدد درون ریز و متابولیسم ایران*. ۱۳۹۰؛ ۱۳: ۶۱۴-۲۰.
- 30) Conraads V M, Beckers P, Bosmans J, De-Clerck L S, Stevens W J. Combined endurance/resistance training reduces plasma TNF-alpha receptor levels in patients with chronic heart failure and coronary artery disease. *Eur Heart J*. 2002; 23(6): 1854-60.
- 31) Sabatier M J, Schwark E H, Lewis R, Sloan G, Cannon J, McCully K. Femoral artery remodelling after aerobic exercise training without weight loss in women. *Dyn Med*. 2008; 7: 13-7.
- 32) Donges C E, Duffield R, Driank E J. Effects of resistance or aerobic exercise training on interleukin-6, C-reactive Protein, and body composition, medicine. *Sci Sports Exercise*. 2010; 9(2): 304-13.
- 33) Zoppini G, Targher G, Zamboni C, Venturi C, Cacciatori V, Moghetti P, et al. Effects of moderate-intensity exercise training on plasma biomarkers of inflammation and endothelial dysfunction in order patients with type 2 diabetes. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2006; 16(4): 543-50.

- 34) Thomson R, Brinkworth G, Noakes N, Clifton P, Norman R, Buckley D. The effect of diet and exercise on markers of endothelial function in overweight and obese women with polycystic ovary syndrome. *Hum Reprod.* 2012; 7(2): 2169-76.
- 35) Henrich P C, Casteu T. Interleukin-6 and the acute phase response. *Biochem J.* 1990; 26(4): 621-36.
- 36) Carlsohn A, Rohn S, Mayer F, Schweigert F J. Physical activity, antioxidant status, and Protein modification in adolescent athletes. *Med Sci Sports Exercise.* 2010; 6: 1131-9.
- 37) Anke T, Scholz M, Fasshauer M. Beneficial effects of a 4 week exercise a concentration of adhesion molecules. *Diabetes Care.* 2007; 3: 115-24.
- ۳۸) یکتایار مظفر، محمدی احمد، رشیدی کیوان، خدامرادپور مژگان. مقایسه اثرات تمرینات ورزشی مقاومتی، استقامتی و ترکیبی بر پروفایل لیپید مردان میان‌سال غیرورزشکار. *مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی کردستان.* ۱۳۹۰؛ ۲۶-۳۶: (۲)۱۶.
- 39) Kim E S, Im J A, Kim K C, Park J H, Suh SH, Kang E S. Improved insulin sensitivity and adiponectin level after exercise training in obese Korean youth. *Int J Obes.* 2007; 12(2): 320-30.
- 40) Dunstan D W, Daly R M, Owen N, Jolley D, De-Courten M, Shaw J. High-intensity resistance training improves glycemic control in older patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care.* 2002; 10(3): 1729-36.
- 41) Pasman W J, Westerterp-plantenga M S, Saris W. The effect of exercise training on leptin levels in obese males. *American Journal of Physiology Endocrinology Metabolism.* 1998; 27(4): 280-9.

ارجاع دهی به روش ونکوور

شافعی هلاله، شیخ‌الاسلامی وطنی داریوش. تأثیر تمرینات استقامتی، مقاومتی و ترکیبی بر سطوح sICAM-1 و مقاومت به انسولین در زنان غیرفعال. *فیزیولوژی ورزشی.* پاییز ۱۳۹۴؛ ۷(۲۷): ۱۰۰-۸۵.

Effect of endurance, resistance and concurrent training on sICAM-1 levels and insulin resistance in inactive women

H. Shafei¹, D. Sheikholeslami Vatani²

1. M.Sc. Student at University of Kurdistan*
2. Associate Professor at University of Kurdistan

Accepted date: 2015/04/13

Received date: 2014/08/16

Abstract

This study examines the effect of endurance, resistance and concurrent training on serum sICAM-1 levels and insulin resistance index in inactive women. 44 healthy women with an average age of 20.2 ± 1.6 years and BMI 20.8 ± 3 kg/m² divided into four groups: endurance, resistance, concurrent and control groups (each group, n=11). Training was conducted for six weeks and three times a week. Endurance training consists of aerobic blocks (60 to 75 percent of maximum heart rate). Resistance training was carried out (60 to 75 percent of one repetition maximum). In concurrent training program, subjects performed one session of resistance training and in the next session they did the endurance training. Blood samples were taken 36 hours before and again 36 hours after the end of training. The findings of this study using ANOVA with repeated measure showed that the levels of sICAM-1 in resistance ($P < 0.0001$) and concurrent ($P < 0.0001$) groups had a significant reduction, while in the endurance group this reduction was not significant. The changes in insulin and insulin resistance index in none of the groups was not significant. But, fasting glucose levels drop significantly in the concurrent group ($p = 0.01$), while each groups were unchanged in the other. Furthermore, in connection with any of the variables, no significant changes were observed between groups. It seems that concurrent training has more impact on levels of intercellular adhesion molecule and insulin resistance index in healthy untrained women and to improve these indicators, perhaps can say it is more efficient to perform concurrent endurance and resistance training than does them one by one.

Keywords: Concurrent training, Insulin, Glucose, Intercellular adhesion molecule

* Corresponding author

E-mail: tik_tak_1391@yahoo.com