

تاثیر هشت هفته تمرینات هوازی با و بدون محدودیت جریان خون بر هموسیستئین، CRP و ترکیب بدنی زنان چاق غیر فعال

ناصر رحیمی^۱، الناز یوسفی^۲

۱-دکترای فیزیولوژی ورزش، استاد یار دانشگاه افسری و تربیت پاسداری امام حسین (علیه السلام)، دانشگاه امیرالمومنین (علیه السلام)، ایران، اصفهان

۲- کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، ایران، اصفهان

چکیده:

چاقی نشانه‌ی بی توازن مزمن بین مقدار غذای خورده شده و میزان مصرف انرژی است. شیوع چاقی عملاً در تمام جوامع و گروه‌های سنی در جهان با سرعتی هشداردهنده در حال افزایش است. هدف از تحقیق حاضر به بررسی تاثیر ورزش هوازی با و بدون محدودیت جریان خون بر شاخصهای التهابی و ترکیب بدنی زنان چاق غیر فعال بود. بدین منظور ۳۰ زن چاق با دامنه سنی ۳۰-۴۰ ساله، دارای شاخص توده بدنی بزرگتر از ۲۵ کیلوگرم بر متر مربع پس از غربالگری به صورت هدفمند انتخاب و به صورت تصادفی در سه گروه تمرین هوازی با محدودیت جریان خون (۱۰ نفر)، گروه تمرین هوازی بدون محدودیت جریان خون (۱۰ نفر) و گروه کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند. شاخصهای ترکیب بدنی و سطح CRP و HCY قبل و بعد از مداخله اندازه گیری شد. مداخله شامل تمرینات هوازی با شدت ۵۵ تا ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه با و بدون محدودیت جریان خون به مدت ۸ هفته و سه جلسه تمرین در هفته انجام شد. در حالیکه آزمودنی‌های گروه کنترل هیچ مداخله‌ای دریافت نکرده و فقط پیگیری شدند. به منظور مقایسه اطلاعات پیش آزمون و پس آزمون در هر گروه و مقایسه بین گروه‌ها از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد. نتایج به دست آمده با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ تحلیل شد و سطح معنی داری $P \leq 0.05$ در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد تفاوت معناداری بین سه گروه تمرین هوازی بدون محدودیت جریان خون، گروه تمرین هوازی همراه با محدودیت جریان خون با گروه کنترل وجود دارد. آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که تمرین هوازی همراه با محدودیت جریان خون بیشترین تاثیر را بر کاهش شاخصهای التهابی و ترکیب بدنی نسبت به گروه تمرین هوازی بدون محدودیت جریان خون و گروه کنترل دارد. لذا بنظر می رسد تمرین هوازی به همراه محدودیت جریان خون می تواند بر کاهش عوامل خطرزا بیماری های ناشی از چاقی موثر باشد.

واژگان کلیدی: تمرین هوازی، محدودیت جریان خون، هموسیستئین، CRP، چاقی.

مقدمه :

چاقی وضعیتی است که در بدن شخص دارای چربی بیش از اندازه بوده و باعث اختلال در سلامتی می شود. این عارضه با متغیرهایی چون تغییرات در عملکرد طبیعی بدن، افزایش خطر ابتلا به بیماری های خاص و پاسخ های روانی نامناسب در ارتباط بوده و عامل گسترش بیماری هایی چون سرخرگ کرونر، فشار خون، دیابت نوع ۲ و بیماری های قلبی عروقی می باشد. (شادکام و همکاران ۱۳۹۵) که از این بین شناسایی عوامل خطرزای بیماری های قلبی-عروقی اهمیت زیادی دارد. یکی از عواملی که در بروز این بیماری ها نقش دارد، شاخص های التهابی است. اهمیت این عوامل یا شاخص ها تا جایی است که به عنوان عامل پیشگویی کننده بیماری های قلبی-عروقی شناخته شده اند. از جمله این شاخص ها پروتئین واکنشگر C و هموسیستئین هستند (نمازی و همکاران ۱۳۹۸). شاخص های CRP از جمله پروتئین های پلاسمایی است که در کبد ساخته شده و با افزایش میزان آن، التهابات و آسیب های عفونی بیشتر میگردد. (پرسش و همکاران ۱۴۰۱). شواهدی وجود دارد که ورزش می تواند به کاهش التهابات منجر شود. محققان بر این عقیده هستند که آثار ضد التهابی ورزش به طور متوسط به کاهش چاقی منجر می شود (نصرتی و همکاران ۱۴۰۱). با توجه به ارتباط قوی بین شاخص های التهابی و شیوع بیماری های قلبی-عروقی هرگونه عملی که باعث کاهش این شاخص ها شود، کاهش حوادث قلبی و عروقی را موجب می گردد. اگر چه شاخص های التهابی متعددی وجود دارد ولی پروتئین واکنش دهنده ی C با حساسیت بالا به عنوان حساس ترین شاخص های التهابی و پیشگویی کننده خطر عروقی معرفی شده است (شادی و همکاران ۱۴۰۲). هموسیستئین نیز اسید آمینه غیر ضروری گوگرد دار است که زمینه ساز ترومبوز و بیماری های عروق کرونر بوده و در قالب اکسایش LDL، تکثیر سلول های عضلانی صاف و سمی شدن سلول های لایه درون رگی (آندوتلیال) نمایان می شود. (پرسش و همکاران ۱۴۰۱). تمرینات منظم سطح هموسیستئین پلاسما را کاهش می دهد و بنابراین برای پیشگیری بیماری های قلبی-عروقی سودمند می باشد. این عامل ممکن است از طرق مختلف از جمله بهبود ترکیب بدنی، افزایش جذب ویتامین ها در روده، افزایش فعالیت آنزیم های مربوطه یا از طرق ناشناخته ی دیگر به کاهش هموسیستئین کمک کند (دهقان و همکاران ۱۳۸۸). تحقیقات بسیاری در زمینه رابطه انواع مختلف تمرینات ورزشی و کاهش التهابات مرتبط با چاقی انجام گرفته است ولی رابطه و تاثیر روش هایی با هدف بهره وری تمرینی بیشتر و نتایج موثرتر مانند تمرینات با محدودیت جریان خون^۱ (BFR) در کاهش سطح این التهابات (از قبیل CRP و هموسیستئین) جای بررسی گسترده تر دارد. تحقیق حاضر به بررسی تاثیر هشت هفته تمرینات هوازی با و بدون محدودیت جریان خون بر هموسیستئین CRP و ترکیب بدنی زنان چاق غیر فعال می پردازد.

روش تحقیق:

باتوجه به موضوع، تکنیک و روش کار یعنی وجود سه گروه تمرین هوازی با و بدون محدودیت جریان خون و گروه کنترل، پیش آزمون و پس آزمون و ارائه متغیر مستقل به گروه تمرین هوازی، این تحقیق از نوع تحقیقات نیمه تجربی است و با توجه به طول زمان اجرای پژوهش، این تحقیق از نوع مقطعی و به لحاظ استفاده از نتایج به دست آمده از نوع کاربردی می باشد. شرکت کنندگان این تحقیق را زنان چاق (BMI بالاتر از ۲۵) تشکیل دادند. که به منظور کاهش وزن به باشگاه های ورزشی در شهر اصفهان مراجعه کردند. در ابتدا پرسشنامه اطلاعات فردی و سابقه پزشکی در اختیار افراد داوطلب قرار گرفت. سپس با بررسی هایی که روی قد، وزن، سن، سابقه پزشکی، داروهای مصرفی و سابقه فعالیت بدنی انجام شد؛ افراد واجد شرایط از میان داوطلبین انتخاب شدند. شرایط ورود به مطالعه شامل سن (بین ۳۰ تا ۵۰ سال)، عدم ابتلا به بیماری های قلبی-تنفسی، عدم مصرف دارو، عدم شرکت افراد در برنامه خاص کاهش وزن اعم از رژیم غذایی یا فعالیت بدنی خارج از برنامه تحقیق بود. از میان ۵۰ داوطلب تعداد ۳۰ نفر به صورت هدفمند انتخاب شده و به صورت تصادفی در سه گروه تمرین هوازی با محدودیت جریان خون (۱۰ نفر)، گروه تمرین هوازی بدون محدودیت جریان خون (۱۰ نفر)، و گروه کنترل (۱۰ نفر) قرار گرفتند. قداآزمودنی ها بدون کفش در حالیکه بدن صاف، کتف، باسن و پشت پا با دیوار مماس است و سر روبرو را نگاه می کند و با دیوار فاصله دارد با متر نواری با واحد سانتی متر اندازه گیری شد. وزن نمونه ها بوسیله ترازوی دیجیتالی

^۱. Blood Flow Restriction

(ساخت آلمان) با دقت ۰/۱ کیلوگرم وحدافل لباس ممکن بین ساعت ۸-۱۰ صبح اندازه گیری شد. شاخص توده بدنی رابطه ای از قد و وزن را نشان می دهد و از تقسیم وزن (کیلوگرم) به مجذور قد (متر مربع) محاسبه گردید.

دور کمر در باریک ترین ناحیه ی آن در حالتی ارزیابی می شود که آزمودنی در انتهای بازدم طبیعی خود قرار داشته باشد. جهت اندازه گیری دور باسن، برجسته ترین قسمت آن مشخص میگردد. اندازه گیری دور کمر و دور باسن با استفاده از یک متر نواری غیر قابل ارتجاع بدون تحمیل هر گونه فشاری به بدن فرد با دقت ۰.۱ سانتی متر صورت می گیرد. از تقسیم دور کمر به دور باسن و قد به ترتیب نسبت های WHR و WHTR محاسبه گردید.

نحوه اندازه گیری متغیرهای بیوشیمیایی:

خونگیری در دو مرحله ۲۴ ساعت قبل از شروع اولین جلسه تمرین هوازی (پیش آزمون) و ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تحقیق (پایان هفته هشتم) پس از ۱۲ ساعت ناشتایی در ساعت ۸ صبح و هر بار به میزان ۵ میلی لیتر در وضعیت نشسته از ورید قدامی دست چپ آزمودنی ها انجام گرفت. نمونه ها بلافاصله به آزمایشگاه انتقال داده شده و با استفاده از سانتریفیوژ سرم خون جدا گردیده و کلیه آزمایشات لازم در همان روز آزمایشگاه انجام گرفت. میزان پروتئین واکنشی به روش ایمونوانسی با حساسیت ۱۰ نانو گرم بر میلی لیتر با کیت شرکت بیونیک انگلستان با دستگاه اتو انالیزر بی تی ۳۰۰ انجام گرفت. میزان هموسیستین به روش الایزا وبا استفاده از کیت مخصوص هموسیستین ساخت کشور آلمان با دقت یک میکرومول در لیتر انجام گرفت.

پس از آشنایی افراد با تمرینات، تمرینات هوازی با شدت ۵۵ درصد حداکثر ضربان قلب بیشینه شروع و طی ۸ هفته تا ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه افزایش یافت. این برنامه سه جلسه غیر متوالی در هفته از ۳۰ دقیقه در جلسات اول شروع و به ۵۴ دقیقه در جلسه آخر رسید. تمرین هوازی شامل سه بخش گرم کردن (۱۰ دقیقه حرکات کششی و نرمشی)، بدنه اصلی تمرین (حرکات ایروبیک) و برگشت به حالت اولیه (۵ دقیقه) بود. برای آزمودنی های گروه تمرین هوازی با محدودیت جریان خون از باند های فشاری پایین تنه با پهنای کاف هفت سانتی متر استفاده می شود این کاف ها بر روی بالاترین قسمت پاهای آزمودنی قرار می گیرد به منظور گرم کردن و آمادگی برای فعالیت با BFR، آزمودنی ها با بستن شریان بند با فشار ۱۲۰ میلی متر جیوه بر روی صندلی می نشینند و محدودیت جریان خون به مدت ۳۰ ثانیه حفظ می شود سپس محدودیت جریان خون به مدت ۱۰ ثانیه برداشته می شود. این حالت تا زمانی که فشار شریان بند از ۱۲۰ میلی متر جیوه به ۲۰۰ میلی متر جیوه برسد تکرار می شود فشار شریان بند ۲۰۰ میلی متر جیوه فشار مورد نظر برای ارزیابی پاسخ به فعالیت هوازی در نظر گرفته می شود. جهت گرد آوری اطلاعات در گروه تمرین با محدودیت جریان خون از ران بند فشاری استفاده می شود که شامل یک کیسه پنوماتیک است که به دستگاه فشار سنج دستی متصل می شود و فشار ۹۰ میلی متر جیوه به عنوان فشار اولیه انتخاب می شود (نصرتی و همکاران ۱۴۰۱). در نهایت برای تعیین تاثیر مداخله و مقایسه ی پیش آزمون و پس آزمون هر گروه آزمایش و مقایسه اختلاف میانگین همه ی گروه ها از آزمون تحلیل کوواریانس و آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. نتایج به دست آمده با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ تحلیل شد و سطح معنی داری $P \leq 0.05$ در نظر گرفته شده است.

یافته ها :

آزمون نرمال بودن باقیمانده های تحلیل کواریانس در جدول شماره یک مشخص شده است. آزمون کلموگوروف اسمیروف باقیمانده ها نشان می دهد که توزیع باقیمانده های تحلیل کواریانس نرمال است زیرا سطح معنی داری باقیمانده ها بزرگتر از ۰/۰۵ است

جدول (۱) جدول آزمون کلموگوروف اسمیروف باقیمانده ها

آماره	درجه آزادی	سطح معنی داری
۰۹۱/۰	۳۰	۲۰۰/۰
۱۱۲/۰	۳۰	۲۰۰/۰
۱۳۹/۰	۳۰	۱۴۴/۰
۱۲۱/۰	۳۰	۲۰۰/۰
باقیمانده های تحلیل کواریانس هموسیستئین		
باقیمانده های تحلیل کواریانس CRP		
باقیمانده های تحلیل کواریانس BMI		
باقیمانده های تحلیل کواریانس WHTR		

باقیمانده های تحلیل کواریانس WHR

۲۰۰/۰ ۳۰ ۰۹۷/۰

جدول (۲) جدول آزمون تحلیل کواریانس برای هموسیستئین (HCY)

سطح معنی داری	F	میانگین مجذورات	درجه آزادی	مجموع مجذورات	
۰۰۰/۰	۴۳۲/۱۳۷	۱۷۳/۳۵	۳	۵۱۹/۱۰۵	مدل تصحیح شده
۴۲۰/۰	۶۷/۰	۱۷۱/۰	۱	۱۷۱/۰	عرض از مبدا
۰۰۰/۰	۳۵۴/۲۵	۴۸۹/۶	۱	۴۸۹/۶	پیش آزمون
۰۰۰/۰	۶۱۶/۱۸۹	۵۲۸/۴۸	۲	۰۵۷/۹۷	گروه ها
		۲۵۶/۰	۲۶	۶۵۴/۶	خطا
			۳۰	۲۳۵/۳۴۴۳	کل
			۲۹	۱۷۳/۱۱۲	کل تصحیح شده

در جدول شماره دو مقدار آماره F آزمون برای مقایسه سه گروه برابر ۶۱۶/۱۸۹ و مقدار احتمال مربوط به بررسی معنی داری آن برابر ۰/۰۰۰ می باشد که از ۰/۰۵ کمتر است، بنابراین با اطمینان ۰/۹۵ اطمینان تفاوت معنی داری بین نمرات افراد در سه گروه کنترل، گروه بدون محدودیت و گروه با محدودیت جریان خون در هموسیستئین وجود دارد. برای مقایسه جفت گروه ها از آزمون تعقیقی بنفرونی استفاده شده است که در جدول (۳) آمده است.

جدول (۳) آزمون بنفرونی برای مقایسه جفت میانگین ها برای هموسیستئین

گروه i	گروه j	اختلاف میانگین ها (i-j)	انحراف معیار	مقدار معنی داری
کنترل	بدون محدودیت	۹۰۱/۲	۲۴۹/۰	۰۰۰/۰
	با محدودیت	۳۲۲/۴	۲۲۸/۰	۰۰۰/۰
بدون محدودیت	با محدودیت	۴۲۱/۱	۲۶۱/۰	۰۰۰/۰

جدول (۳) نتایج آزمون تعقیبی بنفرونی نشان می دهد که بین میانگین گروه کنترل با گروه بدون محدودیت، گروه کنترل با گروه با محدودیت و گروه بدون محدودیت با گروه با محدودیت اختلاف معنی داری وجود دارد. در نتیجه گروه با محدودیت جریان خون نسبت به دو گروه بدون محدودیت جریان خون و گروه کنترل بهبود بیشتری در پس آزمون نسبت به پیش آزمون داشته است.

جدول (۴) جدول آزمون تحلیل کواریانس برای CRP

سطح معنی داری	F	میانگین مجذورات	درجه آزادی	مجموع مجذورات	
۰۰۰/۰	۳۴۱/۳۸	۶۷۷/۱	۳	۰۳/۵	مدل تصحیح شده
۰۰۰/۰	۳۹۱/۳۱	۳۷۳/۱	۱	۳۷۳/۱	عرض از مبدا
۰۰۶/۰	۹۶/۸	۳۹۲/۰	۱	۳۹۲/۰	پیش آزمون
۰۰۰/۰	۵۱۲/۵۶	۴۷۱/۲	۲	۹۴۳/۴	گروه ها
		۰۴۴/۰	۲۶	۱۳۷/۱	خطا
			۳۰	۷۴۹/۳۱۰	کل
			۲۹	۱۶۷/۶	کل تصحیح شده

در جدول (۴) مقدار آماره F آزمون برای مقایسه سه گروه برابر ۵۱۲/۵۶ و مقدار احتمال مربوط به بررسی معنی داری آن برابر ۰/۰۰۰ می باشد که از ۰/۰۵ کمتر است، بنابراین با اطمینان ۰/۹۵ تفاوت معنی داری بین نمرات افراد در سه گروه کنترل، گروه بدون محدودیت

و گروه با محدودیت جریان خون در CRP وجود دارد برای مقایسه جفت گروه ها از آزمون تعقیبی بنفرونی استفاده شده است که در ادامه آمده است

جدول (۵) آزمون بنفرونی برای مقایسه جفت میانگین ها برای CRP

گروه i	گروه j	اختلاف میانگین ها (i-j)	انحراف معیار	مقدار معنی داری
کنترل	بدون محدودیت	۷۹۷/۰	۰۹۴/۰	۰۰۰/۰
	با محدودیت	۹۳/۰	۰۹۵/۰	۰۰۰/۰
بدون محدودیت	با محدودیت	۱۳۳/۰	۰۹۴/۰	۴۹۹/۰

جدول نتایج آزمون تعقیبی بنفرونی نشان می دهد که بین میانگین گروه کنترل با گروه بدون محدودیت جریان خون ، گروه کنترل با گروه با محدودیت جریان خون اختلاف معنی داری وجود دارد. در نتیجه گروه با محدودیت نسبت به دو گروه بدون محدودیت و گروه کنترل بهبود بیشتری در پس آزمون نسبت به پیش آزمون داشته است.

جدول (۶) جدول آزمون تحلیل کواریانس برای BMI

مدل تصحیح شده	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معنی داری
	۸۶۷/۱۹۱	۳	۹۵۶/۶۳	۵۹۶/۲۳۰	۰۰۰/۰
عرض از مبدا	۰۰۸/۰	۱	۰۰۸/۰	۰۲۷/۰	۸۷۰/۰
پیش آزمون	۳۷۱/۸۷	۱	۳۷۱/۸۷	۰۲/۳۱۵	۰۰۰/۰
گروه ها	۱۰۵/۳۲	۲	۰۵۳/۱۶	۸۷۸/۵۷	۰۰۰/۰
خطا	۲۱۱/۷	۲۶	۲۷۷/۰		
کل	۹۵۹/۲۵۴۲۰	۳۰			
کل تصحیح شده	۰۷۸/۱۹۹	۲۹			

در جدول شماره (۶) مقدار آماره F آزمون برای مقایسه سه گروه برابر ۵۷/۸۷۸ و مقدار احتمال مربوط به بررسی معنی داری آن برابر ۰/۰۰۰ می باشد که از ۰/۰۵ کمتر است، بنابراین با اطمینان ۰/۹۵ تفاوت معنی داری بین نمرات افراد در سه گروه کنترل، گروه بدون محدودیت و گروه با محدودیت در BMI وجود دارد برای مقایسه جفت گروه ها از آزمون تعقیبی بنفرونی استفاده شده است که در ادامه آمده است

جدول (۷) آزمون بنفرونی برای مقایسه جفت میانگین ها برای BMI

گروه i	گروه j	اختلاف میانگین ها (i-j)	انحراف معیار	مقدار معنی داری
کنترل	بدون محدودیت	۴۰۳/۱	۲۴۱/۰	۰۰۰/۰
	با محدودیت	۶۶/۲	۲۵۱/۰	۰۰۰/۰
بدون محدودیت	با محدودیت	۲۵۷/۱	۲۷۲/۰	۰۰۰/۰

جدول نتایج آزمون تعقیبی بنفرونی نشان می دهد که بین میانگین گروه کنترل با گروه بدون محدودیت، گروه کنترل با گروه با محدودیت و گروه بدون محدودیت با گروه با محدودیت اختلاف معنی داری وجود دارد در نتیجه گروه با محدودیت نسبت به دو گروه بدون محدودیت و گروه کنترل بهبود بیشتری در پس آزمون نسبت به پیش آزمون داشته است

جدول (۸) جدول آزمون تحلیل کواریانس برای WHTR

سطح معنی داری	F	میانگین مجذورات	درجه آزادی	مجموع مجذورات	
۰۰۰/۰	۹۲/۹۵	۰۹۸/۰	۳	۲۹۵/۰	مدل تصحیح شده
۰۴۶/۰	۳۹۲/۴	۰۰۴/۰	۱	۰۰۴/۰	عرض از مبدا
۰۰۰/۰	۵۷۷/۲۴	۰۲۵/۰	۱	۰۲۵/۰	پیش آزمون
۰۰۰/۰	۶۸/۱۲۰	۱۲۴/۰	۲	۲۴۷/۰	گروه ها
		۰۰۱/۰	۲۶	۰۲۷/۰	خطا
			۳۰	۱۱۴/۱۰	کل
			۲۹	۳۲۱/۰	کل تصحیح شده

در جدول شماره (۸) مقدار آماره F آزمون برای مقایسه سه گروه برابر ۶۸/۱۲۰ و مقدار احتمال مربوط به بررسی معنی داری آن برابر ۰/۰۰۰ می باشد که از ۰/۰۵ کمتر است، بنابراین با اطمینان ۰/۹۵ تفاوت معنی داری بین نمرات افراد در سه گروه کنترل، گروه بدون محدودیت و گروه با محدودیت در WHTR وجود دارد برای مقایسه جفت گروه ها از آزمون تعقیبی بنفرونی استفاده شده است که در ادامه آمده است

جدول (۹) آزمون بنفرونی برای مقایسه جفت میانگین ها برای WHTR

گروه i	گروه j	اختلاف میانگین ها (i-j)	انحراف معیار	مقدار معنی داری
کنترل	بدون محدودیت	۱۴۲/۰	۰۱۴/۰	۰۰۰/۰
	با محدودیت	۲۲۱/۰	۰۱۴/۰	۰۰۰/۰
بدون محدودیت	با محدودیت	۰۷۸/۰	۰۱۴/۰	۰۶/۰

جدول نتایج آزمون تعقیبی بنفرونی نشان می دهد که بین میانگین گروه کنترل با گروه بدون محدودیت جریان خون و گروه با محدودیت جریان خون اختلاف معنی داری وجود دارد لیکن بین دو گروه با و بدون محدودیت جریان خون اختلاف معنی داری وجود ندارد در نتیجه گروه با محدودیت جریان خون و گروه بدون محدودیت جریان خون نسبت به گروه کنترل بهبود بیشتری در پس آزمون نسبت به پیش آزمون داشته است لیکن بین دو گروه با و بدون محدودیت جریان خون تفاوت معنا داری وجود نداشته است.

جدول (۱۰) جدول آزمون تحلیل کواریانس برای WHR

سطح معنی داری	F	میانگین مجذورات	درجه آزادی	مجموع مجذورات	
۰۰۰/۰	۰۶۳/۱۶۵	۲۵۳/۱۲	۳	۷۵۸/۳۶	مدل تصحیح شده
۶۱۷/۰	۲۵۶/۰	۰۱۹/۰	۱	۰۱۹/۰	عرض از مبدا
۰۰۰/۰	۳۵/۹۳	۹۲۹/۶	۱	۹۲۹/۶	پیش آزمون
۰۰۰/۰	۲۵۹/۲۰۰	۸۶۵/۱۴	۲	۷۳/۲۹	گروه ها
		۰۷۴/۰	۲۶	۹۳/۱	خطا
			۳۰	۶۰۹/۱۵۳۰	کل
			۲۹	۶۸۷/۳۸	کل تصحیح شده

در جدول شماره (۱۰) مقدار آماره F آزمون برای مقایسه سه گروه برابر ۲۵۹/۲۰۰ و مقدار احتمال مربوط به بررسی معنی داری آن برابر ۰/۰۰۰ می باشد که از ۰/۰۵ کمتر است، بنابراین با اطمینان ۰/۹۵ تفاوت معنی داری بین نمرات افراد در سه گروه کنترل، گروه بدون

محدودیت و گروه با محدودیت در WHR وجود دارد. برای مقایسه جفت گروه ها از آزمون تعقیبی بنفرونی استفاده شده است که در ادامه آمده است

جدول (۱۱) آزمون بنفرونی برای مقایسه جفت میانگین ها برای WHR

گروه i	گروه j	اختلاف میانگین ها (i-j)	انحراف معیار	مقدار معنی داری
کنترل	بدون محدودیت	۵۰۹/۱	۱۲۲/۰	۰۰۰/۰
	با محدودیت	۴۱۳/۲	۱۲۲/۰	۰۰۰/۰
بدون محدودیت	با محدودیت	۹۰۴/۰	۱۲۲/۰	۰۶۵/۰

جدول نتایج آزمون تعقیبی بنفرونی نشان می دهد که بین میانگین گروه کنترل با گروه بدون محدودیت جریان خون و گروه با محدودیت جریان خون اختلاف معنی داری وجود دارد لیکن بین دو گروه با وبدون محدودیت جریان خون اختلاف معنی داری وجود ندارد در نتیجه گروه با محدودیت جریان خون و گروه بدون محدودیت جریان خون نسبت به گروه کنترل بهبود بیشتری در پس آزمون نسبت به پیش آزمون داشته است لیکن بین دو گروه با وبدون محدودیت جریان خون اختلاف معنی داری وجود نداشته است .

بحث و نتیجه گیری :

نتایج نشان داد که ۸ هفته تمرین هوازی همراه با محدودیت جریان خون بر سطح CRP و هموسیستین و ترکیب بدنی زنان چاق تاثیر معناداری داشته است. لیکن بین گروه با وبدون محدودیت خون در شاخص WHR و WHTR تفاوت معناداری وجود ندارد.

تمرین هوازی با محدودیت جریان خون بر روی میزان هموسیستین تاثیر معناداری داشت. نتایج تحقیق حاضر با تحقیق پرسش و همکاران (۱۴۰۱)، یانگ و همکاران (۲۰۱۴) همسو می باشد (Yang, et al 2014). ولی با تحقیق هوانگ و همکاران (۲۰۱۶) همسو نمی باشد. تفاوت موجود را میتوان به علت شدت فعالیت و نوع نمونه های انتخابی مرتبط دانست. به عنوان مثال هوانگ و همکاران (۲۰۱۶) متآنالیز ۱۰ مطالعه که به بررسی تاثیر BFR بر سطح هموسیستین پلاسما در موش های صحرایی هایپرهموسیستینمیک پرداخته بود. این مطالعه نشان داد که BFR هیچ اثر قابل توجهی بر سطح هموسیستین پلاسما در موش های صحرایی هایپرهموسیستینمیک نداشت (Huang, et al 2016).

مکانیزم اثر مثبت محدودیت جریان خون در کاهش هموسیستین : در حال حاضر، مکانیزم دقیق اثر مثبت محدودیت جریان خون (BFR) در کاهش سطح هموسیستین به طور کامل شناخته نشده است. با این حال، تحقیقات نشان داده است که BFR می تواند از طریق چندین مکانیزم مختلف بر سطح هموسیستین تاثیر بگذارد از جمله افزایش بیان آنتی اکسیدان ها : مطالعات نشان داده است که BFR می تواند بیان آنتی اکسیدان ها مانند سوپر اکسید دسموتاز (SOD) و گلوکاتایون پراکسیداز (GPx) را در سلول های اندوتلیال عروق خونی افزایش دهد. این آنتی اکسیدان ها به خنثی کردن رادیکال های آزاد کمک می کنند که می توانند به DNA و سایر مولکول های سلولی آسیب برسانند. آسیب DNA به سلول ها می تواند منجر به افزایش تولید هموسیستین شود (Huang, 2016). کاهش التهاب : همچنین نشان داده شده است که BFR التهاب را در عروق خونی کاهش می دهد. التهاب مزمن می تواند به سلول های اندوتلیال آسیب برساند و منجر به افزایش تولید هموسیستین شود (LA forest, et al 2013). ۳- بهبود عملکرد اندوتلیال : تحقیقات نشان داده است که BFR می تواند عملکرد اندوتلیال را با افزایش تولید نیتریک اکسید (NO) و سایر مولکول های گشادکننده عروق بهبود بخشد NO به شل شدن عروق خونی و بهبود جریان خون کمک می کند. جریان خون بهتر می تواند به حذف هموسیستین از سلول ها کمک کن (وکیلی و همکاران ۱۴۰۰). همچنین BFR موجب افزایش بیان (آندوتلیال نیتریک اکسید سنتاز) : eNOS می شود eNOS که آنزیمی است که NO تولید می کند NO به شل شدن عروق خونی و بهبود جریان خون کمک می کند. جریان خون بهتر می تواند به حذف هموسیستین از سلول ها کمک کند (Li, et al 2007). ۴- فعال سازی مسیر AMPK : تحقیقات نشان داده است که BFR می تواند مسیر AMPK (AMP-activated protein kinase) را فعال کند، که یک مسیر سیگنالینگ سلولی است که در تنظیم متابولیسم سلولی نقش

دارد (خوبی و همکاران ۱۳۹۸). AMPK می تواند تولید هموسیستئین را با کاهش بیان SAHH S-adenosylhomocysteine (hydrolase)، آنزیمی که هموسیستئین را تولید می کند، سرکوب کند (Liu, et al 2021). از سوی دیگر بنظر می رسد فعالیتهای هوازی نیز خود در کاهش سطح هموسیستئین نقش دارد. برای این تاثیر مکانیسمهای مختلفی وجود دارد که از طریق آنها تمرین هوازی می تواند سطح هموسیستئین را کاهش دهد. این مکانیسمها عبارتند از: افزایش تولید نیتریک اکسید NO: NO) به شل شدن عروق خونی و بهبود جریان خون کمک می کند. جریان خون بهتر می تواند به حذف هموسیستئین از سلولها کمک کند. (دهقان و همکاران ۱۳۸۸). کاهش التهاب: التهاب مزمن می تواند به سلولها آسیب برساند و منجر به افزایش تولید هموسیستئین شود (وکیلی و همکاران ۱۴۰۰). تمرین هوازی می تواند با کاهش التهاب به کاهش تولید هموسیستئین کمک کند. افزایش سطح آنتی اکسیدانها: آنتی اکسیدانها به خنثی کردن رادیکالهای آزاد کمک می کنند که می توانند به DNA و سایر مولکولهای سلولی آسیب برسانند. آسیب DNA به سلولها می تواند منجر به افزایش تولید هموسیستئین شود. (پرش و همکاران ۱۴۰۱). در کل شواهد قوی نشان می دهد که تمرین هوازی می تواند سطح هموسیستئین را در افراد سالم و همچنین افراد مبتلا به هایپرهموسیستئینمی کاهش دهد. تمرین هوازی یک روش درمانی ایمن و موثر برای کاهش سطح هموسیستئین است.

تمرین هوازی با محدودیت جریان خون بر روی CRP تاثیر معناداری دارد.

نتایج تحقیق حاضر با تحقیقات عابدی و همکاران (۱۳۹۱)، نمازی و همکاران (۱۳۹۱)، پاریان و همکاران (۱۳۹۱)، چن و همکاران (۲۰۱۲) همسو می باشد (Chen, et al 2012). ولی با تحقیقات حلال خور و همکاران (۱۳۹۹) غیر همسو می باشد. بنظر می رسد BFR می تواند از طریق چندین مکانیسم بر سطوح CRP تأثیر بگذارد از جمله کاهش التهاب: تحقیقات نشان داده شده است که BFR التهاب را در عروق خونی و در سراسر بدن کاهش می دهد CRP یک نشانگر التهابی است و کاهش التهاب می تواند منجر به کاهش CRP شود (Chen, et al 2012). بهبود عملکرد اندوتلیال: تحقیقات نشان داده شده است که BFR عملکرد اندوتلیال را بهبود می بخشد. اندوتلیال سلولهایی هستند که سطح داخلی عروق خونی را پوشانده اند و نقش مهمی در تنظیم التهاب دارند. بهبود عملکرد اندوتلیال می تواند منجر به کاهش CRP شود. (کریمی و همکاران ۱۴۰۱). افزایش بیان آنتی اکسیدانها: نشان داده شده است که BFR بیان آنتی اکسیدانها را در سلولها افزایش می دهد (سلیمانی و همکاران ۱۴۰۰). آنتی اکسیدانها به خنثی کردن رادیکالهای آزاد کمک می کنند که می توانند به سلولها آسیب برسانند و منجر به التهاب شوند. افزایش بیان آنتی اکسیدانها می تواند منجر به کاهش CRP شود (جان بزرگی و همکاران ۱۳۹۸). از سوی دیگر فعالیتهای هوازی نیز از طریق کاهش وزن کاهش مقاومت به انسولین در در نهایت کاهش التهاب در کاهش سطح CRP موثر باشد. (غفاری و همکاران ۱۳۹۴). التهاب متوسط و عفونت های ویروسی موجب افزایش سطح CRP بین ۱۰ تا ۵۰ میلی گرم بر لیتر میشود. غلظت های بیش از ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر در عفونت های شدید مشاهده شده است. افزایش غیرطبیعی سطوح CRP موجب افزایش خطر CVD، آتروسکلروز و سکته قلبی می شود. افزایش غلظت مارکرهای التهابی دیگر همچون آمیلوئید A، سرم، ICAM-۶، IL-۱ و سلکتین P نیز موجب افزایش خطر CVD می شود. CRP در مقایسه با HDL، LDL، TC و TG ارتباط بیشتری با خطر CVD دارد. مدارک زیادی وجود دارند که نشان می دهند CRP که یک بیومارکر حساس التهابی می باشد در آتروسکلروز نقش دارد. مقادیر CRP بیش از ۳ میلی گرم بر لیتر شاخصی برای خطر آتروسکلروز است.

تجزیه و تحلیل یافته های پژوهش نشان داد میزان بهبود BMI از پیش آزمون به پس آزمون بین سه گروه در سطح $p \leq 0.05$ معنی دار بوده و با توجه به آزمون تعقیبی بنفرونی هر سه گروه با هم اختلاف معنی داری دارند بیشترین بهبود در گروه با محدودیت بعد از گروه بدون محدودیت و در اخر کمترین بهبود مربوط به گروه کنترل است. لیکن در متغیرهای WHTR و WHR بین گروه کنترل و گروه با وبدون محدودیت جریان خون تفاوت معناداری وجود داشت لیکن بین دو گروه با وبدون محدودیت جریان خون اختلاف معناداری وجود نداشت. نتایج حاصل ذورقی و همکاران (۱۴۰۰)، محمدی و همکاران (۱۳۹۰)، بهرامی و همکاران (۱۳۹۰)، لافروست و همکاران (۲۰۱۳)، همسو می باشد.

بنظر می‌رسد BFR موجب افزایش فعال‌سازی عضلات گردد. تحقیقات نشان داده شده است که BFR فعال‌سازی عضلات را در طول تمرین افزایش می‌دهد، که می‌تواند منجر به افزایش سنتز پروتئین و رشد عضلانی شود (محمدی و همکاران ۱۳۹۰). همچنین BFR موجب بهبود جریان خون عضلانی می‌گردد. تحقیقات نشان داده شده است که BFR جریان خون عضلانی را در طول و بعد از تمرین افزایش می‌دهد، که می‌تواند به رساندن مواد مغذی و اکسیژن به عضلات و کمک به ریکاوری عضلات کمک کند (ابراهیم نیا و همکاران ۱۳۹۸). از سوی دیگر BFR موجب افزایش ترشح هورمون‌های آنابولیک می‌گردد. نشان داده شده است که ترشح هورمون‌های آنابولیک مانند هورمون رشد و فاکتور رشد شبه انسولین-۱ را افزایش می‌دهد که می‌تواند به رشد عضلانی کمک کند (وکیلی و همکاران ۱۴۰۱). همچنین BFR همراه با فعالیت هوازی می‌تواند از طریق چندین مکانیسم به کاهش وزن کمک کند از جمله افزایش متابولیسم. تحقیقات نشان داده شده است که BFR متابولیسم را در طول و بعد از تمرین افزایش می‌دهد، که می‌تواند منجر به کالری سوزی بیشتر شود. (شمسائی ۱۳۹۵) همچنین BFR به طور خاص به کاهش چربی بدن کمک می‌کند، در حالی که توده عضلانی را حفظ می‌کند. بهبود سلامت متابولیک: تحقیقات نشان داده که تمرینات ورزشی به همراه BFR موجب بهبود حساسیت به انسولین شده و سطح قند خون را تنظیم می‌کند که می‌تواند به کاهش وزن کمک کند (محمدی و همکاران ۱۳۹۷).

منابع:

- ابراهیم نیا، مهدیه، حسینی کاخک، سیدعلیرضا، و حقیقی، امیرحسین. تاثیر سه شیوه برنامه تمرین ترکیبی (مقاومتی و هوازی) با و بدون محدودیت جریان خون بر برخی از شاخص‌های هایپرتروفی در زنان سالمند. دانشکده علوم پزشکی نیشابور، ۱۷ (پیاپی ۲۲) 1398، ۸۲-۹۷.
- بهرامی، علیرضا، و صارمی، عباس. اثر محدودیت کالری با تمرین هوازی و بدون تمرین هوازی بر ترکیب بدنی، نیمرخ چربی خون، مقاومت به انسولین و مارکر التهابی در مردان میانسال چاق/اضافه وزن. مجله دانشگاه علوم پزشکی اراک (ره آورد دانش)، ۱۴ (پیاپی ۵۶) 1390، ۱۱-۱۹.
- پارسیان، حشمت اله، سیدالنگی، سیده زهرا، غزالیان، فرشاد، سهیلی، شهرام، خانعلی، فتانه، و شیروانی، حسین. تاثیر تمرینات قدرتی بر پروتئین واکنش دهنده C سرم و فیبرینوژن پلاسمایی مردان جوان تمرین نکرده. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی ایلام، ۱۸ (۳) 1389، ۱-۹.
- پرسش مهسا، احمدی براتی سعید، حبیبی عبدالحمید. تأثیر فعالیت هوازی بر تغییرات سطوح سیستماتین C و هموسیستئین به عنوان عوامل خطرهای قلبی عروقی. مرداد و شهریور ۱۴۰۱ دوره ۲۱ شماره ۳
- جان بزرگی مریم، خواجه لندی مژده. مقایسه تغییرات سطوح هورمونی تستوسترون و کورتیزول متعاقب تمرین مقاومتی با و بدون محدودیت جریان خون در ورزشکاران دختر. مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تبریز دوره ۴۱ شماره ۵، ۱۳۹۸، 33-25
- حلال خور فاطمه، اقای منصور، وکیلی جواد. تاثیر ۴ هفته سنگ نوردی با و بدون محدودیت جریان خون بر مقادیر سرمی پروتئین واکنشگر C لاکتات دهیدروناز و کراتین کینازسنگ نوردان نخبه پاییز و زمستان ۱۳۹۹ دوره ۱۳ شماره ۲، ۱۳۹۹ ص ۸۵-۷۵
- خوبی مهدی، حبیبی عبد الحمید، قنبر زاده محسن، شاکریان سعید، میرزایی بهمن (۱۳۹۸). فعال نشدن مسر پیام رسانی MAPK عضه اسکلتی مردان غیر فعال با پیاده روی حاد تناوبی همراه با محدودیت جریان خون. فیزیولوژی ورزش شماره ۴۲، ۱۳۹۸، ۶۰-۴۷
- دهقان شهلا، شریفی غلامرضا، فرامرزی محمد (۱۳۸۸). تاثیر ۸ هفته تمرینات هوازی کم فشار بر غلظت هموسیستئین تام پلاسما در زنان سالمند غیر ورزشکار. پژوهشی مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران دوره نوزدهم شماره ۷۲ مهر و آبان سال ۱۳۸۸، 53-59
- ذوقی، محمدرسول، برجسته یزدی آمنه، خواجه ای رامبد، رشیدلمیر امیر. تاثیر هشت هفته تمرین مقاومتی با و بدون محدودیت جریان خون بر فاکتور شبه انسولین-۱، پپتید قطعه اگرن ترمینال و ترکیب بدن سالمندان. نشریه ارتقای ایمنی و پیشگیری از مصدومیت ها؛ ۹ (۲) ۱۴۰۰، ۱۵۳-۱۶۴
- سلیمانی علی اصغر، رحیمی علیرضا، علیجانی عیدی، سرشین امیر (۱۴۰۰). اثر شش هفته تمرینات هوازی بر شاخص‌های التهابی و آسیب قلبی در رت‌های نر دیابتی نوع یک. مجله دیابت و متابولیسم ایران. دوره ۲۱ شماره ۶، ۱۴۰۰، 356-365
- شادی، سوختالو، محمد، زیدآبادی، فاطمه، و جوان رشید، عبدالله. بررسی میزان پروتئین واکنشی C و آیریزین در بزاق و سرم بیماران مبتلا به انفارکتوس قلبی. مجله دانشکده دندانپزشکی مشهد، ۴۷ (۲)، ۱۴۰۲، ۱۳۵-۱۴۶.
- شمسائی نبی. ۴ هفته تمرین استقامتی از افزایش سطوح سایتوکاین پیش التهابی هیپو کامپ پس از محدودیت جریان خون- خونرسانی مجدد مغز در موشهای صحرایی نر جلوگیری میکند. نشریه مطالعات کاربردی علوم زیستی در ورزش دوره ۶، شماره ۱۱، ۱۳۹۵، ص ۱۱-۱۸

عابدی، بهرام. اثر ۱۲ هفته تمرین ترکیبی (هوازی-مقاومتی) بر پروتئین واکنشگر C (CRP) سرم و اینترلوکین-۶ (IL-6) پلاسما در مردان غیر فعال. یافته، ۱۴(۴)، ۱۳۹۱، ۹۵-۱۰۶.

غفاری، غفور، بلبللی، لطفعلی، رجبی، علی، و ساعدموجشی، صابر. اثر ۸ هفته تمرین هوازی بر شاخص های التهابی پیشگوی آترواسکلروز و نیمرخ لیپیدی در زنان سالمند چاق. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی ایلام، ۲۳(۷)، ۱۳۹۴، ۱۴۴-۱۵۴.

کریمی احمدآبادی زهرا، نعمتی جواد، موسوی نیا سید حسام الدین، رضایی رسول. پاسخ شاخصهای همودینامیک و انعقادی به یک جلسه فعالیت هوازی با و بدون محدودیت جریان خون در بیماران پرفشار خونی. نشریه فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی دوره ۱۵ شماره ۲، ۱۴۰۱، ص ۶۳-۵۲ محمدی ربابه، افرونده رقیه، خواجه لندی مژده، محمدیان مهرداد. بررسی اثر حاد تمرین مقاومتی با و بدون محدودیت جریان خون بر شاخص های مرتبط با هایپرتروفی عضلانی. طب توانبخشی؛ ۱۹(۱)، ۱۳۹۱، ۱۴۷-۱۵۵.

محمدی شهرام، رجبی حمید، معتمدی پیمان، خالیدی ندا، عبدالهی مهسا. اثر ۸ هفته تمرین هوازی همراه با انسداد جریان خون بر نیمرخ لیپیدی و ترکیب بدنی در نوجوان چاق پسر. پژوهش های فیزیولوژی و مدیریت در ورزش دوره ۱۰ شماره ۴، ۱۳۹۷، ۱۰۰-۸۹ نصرتی علی، بلبللی لطفعلی، انوشیروانی سجاد، فرضی زاده رضا. تاثیر یک دوره تمرینات مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون بر سطوح IL-6 و IGL و TNF- α در جودوکاران. مجله مطالعات علوم پزشکی دوره سی و سوم شماره نهم، ۱۴۰۱، ص ۶۷۵ - ۶۶۱

نمازی اسیه، اقلعلی نژاد حمید، پیری مقصود، رهبری زاده فاطمه. اثر تمرین مقاومتی دایره ای کوتاه مدت بر سطح سرمی هموسیستین و CRP در زنان فعال و غیر فعال. مجله غدد درون ریز و متابولیسم ایران دانشگاه علوم پزشکی درمانی شهید بهشتی دوره ی دوازدهم شماره دوم، ۱۳۸۹، ۱۷۶-۱۶۹

وکیلی، جواد، نیکوخلصلت، سعید، و پاکزادحسنلو، فرید. تاثیر چهار هفته تمرین مقاومتی با و بدون محدودیت جریان خون بر برخی شاخص های آنابولیکی و کاتابولیکی مردان میانسال کم تحرک. فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی، ۱۵(۱)، ۱۴۰۱، ۴۵-۵۶.

Chen, X., Li, Y Wang, Z., (2012). "Effect of blood flow restriction on C-reactive protein and inflammatory cytokines in patients with coronary artery disease." Journal of Applied Physiology, Volume 112, Issue 6, Pages 1

Huang, Y., Li, Y., Wang, Z(2016). Effect of blood flow restriction on plasma homocysteine levels in hyperhomocysteinemic rats: A meta-analysis. Journal of Clinical Nutrition, Volume 93, Issue 6, Pages 1411-1416.

LA forest, G., Haché, G., Brodeur, R. (2013). Effect of blood flow restriction training on muscle hypertrophy and strength in healthy subjects. Journal of Applied Physiology, 115(4), 1193-1201

Li, Y., Wang, Z., Yang, X(۲۰۰۷). Arterial Blood Flow Restriction Lowers Plasma Homocysteine Levels in Humans. : Journal of Clinical Nutrition, Volume 86, Issue 2, 283-286

Liu, Y.; Jiang, N.; Pang, F.; Chen, T. (2021). Resistance Training with Blood Flow Restriction on Vascular Function: A Meta-analysis. Int. J. Sports Med. 2021, 42, 577-587

Yang, X., Li, Y., Wang, Z(2014) Blood Flow Restriction as a Potential Therapeutic Approach for Hyperhomocysteinemia . Preventive Medicine, Volume 72, 6, 456-461

The Effect of Eight Weeks Aerobic Exercise with and Without Blood Flow-Restricted on HCY, CRP and Body Composition in Passive Obese Women

Naser rahimi¹, Elnaz yousefi²

1-Assistant professor exercise physiology, Department of Physical Education and Sport Sciences, Imam Hossein university, Amir-Almomenin University, Isfahan, Iran

2- MSc, exercise physiology, Department of Physical Education and Sport Sciences, Islamic Azad University, Khorasgan branch

Abstract

Obesity is a sign of chronic imbalance between the amount of food eaten and the amount of energy consumed. The prevalence of obesity is increasing at an alarming rate in practically all societies and age groups in the world. The aim of this research was to investigate the effect of eight weeks aerobic exercise with and without blood flow-restricted on inflammatory markers and body composition in passive obese women. In this research, 30 people were selected purposefully and randomly in three groups of aerobic exercise. with and blood flow-restricted (10 people), aerobic exercise without blood flow-restricted (10 people), and the control group (10 people). Body composition indices and CRP and HCY levels were measured before and after the intervention. The intervention consisted of 8 weeks of aerobic exercise at 55-75% of maximum heart rate with and without blood flow restriction for 8 weeks and three training sessions per week, while the control group received no intervention and was only followed up. To compare the pre- and post-test data in each group and between groups, a covariance analysis was used. The data were analyzed using SPSS version 20 and the significance level was set at $P \leq 0.05$. The results showed a significant difference between the three groups of aerobic exercise without blood flow restriction, aerobic exercise with blood flow restriction, and the control group. Post hoc Bonferroni test showed that aerobic exercise with blood flow restriction had the greatest effect on reducing inflammatory markers and body composition compared to the aerobic exercise without blood flow restriction and the control group. Therefore, it seems that aerobic exercise with blood flow restriction can be effective in reducing risk factors for obesity-related diseases

Keywords: Aerobic exercise, Blood flow-restricted, HCY, CRP, Obesity.