

علوم زیستی ورزشی - تابستان ۱۳۹۶  
دوره ۹، شماره ۲، ص: ۲۰۷ - ۱۹۵  
تاریخ دریافت: ۹۴ / ۰۵ / ۰۱  
تاریخ پذیرش: ۹۴ / ۰۸ / ۲۳

## اثر کوتاه مدت دو نوع تمرین تناوبی با شدت بالا بر سطح پلاسمایی $TNF-\alpha$ ، $IL-6$ و $CRP$ و نیمرخ لیپیدی زنان دارای اضافه وزن

محمد شریعت زاده جنیدی<sup>۱\*</sup> - زینب مقدم<sup>۲</sup> - لیلا ملکی<sup>۳</sup> - الهام کشاورز<sup>۴</sup> -  
مهدی هدایتی<sup>۵</sup>

۱. استادیار پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی، ۲. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزش دانشگاه آزاد کرج، ۳. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزش دانشگاه آزاد ساری، ۴. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزش دانشگاه آزاد ساری، ۵. دانشیار بیوشیمی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

### چکیده

هدف از پژوهش حاضر، بررسی تأثیر چهار هفته تمرین تناوبی با شدت بالا با تحمل وزن و بدون تحمل وزن بر عوامل التهابی  $CRP$ ،  $TNF-\alpha$ ،  $IL-6$  و نیمرخ لیپیدی به عنوان عوامل پیشگیری احتمال ابتلا به بیماری قلبی-عروقی در زنان دارای اضافه وزن بود. شانزده زن غیرورزشکار (سن  $30 \pm 5$  سال، وزن  $75/48 \pm 13/11$  کیلوگرم، قد  $165/50 \pm 2/59$  سانتی متر و شاخص توده بدنی  $27/73 \pm 4/20$  کیلوگرم بر متر مربع) داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند. آزمودنی‌ها در دو گروه تمرین تناوبی با شدت بالا (آزمون بی‌هوازی رست) و آزمون بی‌هوازی وینگیت به صورت تصادفی تقسیم شدند، و به مدت ۴ هفته و هفته‌ای ۳ جلسه (بین ۳ تا ۶ آزمون رست یا وینگیت در هر جلسه) تمرینات خود را انجام دادند. ۲۴ ساعت قبل و ۲۴ ساعت پس از پایان تمرینات نمونه‌های خونی از آزمودنی‌ها گرفته شد و نتایج با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف، تحلیل کوواریانس و  $t$  وابسته در سطح معناداری  $P < 0/05$  تجزیه و تحلیل شد. نتایج کاهش معنادار میزان پلاسمایی  $TNF-\alpha$ ،  $IL-6$  و  $CRP$  و بهبود نیمرخ لیپیدی (به جز  $HDL-C$ ) را در هر دو گروه تمرینی نسبت به قبل از شروع تمرینات نشان داد ( $P < 0/05$ ). هرچند پس از دوازده جلسه تمرین، تفاوت معناداری بین دو گروه تمرینی در عوامل التهابی و نیمرخ لیپیدی اندازه‌گیری شده مشاهده نشد ( $P > 0/05$ )، نتایج بیانگر آن است که حتی دوره‌های کوتاه مدت تمرینات تناوبی با شدت بالا می‌تواند مقادیر عوامل التهابی مرتبط با بیماری‌های قلبی-عروقی را کاهش دهد، هرچند نوع تمرینات از منظر تحمل وزن یا بدون تحمل وزن تفاوت معناداری را ایجاد نمی‌کند.

### واژه‌های کلیدی

آزمون رست، آزمون وینگیت، تمرینات تناوبی با شدت بالا، عوامل التهابی.

## مقدمه

براساس نتایج مطالعات جدید شاخص‌های قلبی-عروقی سنتی (نیمرخ لیپیدی) به‌تنهایی در شناسایی و تشخیص بیماری‌های قلبی - عروقی دقت لازم را ندارند و سنجش شاخص‌های جدید از جمله عوامل التهابی در پیش‌بینی این بیماری سودمندتر است (۱۷). بافت چربی به‌عنوان یک اندام آندوکراین<sup>۱</sup> و پاراکراین<sup>۲</sup> اغلب سنتز و ترشح مجموعه‌ای از آدیپوسایتوکاین<sup>۳</sup>ها و میانجی‌های فعال زیستی مانند IL-6<sup>۴</sup>، CRP<sup>۵</sup>، TNF- $\alpha$ ، لپتین، آدیپونکتین و غیره را کنترل می‌کند، که نه تنها در کنترل تعادل وزن بدن نقش دارد، بلکه با تأثیر بر نیمرخ لیپیدی، سوخت‌وساز و عوامل التهابی، ارتباط مستقیمی با اضافه‌وزن، چاقی یا مقاومت انسولینی، دیابت و بیماری‌های قلبی - عروقی آتروژنیک دارد (۳۰).

اینترلوکین‌ها سایتوکاین‌های ساخته‌شده توسط گویچه‌های سفید خون هستند، که اغلب بر لوکوسیت‌های دیگر مؤثرند. این سایتوکاین توسط مونوسیت‌ها، ماکروفاژها، سلول‌های اندوتلیال، فیبروبلاست‌ها و سایر سلول‌ها در پاسخ به تحریکات التهابی ترشح می‌شوند (۲۳). اغلب سایتوکاین‌ها از جمله اینترلوکین -۶ (IL-6)، می‌توانند به‌عنوان مولکول‌های پیام‌رسان بین سلولی عمل کنند. این فرضیه وجود دارد که IL-6 نقش متابولیکی داشته (۱۹) و پس از اتصال به گیرنده سلول هدف، اثرات پیش و ضد التهابی دارد (۱۴). از طرف دیگر TNF- $\alpha$  در بین سایتوکاین‌ها، یک سایتوکاین التهاب‌زاست که اغلب توسط لنفوسیت‌ها و ماکروفاژها ترشح و به مقدار ناچیزی در بافت چربی انسان تولید می‌شود (۲۴).

CRP حساس‌ترین و قوی‌ترین شاخص التهابی پیشگوی بیماری‌های قلبی-عروقی است (۱۵). همچنین عامل نکروز تومور آلفا (TNF- $\alpha$ )، تولید اینترلوکین-۶ را تحریک می‌کند و IL-6 نیز محرک نیرومند تولید CRP کبدی است و پروتئین واکنش‌دهنده C با حساسیت زیاد، محرک پروتئین‌های فاز حاد هنگام التهاب از جمله فیبرینوژن است (۳۴).

مقدار این پروتئین در بیماری‌های حاد کرونری قلب نشانه نکروز یا التهاب بافت عضلانی قلب است و افزایش میزان آن با عوامل بعدی بیماری رابطه دارد (۲۳). بین سطوح این سایتوکاین‌ها و بیماری‌های

- 
1. Endocrine
  2. Paracrine
  3. Adipocytokines
  4. Interleukin 6
  5. tumor necrosis factor-alpha
  6. C-reactive protein

قلبی- عروقی ارتباط مهمی وجود دارد (۶). بنابراین با توجه به ارتباط قوی بین این عوامل التهابی و بروز بیماری قلبی- عروقی هر گونه مداخله‌ای که به کاهش این عوامل منجر شود، می‌تواند در پیشگیری یا کمک به بهبود روند درمان بیماری‌های قلبی-عروقی مؤثر باشد.

محققان ورزشی شیوه‌های مختلف فعالیت ورزشی و تمرین را برای پیشگیری یا کاهش عوامل خطر بیماری قلبی- عروقی مطالعه کرده‌اند (۳،۱۶). از بین شیوه‌های تمرینی، بیشتر مطالعات انجام‌گرفته در خصوص تأثیر فعالیت‌های ورزشی بر عوامل خطرزای قلبی- عروقی، از فعالیت‌های هوازی تداومی و اغلب بلندمدت در مطالعات خود استفاده کردند و اطلاعات زیادی در مورد آثار تمرینات بی‌هوازی یا تمرینات تناوبی با شدت بالا بر مقادیر نشانگرهای زیستی عوامل خطر قلبی- عروقی وجود ندارد.

برای مثال مولر<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۰) نشان دادند که دوازده هفته تمرین استقامتی سبب افزایش حساسیت به انسولین در زنان چاق و در عین حال سبب کاهش معناداری وزن، درصد چربی و شاخص‌های التهابی از جمله  $TNF-\alpha$  می‌شود (۷). گورا<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۷) نیز تأثیر دوازده هفته تمرینات ورزشی بر شاخص‌های التهابی در بیماران با ناتوانی قلبی مزمن را مطالعه و گزارش کردند، که برنامه تمرینی شامل روزانه ۳۰ دقیقه تمرین روی چرخ کارسنج با ۷۰ تا ۸۰ درصد  $HR\ max$  و پنج روز در هفته با کاهش معنادار عوامل التهابی همچون  $TNF-\alpha$  همراه بوده است (۱۸).

بیورز و همکاران (۲۰۱۰) در مقاله‌ای مروری در زمینه بررسی تأثیر فعالیت‌های ورزشی بر عوامل التهابی بیان کردند که فعالیت‌های ورزشی و تمرین هوازی در کاهش عوامل التهابی مؤثر است، به‌خصوص اگر افراد در ابتدای تمرین سطح پایه عوامل التهابی بالایی داشته باشند (۹).

همان‌گونه‌که بیان شد، مطالعات محدودی به بررسی تأثیر تمرینات تناوبی با شدت بالا بر عوامل التهابی پرداخته‌اند. در این زمینه هوانلو و همکاران (۱۳۹۰) در تحقیقی تأثیر دو نوع تمرین سرعتی-تناوبی و استقامتی- تداومی با شدت و حجم‌های مختلف را بر عوامل التهابی بررسی کردند. آزمون سرعتی- تناوبی شامل ۴-۶ و هله آزمون وینگیت، با حداکثر توان و ۴ دقیقه استراحت بین هر و هله از تمرین و تمرین استقامتی - تداومی شامل ۱۲۰-۹۰ دقیقه فعالیت با شدت ۶۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی روی چرخ کارسنج، سه روز در هفته و در مدت دو هفته بود. نتایج تفاوت معنادار بین سطوح فاکتورهای التهابی بین دو شیوه تمرینی نشان نداد (۳). در پژوهشی دیگر بوچان و همکاران پس

1. Muller

2. Guerra

از هفت هفته تمرین تناوبی شدید، کاهش غلظت اینترلوکین-۶ را در مردان غیرچاق نشان دادند (۱۱). یکی از شیوه‌های تمرینی رایج با هدف ارتقای سلامتی تمرین روی دوچرخه (بدون تحمل وزن) است و برخی افراد به دلایل مختلف از جمله مشکلات و دردهای مفصلی استفاده از دوچرخه را به جای سایر شیوه‌های تمرینی ترجیح می‌دهند. بررسی‌های محقق حاکی از آن است که به نظر می‌رسد تاکنون مطالعاتی به بررسی تأثیرات تمرینات تناوبی بی‌هوازی با شدت بالا همراه با تحمل وزن و بدون تحمل وزن (به‌عنوان شیوه‌های تمرینی رایج) بر سایتوکاین‌های التهابی و پروتئین‌های مرتبط با بیماری‌های قلبی-عروقی نپرداخته است. ضمن آنکه در مطالعات محدود انجام‌گرفته در خصوص تأثیر تمرینات تناوبی نتایج متناقضی مشاهده می‌شود. از این‌رو هدف از پژوهش حاضر، بررسی تأثیر چهار هفته تمرین تناوبی با شدت بالا با تحمل وزن و بدون تحمل وزن بر عوامل التهابی CRP، IL-6، TNF- $\alpha$  و نیمرخ لیپیدی در زنان دچار اضافه‌وزن بود.

## روش‌شناسی

تحقیق حاضر از نوع نیمه‌تجربی پیش‌آزمون - پس‌آزمون بود. جامعه آماری تحقیق حاضر، زنان ۲۵ تا ۳۵ ساله غیرفعال و دچار اضافه‌وزن در دسترس بود که از بین آنها شانزده نفر (سن  $30 \pm 5$  سال، وزن  $75/48 \pm 13/11$  کیلوگرم، قد  $165/50 \pm 2/59$  سانتی‌متر و شاخص توده بدنی  $27/73 \pm 4/20$  کیلوگرم بر متر مربع) به‌صورت داوطلبانه در دو گروه تمرینی ( $n=8$ ) به‌صورت تصادفی تقسیم شدند. جلسه آشنایی با آزمون یک هفته قبل از شروع آزمون اصلی انجام گرفت، که به آزمودنی‌ها در یک جلسه توجیهی اهداف تحقیق، چگونگی انجام فعالیت‌های ورزشی و برنامه زمان‌بندی تحقیق توضیح داده شد، و پس از آن آزمودنی‌ها آماده شرکت در تحقیق شدند. برنامه تمرینات در چهار هفته و در هر هفته سه جلسه به‌صورت منظم انجام گرفت.

تمرینات گروه‌های تمرین تناوبی با شدت بالا شامل اجرای آزمون بی‌هوازی RAST<sup>1</sup> شامل شش مرتبه دویدن با حداکثر سرعت در مسافت ۳۵ متر و استراحت ۱۰ ثانیه بین هر یک از این شش تکرار، دویدن بود. آزمودنی‌های این گروه در هفته‌های اول و دوم در هر جلسه سه آزمون رست با فاصله استراحتی ۵ دقیقه انجام دادند. در هفته‌های سوم و چهارم نیز به‌منظور اعمال اضافه‌بار ۴ و ۵ آزمون رست انجام گرفت.

1 . Running Based Anaerobic Sprint Test

آزمودنی‌های گروه دیگر تمرین تناوبی با شدت بالا آزمون بی‌هوازی وینگیت را روی چرخ کارسنج انجام دادند. در هفته‌های اول و دوم آزمودنی‌ها چهار مرتبه آزمون وینگیت را با فاصله استراحتی ۵ دقیقه انجام دادند. در هفته‌های سوم و چهارم نیز به ترتیب ۵ و ۶ آزمون وینگیت انجام گرفت. حجم زمانی تمرینات هر جلسه دو گروه تقریباً مشابه بود. شدت تمرینات از طریق تعیین ضربان قلب بیشینه برای هر کدام از آزمودنی‌ها و توسط ضربان‌سنج پلار کنترل شد. پیش از شروع تمرینات و پس از پایان برنامه اصلی تمرین مدت ۱۰ دقیقه برای گرم کردن و سرد کردن در نظر گرفته شد (۳).

مقدار ۵ میلی‌لیتر خون از ورید بازویی ۲۴ ساعت قبل از شروع اولین جلسه تمرین و ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین در وضعیت ناشتا توسط تکنیسین آزمایشگاهی جمع‌آوری شد. سپس نمونه‌های خونی به مدت ۲۰ دقیقه با ۳۰۰۰ دور دقیقه سانتریفیوژ شده و مقادیر لیپیدها و لیپوپروتئین (-LDL، HDL، H، H، TG، تری‌گلیسیرید و کلسترول)،  $TNF-\alpha$ ،  $IL-6$  و  $CRP$  سرم با استفاده از روش آزمایشگاهی آنزیم ایمناسی (ELISA) و با استفاده از کیت (Monobind Inc, USA, product code: 3125-300) و پارس آزمون اندازه‌گیری شد.

در این تحقیق به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از آمار توصیفی و استنباطی استفاده شد. برای بررسی طبیعی بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف اسمیرنوف و برای بررسی تفاوت میانگین‌ها از آزمون  $t$  وابسته و تحلیل کوواریانس با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ در سطح معناداری آماری ( $P < 0.05$ ) استفاده شد.

## نتایج

جدول ۱ ویژگی‌های فردی آزمودنی‌های دو گروه رست و وینگیت در پیش‌آزمون و پس‌آزمون را نشان می‌دهد.

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها به تفکیک گروه‌ها

متغیر	آزمون	گروه رست	گروه وینگیت
قد (سانتی‌متر)		۱۶۵/۵۰ ± ۲/۵۹	۱۶۰/۵۰ ± ۵/۹۲
وزن (کیلوگرم)	پیش‌آزمون پس‌آزمون	۷۵/۴۸ ± ۱۳/۱۱ ۷۴/۵۳ ± ۱۲/۷۶	۷۶/۰۰ ± ۲۱/۷۷ ۷۵/۵۳ ± ۲۲/۷۸
BMI (کیلوگرم بر متر مربع)	پیش‌آزمون پس‌آزمون	۲۷/۷۳ ± ۴/۲۰ ۲۷/۵۰ ± ۴/۳۵	۲۹/۶۸ ± ۸/۵۲ ۲۹/۳۳ ± ۸/۸۸

نتایج آزمون t وابسته برای مقایسه IL-6، TNF- $\alpha$  و CRP در هر دو گروه تمرین تناوبی آزمون رست و وینگیت در پیش آزمون و پس آزمون اختلافات معنادار را نشان داد ( $P < 0/05$ ) (جدول ۲).

جدول ۲. نتایج آزمون تی درون گروهی همبسته مقادیر CRP، TNF- $\alpha$ ، IL-6 در دو گروه تمرینی رست و وینگیت

ارزش P	میزان تغییرات	پس آزمون	پیش آزمون	گروه و متغیر
۰/۰۳۴*	-۱۹۵۳/۱۶ ± ۱۱۲۹/۵۰	۱۸۰۹/۰۰ ± ۲۷۸۴/۳۷	۳۷۶۲/۱۷ ± ۳۵۷۶/۵۱	رست CRP (نانوگرم/ میلی لیتر)
۰/۰۲۱*	-۱۵۱۴/۵۰ ± ۳۴۲۳/۵۶	۲۷۶۰/۸۳ ± ۲۴۴۶/۶۸	۴۲۷۵/۳۳ ± ۳۸۷۴/۰۳	وینگیت CRP (نانوگرم/ میلی لیتر)
۰/۰۲۵*	-۰/۳۳ ± ۰/۲۵	۳/۷۲ ± ۱/۳۷	۴/۰۵ ± ۱/۴۷	رست IL6 (پیکوگرم/ میلی لیتر)
۰/۰۰۱*	-۰/۵۱ ± ۰/۱۹	۳/۵۵ ± ۰/۵۰	۴/۰۷ ± ۰/۵۹	وینگیت IL6 (پیکوگرم/ میلی لیتر)
۰/۰۳۷*	-۴/۸۵ ± ۲/۱۸	۱۳/۴۱ ± ۳/۹۷	۱۸/۲۶ ± ۶/۱۵	رست TNF $\alpha$ (پیکوگرم/ میلی لیتر)
۰/۰۴۱*	-۲/۲۳ ± ۱/۲۶	۲۱/۸۰ ± ۲/۲۰	۲۴/۰۳ ± ۳/۴۶	وینگیت TNF $\alpha$ (پیکوگرم/ میلی لیتر)

\* - معناداری ( $P < 0/05$ )

نتایج آزمون‌های تحلیل کوواریانس برای مقایسه مقادیر پس آزمون IL-6، TNF- $\alpha$  و CRP بعد از تعدیل آن براساس مقادیر پیش آزمون اختلاف معنادار بین دو گروه تمرین تناوبی رست و وینگیت نشان نداد ( $P = 0/097$ )، TNF- $\alpha$  ( $P = 0/168$ ) و IL-6 ( $P = 0/670$ ). با توجه به نتایج می‌توان دریافت که هر دو نوع تمرین تناوبی با شدت بالا تأثیرات مشابهی بر کاهش مقادیر IL-6، TNF- $\alpha$  و CRP پس از ۱۲ جلسه تمرین داشته است.

نتایج آزمون t وابسته برای مقایسه نیمرخ لیپیدی و لیپوپروتئین‌ها در دو گروه تمرینی در پیش آزمون و پس آزمون به جز در عامل HDL-C تفاوت معناداری را نشان داد (جدول ۳).

جدول ۳. آمار توصیفی و نتایج آزمون‌های t همبسته برای مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون نیم‌مرخ لیپیدی و لیپوپروتئین‌ها دو گروه تمرین رست و وینگیت

گروه	نیم‌مرخ لیپیدی (میلی‌گرم بر دسی لیتر)	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	میزان تغییرات	مقایسه پیش و پس‌آزمون (t وابسته)
رست	LDL-C	۱۰۳/۸۳ ± ۲۵/۴۷	۸۸/۰۰ ± ۱۹/۰۰	-۱۵/۸۳ ± ۱۰/۱۴	۰/۰۱۲*
	HDL-C	۶۰/۰۲ ± ۱۴/۲۶	۵۸/۴۸ ± ۱۲/۷۹	-۲/۵۳ ± ۲/۰۲	۰/۰۹۸*
	کلسترول	۱۷۹/۵۰ ± ۳۸/۶۸	۱۵۴/۸۳ ± ۲۱/۸۳	-۲۴/۶۶ ± ۲۰/۲۳	۰/۰۳۱*
	تری‌گلیسیرید	۸۰/۵۰ ± ۱۹/۳۹	۷۲/۳۳ ± ۱۴/۲۵	-۸/۱۶ ± ۱۶/۱۴	۰/۰۲۷*
وینگیت	LDL-C	۱۰۹/۵۰ ± ۲۳/۵۳	۸۶/۰۰ ± ۱۷/۵۰	-۲۳/۵۰ ± ۱۴/۰۵	۰/۰۰۹*
	HDL-C	۵۲/۱۷ ± ۱۴/۰۵	۵۲/۰۵ ± ۱۲/۱۷	-۰/۱۲ ± ۳/۲۶	۰/۹۳۴*
	کلسترول	۱۸۰/۱۷ ± ۲۹/۳۵	۱۵۶/۰۰ ± ۱۴/۸۸	۲۴/۱۶ ± ۲۵/۴۹	۰/۰۴۸*
	تری‌گلیسیرید	۹۳/۰۰ ± ۳۴/۹۹	۸۸/۳۳ ± ۲۸/۹۳	-۴/۶۶ ± ۲۳/۲۱	۰/۴۴۳*

\*- معناداری ( $P < 0.05$ )

همچنین نتایج آزمون تحلیل کوواریانس برای بررسی مقادیر پس‌آزمون LDL-C، HDL-C، کلسترول و تری‌گلیسیرید تفاوت معناداری را بین دو گروه نشان نداد ( $P > 0.05$ ).

### بحث و نتیجه‌گیری

هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر کوتاه‌مدت دو نوع تمرین تناوبی با شدت بالا بر سطح پلاسمایی  $TNF-\alpha$ ،  $IL-6$  و CRP و نیم‌مرخ لیپیدی زنان دچار اضافه‌وزن بود. نتایج این پژوهش کاهش معنادار میزان پلاسمایی  $TNF-\alpha$ ،  $IL-6$  و CRP و بهبود نیم‌مرخ لیپیدی (به جز HDL-C) را در هر دو گروه تمرینی نسبت به قبل از شروع تمرینات نشان داد ( $P < 0.05$ ). هرچند پس از دوازده جلسه تمرین، تفاوت معناداری بین دو گروه تمرینی در عوامل التهابی و نیم‌مرخ لیپیدی اندازه‌گیری شده مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ).

شاخص‌های زیستی سنتی همچون نیم‌مرخ لیپیدی همراه با شاخص‌های زیست التهابی جدید ( $TNF-\alpha$ ،  $IL-6$ ، CRP) سیستم ایمنی در پیش‌بینی خطر بیماری‌های مزمن استفاده می‌شوند (۲۶).  $IL-6$  سایتوکاینی چندمنظوره است که نقش مهمی در تنظیم ایمنی و التهاب دارد (۶). هرچند سطوح این سایتوکاین هنگام فعالیت‌های ورزشی با توجه به شدت و مدت فعالیت ورزشی افزایش می‌یابد (۱۳)،

افزایش سطوح استراحتی آن با احتمال وقوع بیماری‌های قلبی-عروقی، دیابت نوع ۲ و حتی پوکی استخوان همراه است (۶). در مطالعه حاضر کاهش معنادار سطوح استراحتی IL-6 پس از چهار هفته تمرینات تناوبی بی‌هوازی با شدت بالا مشاهده شد. در مورد شدت و مدت مناسب برای کاهش عوامل التهابی و مشاهده تأثیرات ضد التهابی فعالیت بدنی، یافته‌های ضدونقیضی وجود دارد. اغلب برنامه‌های تمرینی که دارای شدت و مدت متوسط یا بالا هستند، اثر بیشتری بر متغیرهای التهابی دارند و موجب کاهش عوامل التهابی می‌شوند (۲۱). نتایج این پژوهش در خصوص کاهش اینترلوکین ۶ با نتایج پیرست و همکاران (۲۰۰۹) (۲۹) و اورتگا و همکاران (۲۰۱۰) (۲۵) همراستاست. در مقابل با یافته‌های آگوستو و همکاران (۲۰۱۲) (۵) و هوانلو و همکاران (۱۳۹۰) (۳)، که عدم کاهش معنادار IL-6 را گزارش کرده‌اند، ناهمسوست. در توضیح دلایل احتمالی این اختلاف با نتایج پژوهش آگوستو و همکاران (۲۰۱۲) باید گفت همان‌گونه که خود محقق در مقاله اشاره کرده است، باید به سطوح بسیار پایین این فاکتور التهابی قبل از شروع تمرین (در سطح افراد سالم و آماده) و جنسیت آزمودنی‌ها اشاره کرد (۵). هورن و همکاران (۱۹۹۷) خاطرنشان ساختند که به‌طور کلی زنان بیشتر از مردان تغییرات سایتوکاین ایجادشده بر اثر تمرین را از خود نشان می‌دهند و این اختلاف را ناشی از توزیع نابرابر چربی در بدن مردان و زنان دانسته‌اند (۲۰). همچنین تغییر عوامل التهابی همچون IL-6، با تمرینات ورزشی هنگامی نمود بیشتری پیدا می‌کند که سطوح اولیه بالاتری داشته باشند. هوانلو و همکاران (۱۳۹۰) نیز که از تمرینات تناوبی سرعتی استفاده کرده بودند، تنها شش جلسه آزمودنی‌ها را تمرین دادند و از آنجا که مطالعات نشان داده مدت زمان دوره تمرین از عوامل اثرگذار بر سطح فاکتورهای التهابی است (۳)، به احتمال زیاد یکی از دلایل عدم مشاهده تغییرات، ناشی از مدت زمان اندک تمرین بوده است.

TNF- $\alpha$  اولین سایتوکاین تولیدشده به وسیله آبخار التهابی بوده و با کاهش برداشت گلوکز خون مرتبط است (۶). در حقیقت افزایش سطح TNF- $\alpha$  در گردش خون با افزایش مقاومت انسولینی (۱۰) و توسعه آترواسکلروز همراه است (۶). در پژوهش حاضر کاهش معنادار سطوح استراحتی TNF- $\alpha$  مشاهده شد که با یافته‌های قبلی (۸،۱۲،۲۹) همسوست. لاینکه و همکاران (۲۰۰۵) کاهش معنادار میزان TNF- $\alpha$  را پس از شش ماه تمرین استقامتی در بیماران نارسایی قلبی به دست آوردند (۲۲). تسوکی و همکاران (۲۰۰۰) نیز پس از اجرای پنج هفته تمرین هوازی با شدت متوسط کاهش معنادار را در میزان TNF- $\alpha$  سرمی آزمودنی‌ها را نشان دادند (۲۲-۳۳). مطالعات نشان می‌دهند که تمرینات ورزشی منظم با کاهش



تحریک سمپاتیکی و افزایش سایتوکیتن‌های ضد التهابی رهایش میانجی‌های التهابی همچون  $TNF-\alpha$  را از بافت چربی مهار می‌کنند (۳۷).

$CRP$  و مشابه با آن  $IL-6$  و  $TNF-\alpha$  در افراد چاق سطوح بالاتری نسبت به افراد با وزن طبیعی دارند. هرچند کاهش چربی احشایی ممکن است در کاهش شاخص‌های التهابی نقش داشته باشد (۳۱)، مطالعات اخیر کاهش سطح  $CRP$  را پس از مداخله تمرینات ورزشی مستقل از تغییرات وزن بدن یا میزان چربی بیان کرده‌اند (۲۴،۳۲). به نظر می‌رسد تأثیر فعالیت ورزشی بر  $CRP$  همراه با افزایش پاسخ‌های ضد التهابی سایتوکاین‌هایی مثل  $IL-10$ ، گیرنده‌های محلول  $TNF-\alpha$  و گیرنده‌های  $IL-1$  باشد، که تولید پاسخ‌های پیش‌التهابی را مهار می‌کند. مطالعات اخیر نیز بیان می‌کنند که به احتمال زیاد تأثیرات ضد التهابی فعالیت ورزشی به شدت و مدت فعالیت ورزشی وابسته است (۶). از این رو یکی از دلایل احتمالی مطالعاتی که بر خلاف مطالعه حاضر کاهش معنادار  $CRP$  را گزارش نکرده‌اند (۸،۱۲)، ناشی از شدت یا مدت ناکافی تمرین است. برای مثال شیخ‌الاسلامی و همکاران (۱۳۸۹) نشان دادند که شش هفته تمرین مقاومتی با شدت بالا سبب کاهش ۱۵ درصدی عوامل التهابی چون  $IL-6$  و  $CRP$  سرم می‌شود، در حالی که همین تمرینات با شدت متوسط موجب کاهش ۷ درصدی این عوامل شده است (۲). همچنین با توجه به اینکه  $IL-6$  محرک قوی تولید  $CRP$  کبدی است، می‌توان گفت در پژوهش حاضر نیز احتمالاً کاهش تولید  $IL-6$  پس از دوازده جلسه تمرین تناوبی با شدت بالا، به کاهش تولید  $CRP$  منجر شده است (۳۵).

انجام فعالیت‌های ورزشی به صورت منظم می‌تواند در حفظ سطوح پایین عوامل التهابی مؤثر باشد، چراکه بی‌حرکی همراه با افزایش سن به افزایش سطح التهاب سیستمیک و افزایش خطر بیماری منجر می‌شود (۲،۲۷). نتایج مطالعه حاضر بهبود نیمرخ لیپیدی (به جز  $HDL-C$ ) را پس از چهار هفته تمرین تناوبی با شدت بالا، در هر دو گروه تمرین نشان داد که، با نتایج پژوهش‌های قبلی همراستاست (۲۸،۳۵). برای مثال، آلتنا و همکاران (۲۰۰۶) پس از چهار هفته تمرین هوازی تداومی (۳۰ دقیقه) و تمرین هوازی تناوبی (۳ تا ۱۰ دقیقه با فاصله استراحتی ۲۰ دقیقه) روی نوار گردان، هفته‌ای ۵ بار با ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب کاهش کلسترول تام و  $LDL-C$  را در مردان و زنان بی‌تمرین نشان دادند (۴). مقرنسی و همکاران (۱۳۹۰) نیز پس از هشت هفته سه‌جلسه‌ای تمرینات دوهای هوازی تناوبی و تداومی در موش‌های صحرایی ویستار کاهش میزان  $LDL-C$  و کلسترول تام را پس از بی‌تمرینی نشان دادند (۱). مطالعات نشان داده‌اند که فعالیت‌های ورزشی آنزیم لیپوپروتئین لیپاز و  $LCAT$  (لستین

کلسترول آسپل ترانسفراز را افزایش می‌دهد که این دو آنزیم کاهش LDL، تری گلیسیرید و کلسترول و افزایش HDL را سبب می‌شوند (۳۳).

بررسی‌های آماری صورت‌گرفته پس از چهار هفته تمرین بین گروه‌های تمرینی در هیچ‌کدام از متغیرهای اندازه‌گیری‌شده تفاوت معناداری را نشان نداد. به بیان دیگر انجام تمرینات بی‌هوای با شدت بالا با تحمل وزن (آزمون رست) و بدون تحمل وزن (آزمون وینگیت) تأثیرات متفاوتی ایجاد نکرده است. با توجه به نقش مدت و شدت فعالیت در ایجاد تغییرات سطوح عوامل التهابی، دلیل احتمالی عدم مشاهده تفاوت معنادار را می‌توان ناشی از این موضوع دانست که هر دو این تمرینات از منظر زمانی انجام جلسات تمرین تقریباً مشابه یکدیگرند. همچنین هر دو شیوه تمرین از نوع تمرینات بیشینه هستند که ورزشکار حداکثر توان خود را برای اجرای آن به کار می‌گیرد.

براساس نتایج تحقیق حاضر دو نوع تمرین تناوبی با شدت بالا بر شاخص توده بدن (BMI) و وزن بدن آزمودنی‌ها با وجود کاهش آن، تغییرات معناداری ایجاد نکرد. یکی از دلایل احتمالی آن را می‌توان ناشی از آن دانست که رژیم غذایی روزانه آزمودنی‌ها تحت کنترل محقق نبود، و تنها توصیه‌های کلی مرتبط با رژیم غذایی سالم به آنها اعلام شده بود. همچنین مدت زمان چهار هفته‌ای تمرینات شاید زمان کافی برای ایجاد تغییرات معنادار (کاهش) وزن آزمودنی‌ها نبوده است (۳).

در جمع‌بندی نهایی، نتایج این پژوهش، بیانگر آن است که حتی دوره‌های کوتاه‌مدت تمرینات تناوبی بی‌هوای با شدت بالا می‌تواند مقادیر عوامل التهابی و لیپیدی مرتبط با بیماری‌های قلبی-عروقی را کاهش دهد. البته نوع تمرینات از منظر تحمل وزن یا بدون تحمل وزن تفاوت معنادار را ایجاد نمی‌کند. بر این اساس از تمرین تناوبی با شدت بالا می‌توان به‌عنوان روشی مناسب برای توسعه سلامتی در زنان دچار اضافه‌وزن استفاده کرد. براساس یافته‌های این پژوهش به نظر می‌رسد می‌توان از تمرینات تناوبی با شدت با شکل‌های مختلف (چرخ کارسنج یا روی زمین) با توجه به وضعیت فرد حتی در کوتاه‌مدت برای بهبود وضعیت نیمرخ لیپیدی و سطوح شاخص‌های التهابی مرتبط با بیماری‌های قلبی-عروقی استفاده کرد.

البته با توجه به اینکه این مطالعه یکی از محدود مطالعاتی است که اثر تمرین بی‌هوای تناوبی با شدت بالا به دو شکل مختلف را در زنان دچار اضافه‌وزن غیرفعال بررسی کرده است، نیاز به مطالعه بیشتر در این زمینه ضروری به نظر می‌رسد.

## منابع و مأخذ

۱. مقرنسی، مهدی؛ گائینی، عباسعلی؛ کردی، محمدرضا؛ رواسی، علی اصغر؛ جوادی، ابراهیم؛ شیخ الاسلامی، داریوش (۱۳۹۰). "اثر چهار هفته بی‌تمرینی پس از تمرینات سرعتی شدید بر عوامل خطرزای آسیب‌های التهابی آتروژنز"، *مجله علوم زیستی ورزشی*، ش ۹، ص ۲۰-۵.
۲. شیخ الاسلامی، داریوش؛ احمدی، صلاح‌الدین؛ مجتهدی، حسین؛ مرندی، سید محمد؛ احمدی ده رشید، کیوان؛ فرجی، حسن؛ غریبی، فردین (۱۳۸۹). "اثر شدت‌های مختلف تمرین مقاومتی بر شاخص التهابی در مردان جوان سالم"، *مجله غدد درون‌ریز و متابولیسم ایران*، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی شهید بهشتی، دوره دوازدهم، ش ۶، ص ۶۲۵ - ۶۱۸.
۳. هوانلو، فریبرز؛ عارفی راد، طاهره؛ احمدی زاد، سجاده؛ هدایتی، مهدی (۱۳۹۰). "تأثیر دو نوع تمرین سرعتی - تناوبی و استقامتی - تداومی با شدت و حجم‌های مختلف بر سطح مارکرهای التهابی"، *مجله دیابت و لیپید ایران*، دوره ۱۱، ش ۲، ص ۱۹۳ - ۲۰۲.
4. Altena, T. S., Michaelson, j., Ball, S.D., Guilford, B. L., Thomas, T.R.(2006).<sup>44</sup> lipoprotein sa.b fraction changes after continuos or intermittent exercise training". *Med sci sports Exerc*;38(2):PP:267-72
5. Augusto, L. l., Vergi'nia, G., Regina, C., Aparecida, V.( 2012). "Effect of Resistance, Endurance, and Concurrent Training on TNF->, IL-6, and CRP". by the American College of Sports Medicin,; 701 CEP.PP: 13083-851.
6. Azizi, F., Mirmiran, P., Azadbakht, L. (2004).<sup>45</sup> Predictors of cardiovascular risk factors in Tehran adolescents: Tehran lipid and glucose study". *Int J vitamnutr res*, 74(5):PP: 307-312.
7. Baum, M., Muller, M., Liesen, H., Kirchner, H. (1997). "Moderate and exhaustive endurance exercise influencethe interferon-gamma levels in whole-blood culture supernatants". *Eur J Appl Physiol*, 76:PP: 165-9.
8. Beavers, KM., Brinkley ,TE., Nicklas BJ. (2010). "Effect of exercise training on chronic inflammation". *Clin Chim Acta*; 411(11-12):PP: 785-93.
9. Bo, Simona. ( 2008) " Diet or exercise: what is more effective in preventing or reducing metabolic alterations?", *European Journal of Endocrinology*, 159:PP: 685-691.
10. Bruunsgaard, H., Bjerregaard, E., Schroll, M., Pedersen, BK.( 2004). "strength after resistance training is inversely correlated with baseline levels of soluble tumor necrosis factor receptors in the oldestold" . *J Am Geriatr Soc.*;52(2):PP: 237-41.
11. Buchan, S.D., Ollis, S.T., and et.al. (2011) "The Effects of Time and Intensity of Exercise on Novel and Established Markers of CVD in Adolescent Youth". *Am. J. Hum. Biol.* 23:PP:517-526

12. Conraads, VM., Beckers, P., Bosmans, J., et al. (2002). "Combined endurance resistance training reduces plasma TNF-alpha receptor levels in patients with chronic heart failure and coronary artery disease". *23(23):PP: 1854-60.*
13. Fischer, CP., Hiscock, NJ., Penkowa, M., et al. (2004) "Supplementation with vitamins C and E inhibits there lease of interleukin-6 from contracting human skeletal muscle". *J Physio.; 558(Pt 2):PP: 633-45.*
14. Geleeson, M. (2007). "Immune function in sport and exercise. ". *J Appl Physiol (1985). Aug;103(2)PP:693-9.*
15. Geoffrey, D., Rose, P. (2008) "Fitness Status And Post-Exercise Inflammatory Markers In 18-35 Year-Old Males". *Theses, The University Of British Cholumbia.*
16. Gibala, MJ., Little, JP., van, M., Wilkin, GP., Burgomaster, KA., Safdar, A., et al. (2006). "Short-term sprint interval versus traditional endurance training": similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *J Physiol, 15; 575(Pt 3):PP:901-11*
17. Giffen, ps., Tourton j., Andrews, CM., and et al. (2003). "Markers of experimental acute inflammation the Wister Han Rel with particular refrence to neuptoglobin and c-reactive protein". *Arch toxicol 2003 Jul; 72 (7):PP:392-402.*
18. Guerra, R. L., Prado, W. L., Cheik, N. C., Viana, F. P., Botero, J. P., Vendramini, R. C., Carlos, I. Z., et al. (2007) "Effects of 2 or 5 consecutive exercise days on adipocyte area and lipid parameters in Wistar rats". *Lipids Health Dis. Jul 2;6:16.*
19. Hoffman, M., Blum, A., Baruch, R., Kaplan, E., Benjamin, M. (2004). "Leukocytes and coronary artery disease". *Atherosclerosis; 172:PP: 1-6.*
20. Horne, L., Bell, G., Fisher, B., Warren, S., Janowska, A. (1997). "Interaction between cortisol and tumour necrosis factor with concurrent resistance and endurance training". *Clin J Sport Med; 7: PP:247-51.*
21. Laurel, T. (2010). "Mackinnon exercise and immunology. *Human Kinetics Book., - 115 pages, pp:52-75)*
22. Linke, A., Adams, V., Schulze, P. C., Erbs, S., Gielen, S., Fiehn, E., & Hambrecht, R. (2005). "Antioxidative effects of exercise training in patients with chronic heart failure increase in radical scavenger enzyme activity in skeletal muscle". *Circulation, 111(14):PP: 1763-1770.*
23. Lnan, Q.A., Sola, S., Khan, B.V., (2006) "the metabolic syndrome: inflammation and endothelial pysicalian". *Hospital physician :PP:26-37.*
24. Moosaferi, M., Ebrahim, KH., Amani, D., Arabnarmi, Z. (2012). "Effect of supplementary consumption of coenzymy Q10 on TNF- $\alpha$  serum levels during maximal training". *J Ardabil Univ Med Sci.; 12:PP:303-31*
25. Ortega, E., Bote, ME., Giraldo, E., Garcí'a, JJ. (2010). "Aquatic exercise improves the monocyte pro- and anti inflammatory cytokine production balance in fibromyalgia patients". *Scand J Med Sci Sports. Feb; 22(1):104-12.*
26. Pearson, TA., Mensah, GA., Alexander, RW., et al. (2003). "Markers of inflammation and cardiovascular disease". application to clinical and public health practice: a statement for

- healthcare professionals from the Centers for Disease Control and Prevention and the American Heart Association. *Circulation*.;107(3):PP: 499–511.
27. Petersen, AM., Pedersen, BK., (2005). "The anti-inflammatory effect of exercise". *J Appl Physiol*.;98(4):PP: 1154–62
28. Prabhakaran, B., Dowling, EA., Branch, JD., Swain, DP., Leutholtz, BC. (1999). "Effect of 14 weeks of resistance training on lipid profile and body fat percentage in premenopausal women". *Br J Sports Med*; 33(3):PP: 190–5.
29. Prestes, J., Shiguemoto, G., Botero, JP., et al. (2009). "Effects of resistance training on resistin, leptin, cytokines, and muscle force in elderly post-menopausal women". *J Sports Sci*. 27(14):PP: 1607–15.
30. Sawatzky and naimark. (2002). "Physical activity and cardiovascular health in aging women a health promotion perspective". *journal of aging and physical activity*;10:PP:394-412.
31. Selvin, E., Paynter, NP., Erlinger, TP. (2007). "The effect of weight loss on C-reactive protein: a systematic review". *Arch Intern Med*.;167(1):PP:31-9.
32. Stewart, LK., Flynn, MG., Campbell, WW., et al. (2007). "The influence of exercise training on inflammatory cytokines and C-reactive protein". *Med Sci Sports Exerc*.;39(10):PP:1714–9.
33. Sugiura, H., Kajima, K., Iwata, H., Matsuoka, T., Mirbod, SM. (2002). Effects of long-term moderate exercise and increase in number of daily steps on serum lipids in women: randomized controlled trial. *BMC Womens Health*.;2(1):pp:3.
34. Tsukui, S., Kanda, T., Nara, M., Nishino, M., Kondo, T., & Kobayashi, I. (2000). "Moderate-intensity regular exercise decreases serum tumor necrosis factor-alpha and HbA1c levels in healthy women". *Int J Obes Relat Metab Disord*. Sep;24(9PP):1207-11.
35. Vartiainen, E., Tuomilehto, J., (1999). "Diabetes mellitus sex, age, cardiovascular risk factor, and coronary heart disease, A prospective follow-up study of 14786 middle-aged men and women in finland". *circulation*, 99( 9):PP:1165-1172.
36. Verney, J., Kadi, F., Saafi, MA., Piehl-Aulin, K., Denis, C. (2006) "Combined lower body endurance and upper body resistance training improves performance and health parameters in healthy active elderly". *Eur J Appl Physiol*.; 97(3):PP: 288–97.
37. Ziccardi P., Nappo. F., Giugliano, G., Exposito, K., Marfella. (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.

## Short-Term Effect of Two Types of High-Intensity Interval Training on Plasma Level of TNF- $\alpha$ , IL-6, CRP and Lipid Profile of Overweight Women

Mohammad Shariatzadeh Joneydi<sup>1\*</sup> - Zeynab Moghadam<sup>2</sup> - Leila Maleki<sup>3</sup> - Elham Keshavarz<sup>4</sup> - Mehdi Hedayati<sup>5</sup>

1. Assistant Professor, Sport Sciences Research Institute of Iran, Tehran, Iran

2. M.Sc. of Exercise Physiology, Islamic Azad University, Karaj Branch 3.

M.Sc. of Exercise Physiology, Islamic Azad University, Damghan Branch 4.

M.Sc. of Exercise Physiology, Islamic Azad University, Sari Branch 5.

Associate Professor in Biochemistry, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

(Received: 2015/7/23; Accepted: 2015/11/14)

### Abstract

The aim of this study was to investigate the effect of 4 weeks of high-intensity interval training with weight-bearing and non-weight bearing on inflammatory markers of TNF- $\alpha$ , IL-6, CRP and lipid profile as predictive factors of the risk of cardiovascular diseases in overweight women. 16 non-athlete women (age  $30 \pm 5$  yr, weight  $75.48 \pm 13.11$  kg, height  $165.50 \pm 2.59$  cm and body mass index  $27.73 \pm 4.20$  Kg/m<sup>2</sup>) voluntarily participated in the study. Subjects were randomly divided into two groups of high-intensity interval training: anaerobic RAST test and Wingate anaerobic test for 4 weeks, 3 sessions per week (between 3 and 6 Wingate test or RAST test each session). 24 hours before and 24 hours after training, blood samples was collected and the results were analyzed with Kolmogorov-Smirnov test, covariance analysis and paired t test at a significance level of  $P < 0.05$ . The results indicated a significant reduction of plasma levels of TNF- $\alpha$ , IL-6 and CRP and an improvement in the lipid profile (excluding HDL-C) in both groups compared with the period before the training ( $P < 0.05$ ). However, after 12 sessions of training no significant difference was observed in inflammatory markers and lipid profile between the two group ( $P > 0.05$ ). These findings suggest that even short periods of high-intensity interval training can reduce inflammatory markers associated with cardiovascular diseases although weight-bearing or non-weight bearing types of training do not make a significant difference.

### Keywords

high-intensity interval training, inflammatory markers, RAST test, Wingate test.

\* Corresponding Author: Email: shariatzade221@yahoo.com Tel: +989122914857