پژوهش در علوم ورزشی شماره ۱۰، تابستان ۱۳۹۰، صص ۱۴۲-۱۲۹

تأثیر تمرین هوازی و محدودیت کالریک بر ICAM-1 و VCAM-1 سرم در زنان چاق سالم

دکتر رحمن سوری[۱]، دکتر علی اصغر رواسی[۲]، مریم صالحی[۳]

تاریخ دریافت مقاله :۸۹/۲/۲۰ تاریخ پذیرش مقاله:۸۹/۱۱/۲۶

چکیده

هدف پژوهش حاضر مقایسهٔ تأثیر ترکیبی فعالیت هوازی و محدودیت کالریکی بر سطح مولکول‌های چسبان سلولی و عروقیِ سرم زنانِ چاقِ کم‌تحرک است. بدین منظور تعداد ۴۰ نفر زن چاق کم‌تحرک با میانگین و انحراف استاندارد سن، درصد چربی و شاخص تودهٔ بدنی (۶/۹۸±۴۴/۶سال، ۳/۹۵±۲۶/۶ درصد و ۲/۸۱±۳۰/۶ کیلوگرم بر متر مربع) انتخاب و به‌صورت تصادفی به چهار گروه تجربی۱(محدودیت کالریک)، تجربی۲ (فعالیت‌های ورزشی)، تجربی ۳ (مداخله ترکیبی) و کنترل تقسیم بندی شدند. برنامهٔ تمرینی گروه تجربی۲ (فعالیت ورزشی) شامل دویدن روی تریدمیل به مدت ۵۰ تا ۶۰ دقیقه، هفته‌ای ۵ جلسه بود. گروه تجربی۱ از یک رژیم غذایی با محدودیت کالری معادل انرژی مصرفی فعالیت ورزشی گروه تجربی ۲ استفاده کردند. آزمودنی‌های گروه تجربی ۳ نیز از برنامهٔ تمرینی گروه تجربی۲ با نصف کردن جلسات تمرینی (۲۵ الی ۳۰ دقیقه در هر جلسه) و برنامهٔ رژیم غذایی گروه تجربی۱ با ۱/۲ محدودیت کالری به‌صورت ترکیبی استفاده کردند. در شیوهٔ زندگی گروه کنترل تغییری ایجاد نشد. خون‌گیری پس از ۱۲ ساعت ناشتا و در پایان ۴۸ ساعت پس از اتمام تمرینات در شرایط تجربی اجرا شد. داده‌ها با استفاده از آزمون آماری تحلیل واریانس تفاضلی پیش تا پس، آزمون تعقیبی بانفرونی ضریب همبستگی پیرسون و آزمون t زوجی در سطح معنی‌داری P <۰/۰۵ تجزیه و تحلیل شدند. یافته‌های پژوهش نشان داد که مقادیر وزن، شاخص تودهٔ بدنی و درصد چربی بدن در همهٔ گروه-های تجربی کاهش معنی‌داری یافت که بالاترین تغییر در گروه تجربی۲ با مقادیر تغییرات ۴/۶٪، ۴/۶٪ و ۹/۱٪ مشاهده شد(P<۰/۰۵). نتایج تحقیق حاکی از کاهش ۹/۳٪، ۱۹/۷٪ و ۲۳/۱٪ سطوح ICAM-1 به ترتیب در گروه‌های تجربی۱، ۲ و ۳ است. این کاهش تنها در گروه تجربی ۲ (فعالیت ورزشی) معنی‌دار بود (از ۴۶/۰۵± ۲۵۳/۷ به و۸۲/۱۰±۲۰۳/۶ نانوگرم بر میلی لیتر،(P<۰/۰۵). سطوح VCAM-1 نیز در هر سه گروه تجربی کاهش یافت، اما معنی‌دار نبود (P >۰/۰۵). بین مقادیر سرمی مولکول‌های چسبان با درصد چربی و وزن بدن و نیز تغییرات آن همبستگی پایینی مشاهده شد.

کلیدواژه‌های فارسی: فعالیت هوازی، محدودیت کالریکی، مولکول‌های چسبان بین‌سلولی و عروقی، زنان چاق

۱. استادیار دانشگاه تهران (نویسندهٔ مسئول) Email: soori@ut.ac.ir
۲. استاد دانشگاه تهران Email: ravasiss@yahoo.com
۳. کارشناس ارشد دانشگاه تهران

مقدمه

در سال‌های اخیر نقش مولکول‌های چسبان بین‌سلولی و عروقی در سیر بروز آترواسکلورز مشخص شده است. اتصال سلول‌های خونی به سطح شریان‌ها یکی از نخستین وقایع شناسایی شده در آترواسکلروز محسوب می‌شود (۳،۶،۲۳). بر همین اساس شاخص‌های التهابی نظیر ICAM-1[1] و VCAM-1[2] به‌عنوان پیشگویی‌کننده‌های قوی حوادث قلبی عروقی به‌شمار می‌رود. در پژوهش‌های مختلف بر نقش تمرینات ورزشی و رژیم غذایی به‌طور جداگانه بر شاخص‌های التهابی و به‌ویژه تغییر سطح مولکول‌های چسبان تأکید شده است (۸،۱۰،۱۹). در همین رابطه زوپینی[3] و همکاران (۲۰۰۶) پس از یک دوره فعالیت استقامتی با شدت متوسط، ۲ جلسه در هفته به مدت ۶ ماه، در آزمودنی‌های دیابتی چاق کاهش معنی‌دار غلظت پلاسمایی ICAM-1 و P-Selection و نیز عدم تغیر سطوح لیپیدی را گزارش کردند (۳۰). از سوی دیگر، ساکتون[4] و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی آثار رکاب زدن با دست و پا با شدت کم به مدت ۲۴ هفته ،کاهش تا مقدار ۲۵ درصد در مولکول چسبان عروقی را مشاهده کردند (۲۵). ساباتیرا[5] و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی یک دورهٔ طولانی‌مدت فعالیت هوازی (۵۰ دقیقه با شدت متوسط) عدم تغییر معنی‌دار VCAM-1 و ICAM-1 پلاسما را گزارش کردند (۲۴). رنکوویک[6] و همکاران (۲۰۰۹) در پژوهشی روی افراد مبتلا به عارضهٔ قلبی خفیف، پس از اجرای یک دورهٔ ۶ هفته‌ای برنامهٔ توانبخشی قلبی با شدت کم، عدم تغییر معنی‌دار تعداد لوکوسیت‌ها و مولکول چسبان سلولی پلاسما را گزارش کردند (۲۱).

در بررسی ما برخی تحقیقات، متعاقب اجرای فعالیت‌های ورزشی در رابطه با کار استقامتی، افزایش (۱۶،۱۷،۲۶)، عدم تغییر (۵،۲۷) و کاهش (۷،۱۴،۲۸) غلظت مولکول‌های چسبان سلولی گزارش شده است، اما در برخی تحقیقات لزوم تغییر معنی‌دار سطوح عوامل التهابی را استفادهٔ هم‌زمان از برنامهٔ ترکیبی فعالیت بدنی و رژیم غذایی (۴،۱۵،۲۹) و در برخی دیگر تأثیر رژیم غذایی را بارزتر گزارش کرده‌اند (۱۲). کوچ[7] و همکارانش (۲۰۰۸) در بررسی تأثیر کاهش وزن از طریق محدودیت کالریک با تغییر نسبت کربوهیدرات به چربی در مردان و زنان چاق

1. Inter cellular adhesion molecule
2. Vascular adhesion molecule
3. Zoppini, G
4. Saxton JM
5. Sabatier MJ
6 . Rankovic G
7 . Keoch JB

میان‌سال، کاهش معنی‌دار وزن بدن، BMI، E-Selection، P-Selection وICAM-1 را گزارش کردند. بر اساس این پژوهش، کاهش سطح سرمی مولکول‌های چسبان در پی استفاده از رژیم غذایی بیشتر تحت تأثیر کاهش وزن بوده است (۱۲). ملو[1] و همکاران (۲۰۰۸) در پژوهشی تأثیر کاهش وزن طولانی‌مدت در ۳۴ آزمودنی دارای اضافه‌وزن بر سطح ICAM-1 پلاسما را معنی‌دار گزارش کردند (۱۲). زیکاردی[2] و همکارانش (۲۰۰۲) اثر کاهش وزن و تغییر در شیوهٔ زندگی (فعالیت ورزشی و رژیم غذایی) را بر شاخص‌های التهابی عروقی در ۵۶ زن چاق و سالم در سنین پیش‌یائسگی (۲۵ تا ۴۴ سال) و ۴۰ زن با وزن طبیعی در یک سال مطالعه کردند. در زنان چاق، در مقایسه با زنان لاغر، سطح استراحتی ICAM-1 و VCAM-1 سرم بیشتر بود. پس از گذشت یک سال از برنامهٔ چندمنظورهٔ کاهش وزن شامل رژیم غذایی، مشاورهٔ رفتاری و فعالیت‌های ورزشی (روزانه یک ساعت پیاده‌روی و سه بار در هفته)، کاهش معنی‌دار سطح سرمی مولکول‌های چسبان مشاهده شد (۲۹). البته تغییر نشان‌گرهای بیماری‌های عروق کرونر در پی مداخلات غیردارویی در کوتاه‌مدت نیز گزارش شده است. کریستن[3] و همکاران(۲۰۰۶) در بررسی تأثیر رژیم غذایی (مصرف مواد غذایی با فیبر بالا و چربی کم) و فعالیت ورزشی هوازی به مدت ۳ هفته بر سطح ICAM-1 و VCAM-1 پلاسمای ۳۱ مرد و ۱۵ زن چاق مبتلا به سندرم متابولیک بررسی کردند. نتایج تحقیق کاهشی معنی‌دار را در سطح ICAM-1 و VCAM-1 این افراد پس از ۳ هفته نشان دادند (۴). عموماً در تحقیقاتی که کاهش سطوح مولکول‌های چسبان مشاهده شده است از رژیم غذایی بدون در نظر گرفتن نسبت تأثیر آن تنها در کنار فعالیت ورزشی استفاده شده است (۲۹،۱۵،۴). در نهایت، پژوهش‌های کمی تأثیر مستقیم فعالیت ورزشی، رژیم کاهش وزن و ترکیب هر دو را در سطح کالری مصرفی یکسان آزمایش کردند. بر این اساس، هدف از این پژوهش پاسخ‌گویی به این سؤال است که آیا بین تأثیر فعالیت ورزشی، رژیم غذایی و فعالیت ورزشی + رژیم غذایی در سطح کالری یکسان بر سطوح استراحتی ICAM-1و VCAM-1 سرم، تفاوتی معنی‌دار وجود دارد یا نه؟

روش‌شناسی پژوهش

روش تحقیق: نوع مطالعه، کاربردی و روش تحقیق از نوع طرح نیمه‌تجربی با ۴ گروه (کنترل

1. Mello DE
2. Ziccardi P
3. Christian K

و تجربی) است. جامعهٔ آماری این پژوهش زنان کم‌تحرک ۵۸- ۳۵ سال منطقهٔ ۲۲ تهران، بدون سابقهٔ فعالیت بدنی، بیماری‌های قلبی، ارتوپدیک و استئوپروز، بیماری‌های ریوی، دیابت و پرفشار خونی بود که داوطلبانه از طریق اطلاعیه و نصب آن در مراکز مختلف آن منطقه انتخاب شدند. ۴۰ آزمودنی به‌صورت تصادفی به ۴ گروه تجربی ۱۰ نفری تقسیم شدند. جلسهٔ توجیهی در آغاز کار شامل معرفی کلیهٔ شرایط پژوهش اعم از منافع و خطرات نادر احتمالی و توصیه-های لازم برای هر یک از آزمودنی‌ها بود و از آن‌ها رضایت‌نامهٔ شرکت در تمام مراحل پژوهش اخذ شد. قبل از آغاز فعالیت ورزشی، ارزیابی‌های اولیهٔ قد، وزن و درصد چربی بدن در شرایط تجربی اجرا شد. همچنین پس از ۱۲ ساعت ناشتایی، به‌منظور ارزیابی سطوح VCAM-1 و ICAM-1 پلاسما، خون‌گیری اجرا و ارزیابی‌های مشابهی نیز در پایان برنامهٔ تمرینی اجرا شد.

برنامهٔ مداخلات

برنامهٔ مداخلات در ۸ هفته اجرا شد که در جدول شماره ۱ مشاهده می‌شود. در هر جلسهٔ تمرین تقریباً ۱۰ دقیقه گرم‌کردن (دویدن آرام: ۴-۲ دقیقه، گرم‌کردن مفاصل: ۲ دقیقه و اجرای حرکات کششی: ۴ دقیقه) و ۵ دقیقه زمان برای سرد کردن در نظر گرفته شد. برنامهٔ تمرین از ۵۰ دقیقه در هفتهٔ اول آغاز شد که در هفتهٔ ابتدایی زمان دویدن در صورت عدم تحمل آزمودنی‌ها در ۲ یا ۳ بخش اجرا می‌شد، اما به‌منظور افزایش بار تمرین، از هفتهٔ سوم به بعد هر دو هفته ۴-۳ دقیقه به کل زمان دویدن افزوده می‌شد. همچنین برنامهٔ تمرینی از ۵۰ دقیقه دویدن روی تردمیل آغاز شد. در روزهای ابتدایی، آزمودنی‌ها در صورت ناتوانی در راه رفتن یا دویدن به‌صورت کامل، زمان تمرین در ۲ یا ۳ وهله اجرا شد(۱۳).

جدول ۱. برنامهٔ مداخله در گروه‌های تجربی و کنترل

گروه‌ها	متغیر مستقل
تجربی ۱ (محدودیت کالری)	محدودیت کالری به اندازهٔ فعالیت ورزشی گروه تجربی ۲ در ۸ هفته
تجربی ۲ (فعالیت ورزشی)	دویدن آرام یا راه رفتن روی تریدمیل (۵۰-۶۰ دقیقه)، (۸ هفته: ۵ روز در هفته)
تجربی ۳ (فعالیت ورزشی و محدودیت کالری)	دویدن آرام یا راه رفتن روی تریدمیل (۲۵-۳۰ دقیقه) و محدودیت کالری به اندازهٔ همین مقدار فعالیت
تجربی ۴ (گروه کنترل)	بدون مداخله‌ای

آزمودنی‌ها بر روی تردمیل (Techno gym،ساخت ایتالیا) با شدت تمرین بر اساس معادل سوخت و سازی معادل ۷ مت(MET=7) و ۶۷ درصد ضربان قلب بیشینه یعنی به‌صورت راه

رفتن سریع فعالیت کردند (جدول۲). انرژی مصرفی طی این فعالیت از فرمول ذیل محاسبه شد (۱۸).

انرژی مصرفی[1] (kcal/min)= (MET×3.5×body mass)/200

جدول ۲. درصد ضربان قلب آزمودنی‌ها در طی اجرای فعالیت

متغیرها و گروه‌ها / شاخص آماری		میانگین± انحراف استاندارد
ضربان قلب هنگام تمرین	گروه فعالیت ورزشی	۱۲۶/۲±۱۳/۳۳
	گروه ترکیبی	۱۱۶/۴±۸/۹۵
درصد ضربان قلب بیشینه %HR max	گروه فعالیت ورزشی	٪(۶۹±۴/۷)
	گروه ترکیبی	٪(۶۷±۳/۵)

ابتدا به آزمودنی‌ها فرم یادآمد برای یادداشت غذای مصرفی‌شان داده شد که پس از برآورد انرژی دریافتی آزمودنی‌ها، مشخص شد که انرژی دریافتی آن‌ها بیش از کالری مورد نیازشان است(جدول ۳).

جدول ۳. انرژی دریافتی آزمودنی‌ها پس از تحویل فرم یادآمد

گروه‌ها	میانگین± انحراف استاندارد
محدودیت کالری	۲۵۰۰/۹±۲۰۱/۴۶
فعالیت ورزشی	۲۴۵۵/۶±۲۲۴/۳۹
ترکیبی(فعالیت ورزشی و محدودیت کالری)	۲۶۰۰/۵±۷۰/۳۱
کنترل	۲۵۶۶/۴±۲۵۳/۲۰

برای برآورد نیاز به انرژی هر فرد، با استفاده از معادله‌های نیاز انرژی برآورد شده ابتدا مقدار سطح فعالیت بدنی (PAL) هر فرد تعیین شد که برای محاسبهٔ مقدار سطح فعالیت بدنی برای یک روز مجموع فعالیت‌ها را تعییین کرده و به آن مصرف انرژی پایه (۱) و ۱۰٪ برای اثر گرمایی غذا اضافه می‌شود (۱/۱=۱+۰/۱). مجموع مقادیر ΔPAL برای فعالیت روزانهٔ این آزمودنی‌ها شامل یک ساعت پیاده‌روی برای کارهای روزانه (۰/۱۱)، ۲۰ دقیقه جاروبرقی (۰/۰۴۸)، نشستن و انجام فعالیت سبک به مدت ۵ ساعت (۰/۱۵)، در مجموع(۰/۳) محاسبه

1. Energy Expenditure

می‌شود در محاسبهٔ نهایی (۱/۴=۱/۱+۰/۳) ضریب سطح فعالیت بدنی آزمودنی‌ها ۱/۴ برآورد می‌شود.

ضریب فعالیت بدنی آزمودنی‌هایی با ویژگی "کمی فعال" برابر ۱/۱۴ اگر سطح فعالیت بدنی بین ۱/۴ تا کمتر از ۱/۶ باشد. سپس برای محاسبهٔ انرژی مورد نیاز روزانهٔ آزمودنی‌ها از فرمول هریس بندیکت استفاده شد (۱).

((متر)×۶۶۰/۷+(کیلوگرم)وزن×۱۰/۹)×ضریب فعالیت بدنی+(سال)×سن×۷/۳۱-۳۷۸= **کل انرژی مصرفی** [1]

پس از محاسبهٔ کل انرژی آزمودنی‌ها (جدول۳) از گروه فعالیت بدنی خواسته شد به اندازهٔ انرژی مورد نیازشان (۲۱۱۵ کیلو کالری) کالری مصرف کنند و پیش‌بینی شد با فعالیت ورزشی (۴ هفته، ۵۰ الی ۶۰ دقیقه) هر ماه ۱ کیلوگرم وزن کم کنند (۴۵۰ گرم به ازای ۳۵۰۰ کیلو کالری مصرفی).

انرژی مورد نیاز آزمودنی‌های گروه رژیم غذایی بر طبق محاسبات انجام شده به‌طور متوسط ۲۳۲۵ کیلو کالری است (جدول۴). بر این اساس از یک رژیم غذایی متعادل و محدودیت کالری معادل فعالیت ورزشی گروه فعالیت ورزشی (روزانه ۳۸۰ کیلو کالری) برای کاهش وزن استفاده کردند یعنی رژیمی با ۱۹۴۵ کالری دریافتی. در پایان، بر اساس انرژی مورد نیاز آزمودنی‌ها رژیم غذایی متنوعی به آن‌ها ارائه شد که از یک تعادل نسبی کربوهیدرات (۵۵٪ تا ۶۰٪)، چربی (بیش از ۳۰٪) و پروتئین (۱۰٪ تا ۱۵٪) برخوردار بود (۲). میان‌وعدهٔ آزمودنی‌ها بر اساس تفاوت متابولیسم پایهٔ آن‌ها متغیر بود (۲).

جدول ۴. میانگین ± انحراف استاندارد کل انرژی آزمودنی‌ها

متغیر	شاخص آماری	میانگین ± انحراف استاندارد
انرژی مصرف کل مورد نیاز در طول ۲۴ساعت	گروه محدودیت کالری	۲۳۲۵/۹±۲۰۴/۴۷
	گروه فعالیت ورزشی	۲۱۱۵/۶±۱۲۷/۴۹
	گروه ترکیبی	۲۱۴۳/۵±۸۰/۴۰
	گروه کنترل	۲۰۶۷/۴±۱۵۳/۳۳
انرژی مصرفی در ۶۰ دقیقه دویدن آرام (هر جلسه)	گروه فعالیت ورزشی	۵۳۴/۵±۶۸/۸۵
	گروه ترکیبی	۲۶۲/۷±۳۲/۲۹
محدودیت کالری مصرفی در روز	گروه محدودیت کالری	۳۸۱/۸±۴۹/۱۸
	گروه ترکیبی	۱۷۸/۶±۱۶/۶۳

1 . Total Energy Expenditure

گروه تجربی ۳ از یک برنامهٔ ترکیبی شامل رژیم غذایی با محدودیت کالری ۱/۲ گروه یک (معادل ۱۹۰ کیلو کالری) و برنامهٔ تمرینی عنوان شده در جدول ۱ استفاده کردند.

خون‌گیری و اندازه‌گیری مولکول‌های چسبان

از آزمودنی‌ها در مراحل پیش‌آزمون (ابتدای پژوهش) و پس‌آزمون (۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسهٔ تمرین) پس از ۱۲ ساعت ناشتایی در شرایط آزمایشگاهی، پس از ۵ دقیقه استراحت کامل و با استفاده از سرنگ‌های ونوجک استریل حاوی مادهٔ ضدانعقاد EDTA[1] مقدار ۱۰ سی‌سی خون سیاهرگی از دست چپ گرفته شد و سپس در ظرف یخ قرار گرفت. سرم با استفاده از سانتریفیوژ ۱۵۰۰g برای ۱۵ دقیقهٔ به‌دست‌آمده و در دمای ۷۰- درجهٔ سانتی‌گراد برای آنالیزهای بعدی ذخیره شد.

ICAM-1 و VCAM-1 توسط دستگاه Elisa Stat Fax 2100 با استفاده از کیت‌های الیزا شرکت BMS232 وBMS232TEN (ساخت هلند) اندازه‌گیری شد.

روش اندازه‌گیری درصد چربی بدن

اندازه‌گیری‌های آنتروپومتری شامل قد، وزن و درصد چربی بدن توسط دستگاه اتو آنالیزور ترکیبات بدن (ساخت Biospace.co) در هر دو مرحلهٔ پیش و پس‌آزمون اندازه‌گیری شد. مقدار BMI برای هر یک از آزمودنی‌ها از تقسیم وزن (kg) توان دوم قد (m) محاسبه شد.

روش آماری

به‌منظور بررسی طبیعی بودن داده‌ها از آزمون آماری کلوموگروف ــ اسمیرنوف استفاده شد. برای بررسی اثر مداخلات متفاوت بر متغیرهای وابسته از آزمون t زوجی (t وابسته) استفاده شد. بررسی اختلاف میانگین تغییرات قبل و بعد بین گروه‌ها از آنالیز واریانس یک‌سویه و در صورت معنی‌دار بودن آن از آزمون تعقیبی بانفرنی استفاده شد. برای بررسی روابط همبستگی نیز از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد. در همهٔ آزمون‌ها مقدار خطا در سطح $P < ۰/۰۵$ محاسبه شد.

یافته‌های پژوهش

آثار مداخلات بر سطوح ICAM-1 و VCAM-1 سرم

یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که سطوح ICAM-1 در گروه‌های تجربی۱، تجربی۲ و تجربی۳ به ترتیب ۹/۳٪، ۱۹/۷٪، ۲۲/۱٪ کاهش یافت. بر اساس آزمون t زوجی، تنها در گروه تجربی ۲

1. Ethilen Diamine Tetra Acetic Acid

(فعالیت ورزشی) کاهشی معنی‌دار مشاهده شد (t=۲۷/۳، P=۰/۰۱). با توجه بـه نتـایج آزمـون آنالیز واریانس یک‌سویه از تغییرات ICAM-1 تفاوتی معنی‌دار بین تغییرات مولکول‌های چسبان سلولی در بین گروه‌ها مشاهده نشد ($F_{3,35}$=۲/۰۸ ،p=۰/۱۲).

دربارهٔ تغییرات شاخص التهاب سلولی عروق پس از ۸ هفته پروتکل مداخلات تجربـی در گـروه تجربی۱: ۲۴٪، گروه تجربی۲: ۲۳٪ و گروه تجربی۳: ۸٪ کـاهش سـطح اسـتراحتی VCAM-1 مشاهده شد (P>۰/۰۵). آزمون آنـالیز واریـانس از تغییـرات VCAM-1 بـین گـروه‌هـا تفـاوتی معنی‌دار را گزارش نکرد ($F_{3,35}$=۱/۶۷ ،p=۰/۱۹).

ب: آثار تمرینات بر ترکیب بدنی

بر اساس نتایج جدول شماره ۴، پس از ۸ هفته اجرای مداخلات پژوهش در گروه‌های تجربی۱، تجربی۲ و تجربی۳ به ترتیب در متغییرهـای وزن ۱/۸٪، ۴/۶٪ و ۲/۳٪، در شـاخص تـودهٔ بـدن ۱/۰٪، ۴/۶٪ و ۲/۴ ٪ و در مقادیر درصد چربی بـدن ۵/۱٪، ۹/۱٪، ۷/۷٪ کـاهش مشـاهده شـد (P<۰/۰۵). آزمون آنالیز واریانس یک‌سویه از تغییرات پیش تا پس از آزمون هر گـروه اختلافـی معنی‌دار بین گروه‌های تجربی با گروه کنترل نشان داد (P<۰/۰۵).

ج: ارتباط سطوح استراحتی و تغییرات مولکول‌های چسبان با ترکیبات بدنی

آزمون همبستگی پیرسون ارتباطی ضعیف را بین سطوح اولیه و تغییرات مولکول‌هـای چسـبان سلولی و عروقی با مقادیر وزن، درصد چربی و شاخص تودهٔ بدنی گزارش کرد (p >۰/۰۵).

جدول ۳. میانگین ± انحراف استاندارد سطح ICAM-1 و VCAM-1 پلاسما پیش و پس از اجرای تمرینات

متغیرها	گروه‌ها	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	ارزشP
ICAM - 1 (نانوگرم بر میلی‌لیتر)	تجربی(۱)	۲۴۷/۴±۷۳/۷۸	۲۲۴/۵±۷۶/۸۷	۰/۲۳
	تجربی(۲)	۲۵۳/۳۳±۴۶/۰۵	۲۰۳/۱±۴۲/۲۹	۰/۰۱*
	تجربی(۳)	۲۷۷/۰±۸۸/۳۷	۲۱۳/۳±۸۲/۱۰	۰/۰۶
	کنترل	۲۰۱/۳±۴۴/۶۲	۲۰۶/۲±۵۱/۳	۰/۷۳
VCAM - 1 (نانوگرم بر میلی‌لیتر)	تجربی(۱)	۵۷۷/۱±۱۰۶/۱۱	۴۳۳/۷±۱۳۴/۳۸	۰/۰۵
	تجربی(۲)	۶۰۶/۷±۱۵۲/۰۴	۴۶۵/۶±۱۴۵/۶۹	۰/۰۹
	تجربی(۳)	۴۷۴/۱±۸۱/۰۶	۴۳۶/۲±۱۲۹/۹۹	۰/۴۰
	کنترل	۴۸۶/۲±۱۷۰/۰۵	۵۰۲/۳۳±۱۴۳/۷۰	۰/۷۳

* معنی‌داری در سطح P < ۰/۰۵

جدول ۴. میانگین ± انحراف استاندارد مقادیر ترکیبات بدن پیش و پس از اجرای تمرینات

متغیرها	تجربی(۱)	تجربی(۲)	تجربی(۳)	کنترل
درصد چربی بدن(٪)	۳۸/۷±۴/۹۸ ۳۶/۷±۶/۶۷*	۳۹/۲±۶/۲۵ ۳۵/۶۵±۶/۴۳#	۳۷/۴±۳/۶۲ ۳۴/۵±۴/۵۸#	۳۴/۳±۵/۳۸ ۳۴/۵±۵/۵۶
وزن چربی بدن(کیلوگرم)	۲۹/۳±۷/۶۵ ۲۷/۴±۸/۸۱*	۲۹/۱±۷/۶۹ ۲۵/۱±۶/۱۳#	۲۶/۸±۴/۰۹ ۲۴/۱±۴/۴۷#	۲۴/۹±۶/۶۱ ۲۵/۲±۶/۸۶
وزن بدن(کیلوگرم)	۷۴/۶±۱۰/۹ ۷۳/۲±۱۱/۳*	۷۳/۴±۹/۴۷ ۷۰/۰±۸/۱۹#	۷۱/۵±۶/۱۶ ۶۹/۸±۶/۶۸#	۷۱/۷±۹/۲۰ ۷۲/۱±۹/۵۸
شاخص تودهٔ بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۸/۸±۴/۷۴ ۲۸/۲±۴/۷۵*	۳۰/۲±۳/۹۰ ۲۸/۸±۳/۳۵#	۲۸/۶±۲/۷۵ ۲۷/۹±۳/۱۰#	۲۸/۸±۴/۵۱ ۲۹/۰±۴/۷۱

*معنی‌داری تغییرات پیش تا پس از آزمون در سطح (P<۰/۰۵). # معنی‌داری پیش تا پس از آزمون در سطح (P<۰/۰۵). $ پیش تا پس از آزمون در سطح (P<۰/۰۵).

بحث و نتیجه‌گیری

براساس پژوهش‌های اخیر، ارزیابی سلامت عروقی و پاسخ به مداخلات بهداشتی با بررسی سطوح شاخص‌های التهابی جدیدتر نظیر واسطه‌های التهابی و سطوح مولکول‌های چسبان از حساسیت بیشتری برخوردار است. امروز، اغلب متخصصان تغذیه بر نقش مهم رژیم غذایی در کاهش عوامل خطرزای قلبی- عروقی تأکید و گاهی اوقات آن‌را مهم‌تر از هر مداخلهٔ بهداشتی دیگر گزارش می‌کنند (۱۲). یافته‌های پژوهش حاکی از کاهش معنی‌دار ICAM-1 در گروه تجربی ۲ است. سطوح VCAM-1 گرچه در بین هر سه گروه کاهش یافت، اما این تغییر معنی-دار نبود. این نتایج با برخی تحقیقات هم‌سو (۲۴،۲۲،۲۰،۵)، و با برخی تحقیقات مغایر (۲۹،۱۵،۱۴،۷) است.

ساباتیرا و همکاران (۲۰۰۸) در پژوهش روی گروهی مشابه با پژوهش ما پس از ۱۴ هفته تمرین هوازی (۲ جلسه در هفته با شدت متوسط، ۲۰-۳۰ دقیقه) کاهشی معنی‌دار را در سطوح VCAM-1 سرم گزارش نکردند، اما در آزمودنی‌های آن‌ها مقاومت عروقی در برابر جریان خون[1] ۲۸ درصد کاهش و قطر شریان رانی ۱۲ درصد افزایش یافت (۲۴). این نتایج در ظاهر با دانش ما پیرامون تغییرات اتساع‌پذیری عروق و تغییرات ساختار آندوتلیال در تعارض است زیرا اصولاً افزایش فشار برشی موجب بالا رفتن بیان مولکول‌های چسبان و رهاسازی آن از جدار آندوتلیال می‌شود (۲۴). بر اساس این پژوهش، آثار بالینی مداخلات بر تغییرات اندازهٔ عروق ممکن است صرف‌نظر از تغییر مولکول‌های چسبان نیز گزارش شود. اغلب پژوهش‌هایی

که از رژیم غذایی به تنهایی یا به‌صورت ترکیب با ورزش استفاده کرده‌اند بر نقش کاهش وزن بر تغییرات مولکول‌های چسبان اذعان داشته‌اند (۲۹،۱۵،۱۲،۴). برای مثال روبرت و همکارانش (۲۰۰۷)[1] در بررسی تأثیر مصرف فیبر بالا در مواد غذایی و فعالیت روزانه (۲/۵-۲ساعت) به مدت ۲ هفته در افراد ۱۸-۷ سالهٔ دارای اضافه‌وزن، کاهش سطوح لیپیدهای سرم ICAM-1 و CRP را گزارش کردند. در این پژوهش میانگین وزن نیز در پایان کاهشی معنی‌دار داشت (۲۲). پاسخ هموستازی انسان به فعالیت ورزشی به شدت، مدت و نوع برنامهٔ تمرینی بستگی دارد. پونتیرولی و همکاران (۲۰۰۴)[1] پس از اجرای یک برنامهٔ دویدن روزانهٔ ۳۰ دقیقه‌ای به مدت یک‌سال کاهشی معنی‌دار را در مقادیر مولکول‌های چسبان گزارش کردند (۲۰).

گولدهامر و همکاران (۲۰۰۵) [2] نیز پس از ۱۲ هفته تمرین هوازیِ پرشدت به‌صورت ۳ جلسه در هفته و ۴۵ دقیقه در هر جلسه، افزایش IL-10[3] و کاهش سایتوکاین‌های التهابی را گزارش کردند. اینترلوکین ۱۰ به‌عنوان عامل سرکوب‌گر تولید سایتوکاین‌های التهابی معرفی شده است (۹) هرچند که افزایش عوامل دیگری نظیر آثار پاراکراین IL-1β و TNF-α موجب افزایش بیان و رهاسازی مولکول‌های چسبان می‌شود (۲۳). زوپینی و همکاران (۲۰۰۶) نیز پس از ۶ ماه فعالیت ورزشی، ۲ جلسه در هفته با شدت متوسط، کاهش معنی‌دار سطوح مولکول‌های چسبان را گزارش کرد. جالب است که در این تحقیق سطح CRP که شاخص التهابی عمومی‌تری است تغییری معنی‌دار نداشت (۳۰).

به نظر می‌رسد که کاهش سطوح مولکول‌های چسبان با سطح اولیهٔ آن هم‌خوانی چندانی نداشته باشد که در پژوهش ما نیز تأیید می‌شود زیرا کریستوفر و همکاران (۲۰۰۶) پس از ۱۲ هفته تمرین هوازی در مردان سیگاری که از سطح بالاتر مولکول‌های چسبان برخوردار بودند، گرچه آمادگی جسمانی آزمودنی‌ها افزایش یافت، ولی تغییری معنی‌دار در VCAM-1 مشاهده نکردند (۵). مکانیسم‌های متفاوت دیگری به‌عنوان علل کاهش سطوح مولکول‌های چسبان پس از تمرینات طولانی‌مدت گزارش شده است که با توجه به رابطهٔ اندک تغییرات این متغییرها با وزن و درصد چربی، احتمالاً این موارد نیز در کاهش سطح مولکول‌های چسبان سهیم باشد (۱۱).

در پژوهش حاضر سطح سرمی مولکول‌های چسبان درصد چربی و وزن همبستگی بالایی را نشان نداد (P> ۰/۰۵). البته گرچه در ارتباط بین چاقی، افزایش درصد چربی بدن با افزایش

1. Pontiroli, A. E , et al (2004)
2. Goldhammer E , et al (2005)
3. Interleukin - 10

سطوح VCAM-1 سرم در دوران کودکی مشخص شده است (۲۰)، اما یکی از دلایلی که اغلب به‌عنوان عدم همبستگی بین درصد چربی و وزن یا نیمرخ‌های لیپیدی با مولکول‌های چسبان گزارش شده است که عموماً رابطهٔ بین مولکول‌های چسبان و نوع متصل به غشاء آن آنقدر نیست که منجر به همبستگی درصد چربی یا HDL سرم با مولکول‌های چسبان شود(۲۰).

نتیجه‌گیری نهایی

بر طبق یافته‌های این تحقیق، ترکیب دو عامل ورزشی و رژیم غذایی یا کاربرد فعالیت ورزشی به تنهایی، بر کاهش سطوح مولکول‌های چسبان توصیه می‌شود. با وجود این، برای بهبود بیشتر سطح **ICAM-1** و **VCAM-1** سرم، مصرف انرژی از طریق فعالیت ورزشی با قوت بیشتری توصیه می‌شود.

منابع:

۱. کراوس، (۱۳۸۸). «اصول کلی تغذیهٔ کراوس»، ترجمه فرزاد شیدفر، ناهیدخلدی، آزاده متقی، چاپ اول، تهران: نشر سالمی.

۲. عابدپور، مریم و منصوری، فرزاد (۱۳۸۸)، راهنمای استفاده از: مجموعهٔ تندرستی تغذیه رژیم لاغری، چاپ اول، نشر گنج دانش.

3. Blake J and Ridker M (2001).Novel clinical marker of vascular wall inflammation .Circulation research; 89(9), 763-769.

4. Christian K. Roberts,1 Dean Won,1 Sandeep Pruthi,1 Silvia Kurtovic,1 Ram K. Sindhu,2 Nosratola D. Vaziri and R. James Barnard (2006).Effect of a short-term diet and exercise intervention on oxidative stress, inflammation, MMP-9, and monocyte chemotactic activity in men with metabolic syndrome factorsAppl Physiol 100: 1657-1665.

5. Christopher JK, Hame tt, Prapavessis H, Chris Bald J, Varo N, Schoenbeck V, Ameratunga R, French JK, White HD and Stewart R(2006). Effects of exercise training on 5 inflammatory markers associated with cardiovascular risk .American heart J.151(2):367.e7-367.e16.

6. Cybulsky KL , Hongmei Li, Suning Zhu, Mian Chen,1 Motoi Iiyama,Vannessa Davis, Jose-Carlos Gutierrez-Ramos, Philip W. Connelly, and David S(2001). Milstone. A major role for VCAM-1, but not ICAM-1, in early atherosclerosis. J Clin Invest; 107:1255–1262.

7. Ding Y.H, Young CN, Luan X, Li J, Rafols JA, Clark JC, McAllister JP and Ding Y(2005). Exercise preconditioning ameliorates inflammatory injury in ischemic rats during reperfusion. Acta Neuropathol (Berl). Mar; 109(3):237-46.

8. Donnelly. JE. et al (2004). The role of exercise foe weight loss and maintenance. Best practice & research clinical Gastroenterology.; 18(6): 1009-1029.

9. Goldhammer E, Tanchilevitch A, Maor I, Moar I,Beniamin Y,Rosenschein U and Sagiv M (2005). Exercise training modulates cytokines activity in coronary heart disease patients. Int. J. Cardiol; 100:93-99.

10. Hyder ML, O'Byrne KK, Poston WSC et al (2002). Behavior modification in the treatment of obesity. Clinics Family Practice; 4(2): 415–425.

11. Ito H, Ohshima A, Inoue M, Ohto N, Nakasuga K, Kaji Y and Maroyama T (2002). weight reduction decreases soluble cellular adhesion molecules in obese women.Clin Exp Pharmacol Phsiol.29, PP.399-404

12. Keogh JB, Brinkworth GD, Noakes M, Belobrajdic DP, Buckley JD and Clifton PM.(2008): Effects of weight loss from a very-low-carbohydrate diet on endothelial function and markers of cardiovascular disease risk in subjects with abdominal obesity1,2,3.American Journal of Clinical Nutrition, Vol. 87, No. 3, 567-576.

13. Kodama,S.,Tanaka,S.,Saito,K.,Shu,M.,Sone,Y.,Onitake,F.,Suzuki,E.(2007).Effec t of aerobic exercise training on serum levels of high-dnsity lipoprotein cholesterol.ARCH Intern Med.167:999-1008.

14. Maeda S, Tanabe T, Otsuki T, Sugawara J, Iemitsu M, Miyauchi T (2004). Moderate regular exercise increases basal production of nitric oxide in elderly women. Hypertens Res; 27:947e53.

15. De Mello VD, Kolehmainen M, Pulkkinen L, Schwab U, Mager U, Laaksonen DE, Niskanen L, Gylling H, Atalay M, Rauramaa R, Uusitupa M (2008),Downregulation of genes involved in NFkappaB activation in peripheral blood mononuclear cells after weight loss is associated with the improvement of insulin sensitivity in individuals with the metabolic syndrome: the GENOBIN study. Diabetologia. 51(11):2060-7.

16. Nemet D, Mills PJ and Cooper DM (2004). Effect of intense wrestling exercise on leucocytes and adhesion molecules in adolescent boys. Br J Sports Med. 38: 154–158.

17. Nielsen HG, Lyberg T.(2004).Long-distance running modulates the expression of leukocyte and endothelial adhesion molecules. Journal of Immonology. 60:356-362. 18. Hoffman, J (2006). Norms for Fitness, Performance and Health. Human Kinetics: 151.

18. Pate, R.R, M. Pratt, S.N. Blair, W.L. Haskell, C.A. Maceram C. Bouchard, D. Buchner& W. ttinger (1995). "Physical Activity and Public Health: A Recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine". JAMA, 273:402-407.

19. Pontiroli, A. E.; P. Pizzocri; D. Koprivec; P. Vendani; M. Marchi; C. Arcelloni & et.al. (2004). "Bodyweight and glucose metabolism have a different on circulating levels of ICAM-1, E-selectin, andendothelin-1 in humans", Europ J of Endocrinology, 150,195-200.

20. Rankovic G, Milicic B, Savic T, Dindic B, Manccev Z and Pesic G (2009).Effect of physical exercise on inflammatory parameters and risk for repeated acute coronary syndrome in patient ischemic heart disease. Vojnosanit Pregl.66 (1):44-8.

21. Roberts CK, Chen AK, Barnard RJ.(2007): Effect of a short-term diet and exercise intervention in youth on atherosclerotic risk factors. Mar;191(1):98-106.

22. Roberts, C.K.; D. Won; S. Pruthi; S.S. Lin; R.J. Barnard (2006). "Effect of a diet and exercise intervention on oxidative stress,inflammation and monocyte adhesion in diabetic men". Diabetes Res Clin Pract. Apr 6

23. Sabatier, M.J, Schwark EH, Lewis R, Sloan G, Cannon J, and McCully K (2008): Femoral artery remodeling after aerobic exercise training without weight loss in women. Dynamic Medicine. 7:13

24. Saxton JM ,Zwierska K ,Hopkinson E ,Espigares S and Choksy S.(2008).Effect of upper – lower – limb exercise training on circulationg soluble adhertion molecules, hs-CRP and stress protein in pasint with cladication. European Journal of Vascular and Endovascular Surgery: 35(5):607- 613.

25. Shephard RE and Shek M (1998).Immune response to inflammatory and trauma: A physical training model.Can.J.Physiol.pharmacol.76:469-472.

26. Yannakoulia M, Chrousos GP and Sidossis LS (2005). Aerobic exercise training improves insulin sessitivity without changes in body weight, body fat, adiponectin, and inflammatory markers in over weight and obese girls' .Metabolism; 54(11):1472-

27. Wannamethee G, Lowe DO, Whincup PH, Rumley A, Walker M and Lennon L (2000): Physical activity and haemostatic and inflammatory variables men.Circulation.1785-90

28. Ziccardi P, Nappo F, Giugliano G, Esposito K, Marfella R and. Cioffi Metal. (2002}: Reduction of inflammatory cytokine concentrations and improvement of endothelial functions in obese women after weight loss over one year, Circulation 105), pp. 804-809.

29. Zoppini G, Targher G, Zamboni C, Venturi C, Cacciatori V, Moghetti P, Muggeo M. (2006): Effect of moderate-intensity exercise training on plasma biomarkers of inflammation and endothelial dysfunction in order patients with type 2 diabetes. tr Metab Cardiovasc Dis.;16(8):543-9.