Journal of Military Medicine
2020, Volume 22, Special Issue of the National Conference on military Physical Fitness in Combat resilience
Pages: 9-17
10.30491/JMM.22.4.9

Effects of Six Week Iso-Volume Continuous and Interval Endurance Training on some Inflammatory and Lipid Profiles in Obese and Overweight Soldiers

Abass Lal Sazegar [1], Mandana Gholami [2], Sadegh Amani Shalamzari [3*]

[1] MSc Student, Exercise Physiology, Department of Physical Education and Sport Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
[2] Assistant professor, Exercise Physiology, Department of Physical Education and Sport Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
[3] Assistant Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sports Science, Kharazmi University, Tehran, Iran

Abstract

Background and Aim: Exercise training is known as an anti-inflammatory agent. In this regard, the aim of present study was to investigate the effect of six week iso-volume continuous and interval training on serum levels of IL-18 and CRP and metabolic profile in obese and overweight soldiers.

Methods: 28 obese and overweight soldiers chosen as a study subjects and randomly assigned in three groups including continuous (n=9), interval (n=10) and control (n=9) groups. Continuous and interval exercise training performed three session per week for six weeks. 48 hours after six weeks intervention, blood samples collected and IL-18 and CRP levels were measured by ELISA methods.

Results: The significant decrease of IL-18 and CRP in continuous and interval groups was recorded in comparison to control group. There was no significant difference for IL-18 and CRP levels between two trained groups. Moreover, significant improvement of lipid profile was observed in trained groups in comparison to control group.

Conclusion: According to the findings, it seems that iso-volume continuous and interval endurance training have an effective role in modulating inflammatory factors including IL-18 and CRP, and there was no significant differences between them in modulating selected variables.

Keywords: Inflammation, Aerobic Training, IL-18, CRP, Lipid Profile

*Corresponding author: **Sadegh Amani Shalamzari**, Email: amani_sadegh@khu.ac.ir

مجله طب نظامی
سال ۱۳۹۹، دوره ۲۲، ویژه نامه همایش ملی آمادگی جسمانی در توان رزم
صفحات: ۱۷-۹
10.30491/JMM.22.4.9

تاثیر شش هفته تمرین استقامتی تداومی و تناوبی هم حجم بر سطوح سرمی برخی از عوامل التهابی و چربی خون سربازان چاق و دارای اضافه وزن

عباس لعل سازگار[۱]، ماندانا غلامی[۲]، صادق امانی شلمزاری[۳]*

[۱] کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزش، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی اجتماعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران ایران
[۲] استادیار فیزیولوژی ورزش، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
[۳] استادیار فیزیولوژی ورزش، گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

چکیده

زمینه و هدف: تمرینات ورزشی به عنوان یک عامل ضد التهابی شناخته شده است. بر این اساس، پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر شش هفته تمرین تداومی و تناوبی هم حجم بر سطوح سرمی IL-18 و CRP و همچنین نیمرخ چربی در سربازان چاق و دارای اضافه وزن صورت گرفت.

روش‌ها: ۲۸ سرباز چاق و دارای اضافه وزن به عنوان نمونه پژوهش حاضر انتخاب و به صورت تصادفی در سه گروه تداومی (۹ نفر)، تناوبی (۱۰ نفر) و کنترل (۹ نفر) تقسیم‌بندی شدند. برنامه تمرین ورزشی تداومی و تناوبی سه روز در هفته و به مدت شش هفته ادامه پیدا کرد. ۴۸ ساعت بعد از مداخله شش هفته‌ای، نمونه‌های خونی جمع‌آوری شد و سطوح IL-18 و CRP به روش الایزا سنجیده شد.

یافته‌ها: کاهش معنادار سطوح IL-18 و CRP را در گروه تمرین تداومی و تناوبی نسبت به گروه کنترل ثبت شد. تفاوت معناداری بین دو گروه تمرین برای سطوح IL-18 و CRP مشاهده نشد. علاوه بر این، بهبود معنادار نیمرخ لیپیدی در گروه‌های تمرین کرده در مقایسه با گروه کنترل مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: باتوجه به نتایج مطالعه پیش رو، به نظر می‌رسد که تمرینات استقامتی هم حجم به صورت تداومی و تناوبی نقش موثری در تعدیل عوامل التهابی از قبیل IL-18 و CRP دارند و تفاوتی بین این دو نوع تمرین در تعدیل عوامل بررسی شده وجود ندارد.

کلیدواژه‌ها: التهاب، تمرین هوازی، اینترلوکین -۱۸، پروتئین واکنش‌گر C، نیمرخ چربی.

*نویسنده مسئول: **صادق امانی شلمزاری**. پست الکترونیک: amani_sadegh@khu.ac.ir

مقدمه

امروزه چاقی و اضافه وزن به یک مشکل سلامت عمومی در سراسر جهان تبدیل شده است که می‌تواند خطر بروز انواع بیماری‌ها را افزایش دهد (۱). پیامدهای منفی سلامتی ناشی از چاقی یا اضافه وزن از قبیل بیماری‌های قلبی‌عروقی، پر فشار خونی و غیره به خوبی ثابت شده است و چهار درصد از کل بیماری‌ها در سراسر جهان با چاقی مرتبط است (۲). بافت چربی یک اندام اندوکرین فعال است که تعداد زیادی از میانجی‌های متابولیکی فعال به عنوان آدیپوکاین‌ها را تولید می‌کند. آدیپوکاین‌ها در انواع مختلفی از فرآیندهای بیولوژیک از قبیل التهاب، مقاومت انسولین و تعادل انرژی نقش دارند (۳). بر این اساس عنوان شده است که چاقی یک وضعیت التهاب سیستمیک با شدت پایین است که با افزایش سطوح پروتئین واکنشگر C (CRP)، عامل نکروز تومور آلفا (TNF-α)، اینترلوکین۶ (IL-6) و سایر سایتوکاین‌های پیش‌التهابی از قبیل IL-18 همراه است که توسط بافت چربی ترشح می‌شوند (۴، ۵).

IL-18 سایتوکاینی پیش التهابی است که نقش مهمی در آبشارهای التهابی دارد (۶). این سایتوکاین در سبب شناسی دیابت نوع۲ نقش مهمی ایفا می‌کند و افزایش IL-18 گردش خون در بیماران مبتلا به دیابت نوع۲ مشاهده شده است، همچنین سطوح IL-18 با مقادیر گلوکز ناشتایی و هموگلوبین گلیکوزیله (HbA_{1C}) مرتبط است (۷). بافت چربی یکی از جایگاه‌های اصلی تولید و ترشح IL-18 است و تولید بالاتر IL-18 را در بافت چربی احشایی در مقایسه با بافت چربی زیر پوستی گزارش کرده‌اند (۸). پروتئین واکنشگر C (CRP) یکی دیگر از نشانگرهای بسیار حساس التهاب سیستمیک است که به دلیل ارتباطی که با بیماری عروق کرونر قلبی، سندرم متابولیک، سرطان و مرگ و میر دارد، توجه زیادی را به خود معطوف کرده است (۹).

معمولاً CRP یک افزایش مزمن اندک را در برخی وضعیت‌ها از قبیل چاقی، دیابت نوع۲ و افسردگی نشان می‌دهد (۱۰). رهایش CRP عمدتاً توسط سایر عوامل التهابی از قبیل IL-6 به عنوان یک سایتوکاین پیش التهابی که توسط سیستم ایمنی بدن در پاسخ به التهاب مزمن تولید می‌شود، کنترل می‌گردد (۱۱). در برخی وضعیت‌های مرتبط با سندرم متابولیک نیز از قبیل فشار خون بالا، افزایش دور کمر، بالا بودن سطوح سرمی گلوکز و همچنین سطوح پایین HDL و افزایش تری‌گلیسرید، CRP دچار تنظیم افزایشی می‌شود (۱۲).

در مقابل، تمرینات ورزشی استقامتی به عنوان یک روش درمانی غیر دارویی برای درمان چاقی، کاهش وزن و بهبود عملکرد قلبی عروقی در نظر گرفته می‌شود که از اثرات جانبی همراه با چاقی پیشگیری و با آنها مقابله می‌کند (۱۳). تمرینات استقامتی را می‌توان به صورت تداومی با شدت متوسط و تناوبی با شدت‌های بالاتری اجرا نمود و گزارشات ضد و نقیضی در مورد سازگاری‌های این دو مدل وجود دارد. به طور مثال، شیروانی و همکاران عدم اختلاف معنی‌دار بین این دو مدل در بیان آیریزین و هم فعالگر گیرنده فعال شده با تکثیرکننده پروگزیزوم و آمادگی هوازی را گزارش کردند (۱۴)، در حالی که Cao و همکاران در یک فرا تحلیل اشاره داشتند که تمرینات تناوبی شدید در مقایسه با تمرینات تداومی با شدت متوسط بهبودهای بزرگتری در آمادگی قلبی عروقی ایجاد می‌کند (۱۵).

از سازوکار اثرات مثبت هر دو نوع تمرینات تداومی و تناوبی می‌توان به کاهش وزن (کاهش بافت چربی)، تعدیل التهاب ناشی از چاقی، ترشح انواع مایوکاین‌ها به ویژه آیریزین اشاره کرد. این وجود، در مورد تاثیرات این دو مدل تمرین بر تغییرات نیمرخ التهابی افراد چاق و اضافه وزن کمتر پرداخته شده است (۱۴،۱۶). تحقیقات به اثرات ضد التهابی فعالیت‌های ورزشی تداومی و تناوبی اشاره کرده‌اند که آن را به اثرات بلند مدت فعالیت ورزشی در کاهش توده چربی احشایی و تغییر در نیمرخ لیپیدی نسبت داده‌اند. با این وجود، تاثیر مستقیم این دو مدل فعالیت بر سایتوکاین‌های مهم درگیر در التهاب مترشحه از بافت چربی مانند IL-18 و CRP که در سبب شناسی چاقی نقش بارزی دارند (۱۹–۱۷) پرداخته نشده است و لذا در پژوهش حاضر، محققین به دنبال بررسی تاثیر دو نوع تمرین هوازی به صورت تداومی و تناوبی بر سطوح سرمی CRP و IL-18 در سربازان چاق و دارای اضافه وزن می‌باشند.

روش‌ها

در یک پژوهش نیمه تجربی با طرح پیش آزمون و پس آزمون، از بین سربازان وظیفه با دامنه سنی ۱۸ تا ۲۵ سال و دارای شاخص توده بدن (BMI) بالای ۲۵ و کمتر از ۳۵، بعد از فراخوان و تکمیل پرسشنامه و معاینه بالینی، ۳۰ سرباز چاق و دارای اضافه وزن به عنوان نمونه پژوهش حاضر انتخاب شدند. هیچکدام از آزمودنی‌ها طی یک سال گذشته در برنامه تمرین ورزشی منظم شرکت نکرده بودند، سابقه بیماری‌های قلبی‌عروقی نداشتند و دخانیات مصرف نمی‌کردند. بعد از توضیح چگونگی اجرای پژوهش و اطلاع در مورد مزایای و خطرات احتمالی پژوهش، رضایت نامه آگاهانه کتبی از سربازان گرفته شد.

چنانچه آزمودنی‌ها بیشتر از دو جلسه غیبت می‌کردند، در خونگیری پیش آزمون یا پس آزمون حاضر نمی‌شدند یا توانایی یا تمایلی برای ادامه شرکت در تمرینات ورزشی نداشتند، از پژوهش کنار گذاشته می‌شدند. سپس خونگیری و اندازه‌گیری‌های پیش آزمون انجام شد و دو روز بعد پروتکل پژوهشی به مدت شش هفته اجرا گردید. در نهایت یک آزمودنی از گروه کنترل و یک آزمودنی از گروه تمرین تداومی از پژوهش خارج شدند. از آزمودنی‌ها خواسته شد تا در ساعت تعیین شده (۹ تا ۱۱ صبح) به منظور شرکت در برنامه تمرین ورزشی حضور پیدا کنند.

اندازه‌گیری متغیرهای مورد بررسی: یک هفته قبل از

شروع پروتکل تحقیق و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی آزمودنی‌ها بعد از ۱۲ ساعت ناشتایی شبانه به آزمایشگاه مراجعه و خونگیری به میزان cc ۵ از ورید بازویی بعمل آمد. نمونه‌های خونی داخل لوله فالکون ریخته شد و پس سانتریفیوژ، نمونه‌های سرمی جدا شد و به منظور اندازه‌گیری سطوح متغیرهای مورد بررسی در فریزر با دمای ۷۰- نگهداری شد. میزان گلوکز خون با کیت شرکت پارس آزمون و به روش گلوکز اکسیداز سنجیده شد و اندازه‌گیری نیمرخ لیپیدی نیز با کیت‌های پارس آزمون صورت گرفت. برای اندازه‌گیری سطوح سرمی IL-18 (MBL, code 7620)، CRP (ABCAM, ab99995) و انسولین (ABCAM, ab200011) از کیت الایزای مخصوص استفاده شد. اندازه‌گیری قد و وزن آزمودنی‌ها با ترازو و قدسنج سکا (Seca) ساخت آلمان انجام شد. با توجه به وضعیت ناآمادگی اولیه آزمودنی‌ها از آزمون یک مایل راه رفتن راکپورت برای تعیین میزان آمادگی جسمانی و برای برآورد VO_{2max} استفاده شد. به منظور اجرای آزمون مورد نظر از افراد شرکت کننده در این آزمون خواسته شد تا مسافت یک مایل (۱/۶km) را تا آنجا که می‌توانند به تندی راه بروند. بلافاصله بعد از اتمام آزمون، ضربان قلب آزمودنی از روی ضربان سنج پلار ثبت شد و بر اساس پروتکل، توان هوازی آزمودنی‌ها محاسبه شد (۲۰). همچنین، برای تعیین سرعت و آهنگ تمرینات ابتدا آزمون ۵ دقیقه دویدن نیز گرفته شد (۲۱).

بر اساس این آزمون، آزمودنی‌ها به مدت ۵ دقیقه با حداکثر توان دور پیست شروع به دویدن می‌کنند و متراژ در انتها محاسبه می‌شود. متراژ دویده شده را در ۱۲ ضرب کرده تا سرعت به کیلومتر در ساعت بدست آید. سرعت بدست آمده حداکثر توان هوازی آزمودنی‌ها می‌باشد. برای کنترل دقیق‌تر، میزان سرعت دویدن در ثانیه را محاسبه می‌کنیم. سپس آزمودنی‌ها به صورت تصادفی بر اساس میزان آمادگی بدن در آزمون راکپورت در سه گروه ۱۰ نفری شامل گروه‌های تمرین تداومی، تمرین تناوبی و گروه کنترل تقسیم‌بندی شدند.

پروتکل تمرین تداومی و تناوبی: برنامه تمرین ورزشی به صورت تداومی و تناوبی به مدت شش هفته و هفته‌ای سه جلسه اجرا شد. برنامه تمرین تداومی در روزهای فرد (یکشنبه، سه شنبه، پنجشنبه) اجرا شد. آزمودنی‌های این گروه در دو هفته اول در هر جلسه ۳۲۰۰ متر، دو هفته دوم در هر جلسه ۴۰۰۰ متر و در دو هفته سوم هر جلسه ۴۸۰۰ متر را به صورت پیوسته با شدت ۵۰- ۷۰ درصد حداکثر توان هوازی (حدود ۶۰-۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه) می‌دویدند.

دو هفته اول با ۵۰ درصد، دو هفته دوم ۶۰ درصد و دو هفته سوم با ۷۰ درصد حداکثر سرعت دویدن هوازی تمرین کردند (حدود ۱/۶ تا ۲/۱ متر بر ثانیه). برنامه تمرین تناوبی شدید نیز در روزهای زوج هفته (شنبه، دوشنبه، چهارشنبه) برگزار شد و آزمودنی‌ها در هر جلسه تمرین تناوبی مسافتی مشابه با گروه تداومی را به صورت تناوب‌های ۴۰۰ متر (به طور مثال در جلسه اول ۸ تکرار ۴۰۰ متری) و سه دقیقه استراحت بین هر تناوب ۴۰۰ متری می‌دویدند. شدت تمرین تناوبی۱۰۰ تا ۱۲۰ درصد درصد حداکثر سرعت توان هوازی محاسبه شده (۹۰-۱۰۰ درصد ضربان قلب بیشینه) بود. بدین صورت که دو هفته اول با ۱۰۰ درصد، دو هفته دوم با ۱۱۰ درصد و دو هفته سوم با ۱۲۰ درصد حداکثر سرعت هوازی تمرین کردند (حدود ۳/۵ تا ۴/۲ متر بر ثانیه). مسافت پیموده شده طی جلسات تمرینی در گروه تداومی و تناوبی برابر بود و تنها شدت و چگونگی اجرای برنامه تمرین ورزشی تفاوت داشت. طی این مدت آزمودنی‌های گروه کنترل به برنامه معمول روزانه خود ادامه دادند و در تمرینات ورزشی شرکت نکردند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها: نتایج پژوهش حاضر به صورت میانگین±انحراف معیار گزارش شده است. تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ انجام شد. نخست، نرمال بودن توزیع داده‌ها با آزمون شاپیروویلک بررسی شد. از آنجایی که نتایج آزمون شاپیروویلک نرمال بودن توزیع داده‌ها را نشان داد، از آزمون‌های پارامتریک استفاده شد. بدین منظور برای مقایسه تغییرات بین گروهی (کنترل، تمرین تدامی، تمرین تناوبی) از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد و در صورت وجود اختلاف معنادار بین گروه-ها نیز از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد و سطح معناداری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد و چنانچه $p<۰/۰۵$ بود، تغییرات از نظر آماری معنادار در نظر گرفته می‌شد.

نتایج

ویژگی‌های پیکرسنجی آزمودنی‌ها در جدول-۱ ارائه شده است. نتایج کاهش معنادار وزن بدن، BMI، دور کمر و باسن و نسبت دور کمر به لگن را در گروه تمرین تداومی و تمرین تناوبی در مقایسه با گروه کنترل را نشان می‌دهد. درصد کاهش وزن در گروه تمرین تداومی ۵/۵ ٪، در گروه تمرین تناوبی ۹/۳-٪ بود و افزایش ۱٪ درصدی در گروه کنترل مشاهده شد. درصد تغییرات در BMI در گروه تمرین تداومی ۶/۱ ٪-، در گروه تمرینات تناوبی ۸/۶ ٪- و در گروه کنترل ۲/۵ ٪+ بود. هم‌چنین، درصد کاهش در نسبت کمر به لگن در گروه تمرین تداومی ۱/۱ ٪ و در گروه تمرنی تناوبی ۲/۳ ٪ بود، در حالی که در گروه کنترل افزایش ناچیزی مشاهده شد.

مسافت پیموده شده در آزمودن راه رفتن راکپورت بعد از شش هفته مداخله تمرینی به میزان ۳۳٪ در گروه تمرین تداومی و ۲۴٪ در گروه تمرین تناوبی به صورت معناداری افزایش نشان داد، باوجود این، تفاوت بین گروه تمرین تداومی و تناوبی در این متغیر معنادار نبود. در گروه کنترل، عدم تغییر معنی‌دار و کاهش ۱/۴- ٪ در آزمون راکپورت مشاهده شد.

جدول-۱. ویژگی‌های پیکرسنجی آزمودنی‌ها

متغیر		تداومی	تناوبی	کنترل
سن (سال)		۲۰/۵۶ ± ۱/۳۳	۲۰/۵۰ ± ۱/۶۵	۲۰/۷۸ ± ۱/۷۱
قد (سانتی‌متر)		۱۷۸/۲۲ ± ۵/۶۷	۱۷۷/۵۰ ± ۷/۰۲	۱۸۱/۶۶ ± ۵/۶۷
وزن (کیلوگرم)	قبل تمرین	۹۵/۷۷ ± ۷/۹۱	۹۶/۹۰ ± ۱۲/۵۴	۹۶/۶۶ ± ۹/۶۳
	بعد تمرین	۹۰/۴۴ ± ۷/۲۳ *	۸۸/۳ ± ۱۳/۳۴ *	۹۷/۷۷ ± ۹/۶۷
BMI (kg/m^2)	قبل تمرین	۲۹/۲۲ ± ۳/۲۷	۲۹/۸۰ ± ۳/۷۳	۳۰/۴۴ ± ۴/۳۶
	بعد تمرین	۲۷/۴۴ ± ۲/۶۹ *	۲۷/۲۲ ± ۳/۷۰ *	۳۱/۲۲ ± ۴/۲۷
دور کمر (سانتی‌متر)	قبل تمرین	۹۴/۶۶ ± ۸/۴۷	۹۳/۲۰ ± ۷/۱۷	۹۶/۷۷ ± ۸/۹۸
	بعد تمرین	۸۹/۱۱ ± ۷/۱۶ *	۸۷/۳ ± ۷/۴۹ *	۹۶/۸۷ ± ۸/۱۷
دور باسن (سانتی‌متر)	قبل تمرین	۱۰۷/۷۹ ± ۴/۵۴	۱۱۰/۶۰ ± ۷/۸	۱۱۲/۵۶ ± ۶/۴۶
	بعد تمرین	۱۰۳/۱ ± ۴/۱۶ *	۱۰۶/۲ ± ۷/۵ *	۱۱۲/۸۹ ± ۵/۵۴
نسبت دور کمر به باسن	قبل تمرین	۰/۸۷ ± ۰/۰۷	۰/۸۴ ± ۰/۰۲	۰/۸۶ ± ۰/۰۵
	بعد تمرین	۰/۸۶ ± ۰/۰۶	۰/۸۲ ± ۰/۰۳ *	۰/۸۶ ± ۰/۰۴
مسافت پیموده شده در آزمون راکپورت (متر)	قبل تمرین	۷۴۷/۷۸± ۹۳/۶۴	۷۹۱ ± ۹۲/۹۱	۶۹۷/۲۲ ± ۱۰۳/۶۵
	بعد تمرین	۹۹۵/۶± ۱۳۷/۷ *	۹۸۳/۱± ۱۳۸/۴ *	۶۸۷/۷۸± ۴۱/۴۶

* نشان دهنده اختلاف معنادار با گروه کنترل

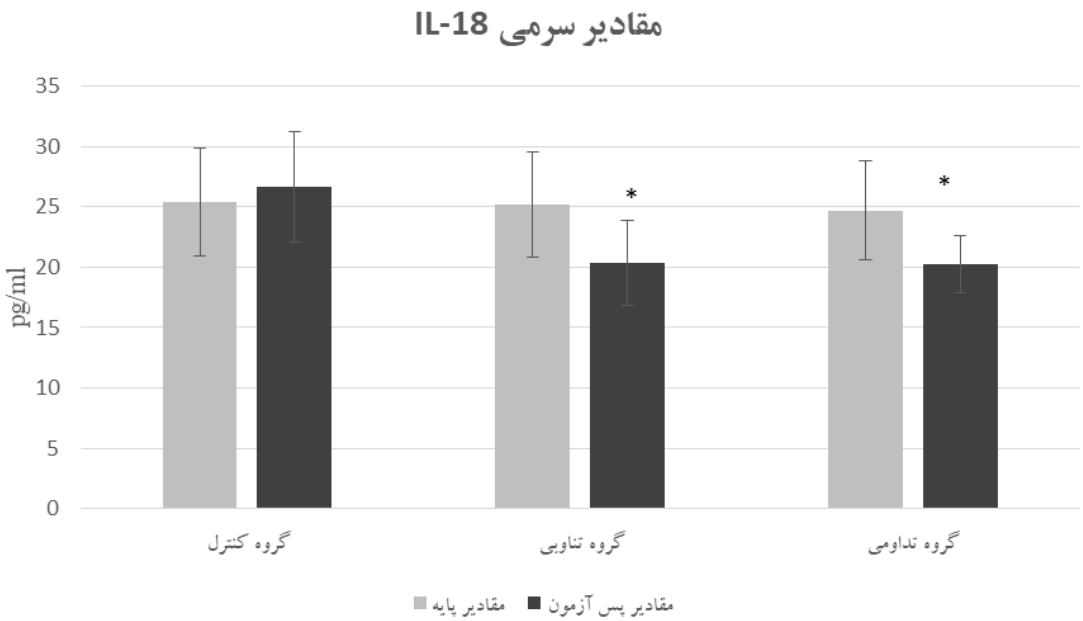
تغییرات در سطوح سرمی CRP و همچنین سایر متغیرهای مورد بررسی شامل نیمرخ لیپیدی و مقاومت انسولین در مرحله قبل و بعد از تمرین در جدول-۲ گزارش شده است. همه متغیرها با آزمون آنالیز کوواریانس و آزمون تعقیبی بونفرونی تجزیه و تحلیل شدند. بررسی تغییرات CRP نشان داد که تفاوت معناداری بین گروه‌های مختلف وجود دارد ($p<۰/۰۰۱$) و نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی کاهش معنادار سطوح CRP را در گروه تمرین تداومی ($p<۰/۰۰۱$) و تناوبی ($p<۰/۰۰۱$) در مقایسه با گروه کنترل نشان داد، اما اختلاف معناداری بین دو گروه تمرین کرده مشاهده نشد ($p=۰/۳۷۰$). علاوه بر این، تجزیه و تحلیل آماری سایر متغیرهای مورد بررسی نشان داد که کاهش LDL، کلسترول، تری‌گلیسیرید و شاخص مقاومت به انسولین و همچنین افزایش سطوح HDL در گروه تمرین تداومی و تمرین تناوبی در مقایسه با گروه کنترل معنادار بوده است ($p<۰/۰۵$) و تفاوت معناداری برای متغیرهای ذکر شده بین گروه تمرین تداومی و تمرین تناوبی مشاهده نشد. مقادیر متغیرهای مورد بررسی در پژوهش حاضر در دو مرحله قبل و بعد از تمرین به صورت میانگین±انحراف معیار در جدول-۲ ارائه شده است.

جدول-۲. سطوح متغیرهای مورد بررسی در مرحله قبل و بعد از مداخله ورزشی

متغیر	مرحله اندازه گیری	تداومی	تناوبی	کنترل
CRP (mg/L)	قبل تمرین	۲/۰۱ ± ۰/۸۶	۱/۶۵ ± ۱/۳۱	۱/۷۵ ± ۱/۰۱
	بعد تمرین	۰/۹۶ ± ۰/۵۳ *	۰/۶۷ ± ۰/۲۹ *	۱/۹۸ ± ۰/۷۷
HDL (mg/dl)	قبل تمرین	۳۲/۷۸ ± ۱/۳۹	۳۱/۱۰ ± ۱/۵۹	۳۳/۳۳ ± ۱/۳۲
	بعد تمرین	۳۶/۰۰ ± ۲/۰۶ *	۳۵/۷۰ ± ۱/۴۹ *	۳۱/۴۴ ± ۱/۲۳
LDL (mg/dl)	قبل تمرین	۱۲۶/۷۶ ± ۲۱/۶۷	۱۱۲/۳۴ ± ۲۴/۱۲	۱۲۷/۳۳ ± ۱۶/۸۷
	بعد تمرین	۱۱۷/۲۲ ± ۲۰/۴۰ *	۹۶/۶۰ ± ۲۲/۳۱ *	۱۲۹/۸۵ ± ۲۹/۲۷
کلسترول تام (mg/dl)	قبل تمرین	۱۵۸/۸۹ ± ۱۸/۱۵	۱۴۲/۹۰ ± ۲۲/۳۱	۱۶۰/۱۱ ± ۳۶/۵۹
	بعد تمرین	۱۴۱/۱۱ ± ۲۰/۵۳*	۱۲۰/۸۰ ± ۲۲/۸۸*	۱۶۵/۳۳ ± ۲۹/۶۱
تری‌گلیسیرید (mg/dl)	قبل تمرین	۱۲۳/۳۳ ± ۲۶/۹۸	۱۰۷/۳۰ ± ۲۸/۰۷	۱۳۱/۲۲ ± ۸۸/۱۰
	بعد تمرین	۸۰/۱۱ ± ۱۹/۰۷ *	۸۵/۳۰ ± ۲۰/۵۸ *	۱۴۶/۴۵ ± ۸۹/۹۴
شاخص مقاومت به انسولین (HOMA-IR)	قبل تمرین	۱/۵۳ ± ۰/۹۱	۱/۰۳ ± ۰/۷۳	۱/۶۹ ± ۰/۹۶
	بعد تمرین	۱/۴۳ ± ۰/۷۹ *	۰/۹۵ ± ۰/۴۴ *	۱/۷۵ ± ۰/۷۳

* نشانه اختلاف معنادار با گروه کنترل

شکل-۱ مقادیر سرمی IL-18 قبل و پس از انجام پروتکل تحقیق را نشان می‌دهد. نتایج آزمون کوواریانس حاکی از وجود اختلاف در سطوح سرمی IL-18 بین گروه‌های پژوهشی می‌باشد ($p=۰/۰۰۲$). نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان دهنده کاهش معنادار سطوح IL-18 در گروه تمرین تداومی ($p=۰/۰۰۳$) و تناوبی ($p=۰/۰۰۳$) در مقایسه با گروه کنترل بود، اما تفاوت بین دو گروه تمرین کرده از نظر آماری معنادار نبود ($p=۰/۹۹$).



شکل-۱. مقادیر سرمی IL-18 در طول انجام پروتکل تحقیق. * اختلاف معنی‌دار با گروه کنترل

بحث

پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر دو نوع تمرین تداومی و تناوبی بر سطوح سرمی IL-18 و CRP و همچنین بررسی نیمرخ متابولیک سربازان چاق و دارای اضافه وزن انجام شد. نتایج نشان‌دهنده تاثیر معنادار هر دو نوع تمرین تداومی و تناوبی در کاهش سطوح سرمی IL-18 و CRP و به صورت همزمان بهبود نیمرخ لیپیدی و مقاومت انسولین در سربازان چاق و دارای اضافه وزن بود. گزارش شده است که بین آمادگی هوازی و التهاب سیستمیک مزمن ارتباط معکوس وجود دارد (۲۲). کاهش ظرفیت فعالیت ورزشی هوازی و تحرک جسمانی پایین با افزایش وضعیت التهاب سیستمیک مزمن همراه است و می‌تواند دلیل منطقی کافی برای استفاده از فعالیت ورزشی به عنوان یک ابزار درمانی در سرکوب التهاب را نشان دهد (۲۳)، که در تایید آن نتایج پژوهش حاضر نیز کاهش عوامل التهابی (IL-18 , CRP) به دنبال تمرینات تداومی و تناوبی را نشان داد. بر اساس این یافته‌ها می‌توان اذعان داشت بین دو پروتکل تداومی و تناوبی هم حجم در تغییر التهابی و نیمرخ چربی تفاوتی مشاهده نشد.

تمرینات ورزشی منظم با کاهش عوامل التهابی از قبیل CRP و IL-6 همراه است و به صورت همزمان سطوح عوامل ضد التهابی از قبیل IL-4 و IL-10 افزایش می‌یابد که نشان دهنده اثرات ضدالتهابی فعالیت ورزشی است (۲۴). پروتئین واکنش‌گر C (CRP) نمونه‌ای از پروتئین‌های مرحله حاد است که به عنوان یک نشانگر حساس التهاب شناخته شده است (۲۵). نتایج در رابطه با تاثیر تمرینات ورزشی مختلف بر سطوح CRP ضد و نقیض است و کاهش (۲۶) و عدم تغییر (۲۷) در سطوح CRP را بعد از تمرینات ورزشی گزارش کرده‌اند. در تایید یافته‌های حاضر، Okita و همکاران گزارش کردند که دو ماه تمرینات ورزشی هوازی موجب کاهش وزن بدن می‌شود که این کاهش وزن به نوبه خود با کاهش معنادار CRP همراه بود و اینکه همبستگی منفی معناداری بین BMI و سطوح CRP وجود دارد. بر این اساس، محققان عنوان کردند که بافت چربی یکی از عواملی است که می‌تواند در تعدیل سطوح CRP نقش مهمی داشته باشد (۲۸). در این رابطه، Piestrzeniewicz و همکاران عنوان کردند که تمرین هوازی به دلیل نقش موثری که در افزایش متابولیسم چربی و کاهش درصد چربی بدن به عنوان جایگاه اصلی تولید عوامل التهابی از قبیل CRP دارد (۲۹)، می‌تواند در کاهش التهاب نیز موثرتر باشد. بنابراین، به نظر می‌رسد که هر تمرینی در کاهش درصد چربی بدن موثرتر باشد می‌تواند نقش بیشتری در سرکوب التهاب داشته باشد که بر اساس واقعیت‌های فیزیولوژیک موجود مطمئناً اثرگذاری تمرینات هوازی بر این مسیر بیشتر خواهد بود.

باوجود این، Zoppini و همکاران بر خلاف نتایج حاضر نشان دادند که شش ماه تمرین هوازی با شدت متوسط تاثیری بر سطوح CRP در مردان سالمند مبتلا به دیابت نوع۲ ندارد که با عدم تغییر معنادار عوامل آنتروپومتریک از قبیل درصد چربی، وزن بدن و BMI همراه بود و عدم تغییر معنادار در عوامل آنتروپومتریک و التهابی را با نوع، شدت، تواتر و مدت جلسات فعالیت ورزشی مرتبط دانستند، به نحوی که در پژوهش Zoppini و همکاران برنامه تمرینی دو جلسه در هفته اجرا شد (۳۰). بنابراین، تغییرات بافت چربی به عنوان یکی از اندام‌های اصلی تولید عوامل التهابی از قبیل CRP (۴) نقش تعیین کننده در تغییرات مشاهده شده در سطوح عوامل التهابی به دنبال تمرینات ورزشی دارد که در این راستا، تواتر جلسات تمرین و مدت زمان دوره تمرین ورزشی از اهمیت قابل ملاحظه‌ای برخوردار است.

نتایج مطالعات صورت گرفته در مورد تاثیر تمرینات ورزشی بر

سطوح IL-18 نشان داده است که اگرچه فعالیت ورزشی حاد تاثیری بر بیان IL-18 در بافت چربی ندارد، اما فعالیت ورزشی منظم می‌تواند سطوح IL-18 گردش خون و همچنین بیان آن در بافت چربی را کاهش دهد (۳۱) که چنین کاهشی در سطوح IL-18 به عنوان یک سایتوکاین التهابی، تایید کننده اثرات ضدالتهابی فعالیت ورزشی است. همسو با یافته‌های پژوهش حاضر، Kohut و همکاران گزارش کردند که ۱۰ هفته تمرین هوازی (سه جلسه در هفته) منجر به کاهش معنادار عوامل التهابی از قبیل IL-18، IL-6 و CRP در افراد سالمند می‌شود (۳۲).

همچنین، امانی شلمزاری و همکاران پایین بودن سطوح استراحتی IL-18 و CRP در افراد فعال، حتی افراد چاق فعال نسبت به افراد غیر فعال، حتی افراد نرمال غیرفعال را گزارش کردند (۳۳) که دلیلی بر اثرات ضد التهابی فعالیت منظم بدنی دارد. Troseid و همکاران نیز کاهش معنادار سطوح IL-18 را در افراد مبتلا به سندرم متابولیک بعد از ۱۲ هفته تمرین ورزشی ترکیبی (استقامتی–مقاومتی) گزارش کردند که همه این نتایج نشان دهنده نقش موثر تمرینات ورزشی در تعدیل سطوح این سایتوکاین است.

Troseid و همکاران کاهش سطوح IL-18 را به بهبود کنترل گلیسمیک و بویژه بهبود ترکیب بدن نسبت دادند که دارای تاثیرات مثبتی بر التهاب و عناصر مرتبط با سندرم متابولیک است (۳۴).

در تایید یافته‌های Troseid و همکاران که کاهش سطوح IL-188 را با کاهش درصد چربی بدن و بهبود ترکیب بدن مرتبط دانستند، بافت چربی به عنوان منبع اصلی ترشح IL-18 معرفی شده است و گزارش کرده‌اند که IL-18 عمدتاً توسط سلول‌های غیر چربی درون ساختار بافت چربی ترشح می‌شود (۵). همسو با این گفته‌ها، کاهش سطوح عوامل التهابی IL-18 و CRP در پژوهش حاضر با بهبود وضعیت گلیسمیک (کاهش شاخص مقاومت به انسولین) و کاهش وزن بدن همراه بود.

در یکی از مطالعات صورت گرفته در رابطه با تاثیر تمرینات هوازی بر سطوح IL-18 در بیماران دیابتی نوع ۲ Kadoglou همکاران به بررسی تاثیر شش ماه تمرین هوازی (چهار جلسه در هفته) به صورت دویدن و راه رفتن بر سطوح عوامل التهابی CRP و IL-18 در آزمودنی‌های سالمند مبتلا به دیابت نوع۲ پرداختند.

نتایج پژوهش مذکور همسو با یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که سطوح پلاسمایی IL-18 و CRP در گروه تمرین کرده در مقایسه با گروه کنترل و همچنین در مقایسه با مقادیر پیش آزمون کاهش معناداری داشته است (۳۵).

نتایج مشابه با پژوهش حاضر در حالی بود که مدت، شدت و تعداد جلسات تمرین و همچنین سن و وضعیت آزمودنی‌های پژوهش فوق متفاوت از مطالعه حاضر بود. در رابطه با سازوکارهای ضد التهابی فعالیت ورزشی بر سه سازوکار تمرکز شده است:

کاهش چربی احشایی، رهایش سایتوکاین‌های ضد التهابی از عضله در حال انقباض (چنین مولکول‌هایی میوکین نامیده می‌شوند) و کاهش بیان گیرنده‌های شبه تول (TLRs) روی مونوسیت‌ها و ماکروفاژها (با مهار متعاقب آن در مسیرهای پایین دست از قبیل تولید سایتوکاین‌های پیش التهابی و بیان MHC و مولکول‌های هم‌تحریک کننده).

علاوه بر این، مطالعات صورت گرفته روی نمونه‌های حیوانی نشان داده است که اثرات ضد التهابی فعالیت ورزشی به سازوکارهای دیگری از قبیل مهار نفوذ مونوسیت‌ها و ماکروفاژها به درون بافت چربی و تغییر فنوتیپ ماکروفاژهای درون بافت چربی، بستگی دارد (۱۹).

علی‌رغم این، در پژوهش حاضر به دلیل محدودیت‌های روش‌شناسی تغییرات عوامل بررسی شده در بافت‌های دیگر از قبیل بافت چربی بررسی نشده است و شناسایی سازوکار دقیق تاثیر ضدالتهابی تمرینات ورزشی نیازمند مطالعات بیشتری است.

نتیجه‌گیری

یافته‌های حاضر نشان دهنده نقش مثبت تمرینات ورزشی به صورت تداومی و تناوبی در کاهش سطوح عوامل التهابی از قبیل CRP و IL-18 در سربازان چاق و دارای اضافه وزن بود که با کاهش معنادار وزن بدن و بهبود نیمرخ لیپیدی همراه بود. از این رو، به نظر می‌رسد که تمرینات ورزشی هوازی به صورت تناوبی و تداومی تاثیرات مثبتی بر وضعیت التهابی ناشی از چاقی دارند و تفاوت معناداری بین دو نوع تمرین ذکر شده وجود ندارد.

نکات بالینی کاربردی برای جوامع نظامی

- تمرینات استقامتی به صورت تداومی و تناوبی در کاهش سطوح سرمی عوامل موثر در ایجاد التهاب مزمن سربازان چاق و دارای اضافه وزن موثر است و موجب کاهش وزن و بهبود نیمرخ چربی می‌گردد.

تشکر و قدردانی: از تمامی سربازان و پرسنل اداری دانشگاه افسری امام علی (ع) جهت شرکت کننده در پژوهش و همه افرادی که به نحوی در اجرای پژوهش حاضر سهیم بودند، نهایت تشکر را داریم.

نقش نویسندگان: ایده و طراحی اولیه، جمع آوری داده ها، تکمیل پرسشنامه ها، انجام پروژه تحقیق و تحلیل و تفسیر داده‌ها توسط تیم پژوهشی حاضر انجام گرفته است. همه نویسندگان در نگارش اولیه مقاله یا بازنگری ان سهیم بودند و همه با تایید نهایی مقاله حاضر، مسئولیت دقت و صحت مطالب مندرج در ان را می پذیرند.

تضاد منافع: نویسندگان تصریح می‌کنند که هیچ گونه تضاد منافعی در مطالعه حاضر وجود ندارد.

منابع:

1. Alm PS, Krook A, de Castro Barbosa T. Maternal obesity legacy: exercise it away! Diabetologia. 2016; 59(1):5-8.
2. Asp M, Simonsson B, Larm P, Molarius A. Physical mobility, physical activity, and obesity among elderly: findings from a large population-based Swedish survey. Public health. 2017;147:84-91.
3. Lau DC, Dhillon B, Yan H, Szmitko PE, Verma S. Adipokines: molecular links between obesity and atheroslcerosis. American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology. 2005;288(5): H2031-H41.
4. Kim C, Park H, Kawada T, Kim J, Lim D, Hubbard N, et al. Circulating levels of MCP-1 and IL-8 are elevated in human obese subjects and associated with obesity-related parameters. International journal of obesity. 2006;30(9):1347.
5. Fain JN, Tichansky DS, Madan AK. Most of the interleukin 1 receptor antagonist, cathepsin S, macrophage migration inhibitory factor, nerve growth factor, and interleukin 18 release by explants of human adipose tissue is by the non–fat cells, not by the adipocytes. Metabolism. 2006;55(8):1113-21.
6. Gracie JA, Robertson SE, McInnes IB. Interleukin-18. Journal of leukocyte biology. 2003;73(2):213-24.
7. Moriwaki Y, Yamamoto T, Shibutani Y, Aoki E, Tsutsumi Z, Takahashi S, et al. Elevated levels of interleukin-18 and tumor necrosis factor-α in serum of patients with type 2 diabetes mellitus: relationship with diabetic nephropathy. Metabolism-Clinical and Experimental. 2003;52(5):605-8.
8. Brun J-F, Varlet-Marie E, Cassan D, Manetta J, Mercier J. Blood fluidity is related to the ability to oxidize lipids at exercise. Clinical hemorheology and microcirculation. 2004;30(3):339-43.
9. Aggarwal BB, Gehlot P. Inflammation and cancer: how friendly is the relationship for cancer patients? Current opinion in pharmacology. 2009;9(4):351-69.
10. Segman RH, Stein MB. C-reactive protein: a stress diathesis marker at the crossroads of maladaptive behavioral and cardiometabolic sequelae. Am Psychiatric Assoc; 2015.
11. Steptoe A, Wardle J, Marmot M. Positive affect and health-related neuroendocrine, cardiovascular, and inflammatory processes. Proceedings of the National Academy of Sciences. 2005;102(18):6508-12.
12. Mazidi M, Rezaie P, Ferns GA, Vatanparast H. Impact of probiotic administration on serum c-reactive protein concentrations: systematic review and meta-analysis of randomized control trials. Nutrients. 2017;9(1):20.
13. Silva JF, Correa IC, Diniz TF, Lima PM, Santos RL, Cortes SF, et al. Obesity, inflammation, and exercise training: relative contribution of iNOS and eNOS in the modulation of vascular function in the mouse aorta. Frontiers in physiology. 2016;7:386.
14. Shirvani H, Aslani J. The effects of high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on serum irisin and expression of skeletal muscle PGC-1α gene in male rats. Tehran University Medical Journal. 2017;75(7):513-20.
15. Cao M, Quan M, Zhuang J. Effect of High-Intensity Interval Training versus Moderate-Intensity Continuous Training on Cardiorespiratory Fitness in Children and Adolescents: A Meta-Analysis. International journal of environmental research and public health. 2019;16(9).
16. Mathur N, Pedersen BK. Exercise as a mean to control low-grade systemic inflammation. Mediators of inflammation. 2008;2008.
17. Lujan HL, DiCarlo SE. Physical activity, by enhancing parasympathetic tone and activating the cholinergic anti-inflammatory pathway, is a therapeutic strategy to restrain chronic inflammation and prevent many chronic diseases. Medical hypotheses. 2013;80(5):548-52.
18. Pedersen BK. Exercise-induced myokines and their role in chronic diseases. Brain, behavior, and immunity. 2011;25(5):811-6.
19. Gleeson M, Bishop NC, Stensel DJ, Lindley MR, Mastana SS, Nimmo MA. The anti-inflammatory effects of exercise: mechanisms and implications for the prevention and treatment of disease. Nature Reviews Immunology. 2011;11(9):607.
20. Krishnan S, Tokar TN, Boylan MM, Griffin K, Feng D, Mcmurry L, et al. Zumba® dance improves health in overweight/obese or type 2 diabetic women. American journal of health behavior. 2015;39(1): 109-20.
21. Berthon P, Fellmann N, Bedu M, Beaune B, Dabonneville M, Coudert J, et al. A 5-min running field test as a measurement of maximal aerobic velocity. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1997;75(3):233-8.
22. Panagiotakos DB, Pitsavos C, Chrysohoou C, Kavouras S, Stefanadis C. The associations between leisure-time physical activity and inflammatory and coagulation markers related to cardiovascular disease: the ATTICA Study. Preventive medicine. 2005;40(4):432-7.
23. Donges CE, Duffield R, Drinkwater EJ. Effects of resistance or aerobic exercise training on interleukin-6, C-reactive protein, and body composition. Medicine and science in sports and exercise. 2010; 42 (2): 304-13.
24. Teixeira-Lemos E, Nunes S, Teixeira F, Reis F. Regular physical exercise training assists in preventing type 2 diabetes development: focus on its antioxidant and anti-inflammatory properties. Cardiovascular diabetology. 2011;10(1):12.
25. Eklund C, Jahan F, Pessi T, Lehtimäki T, Hurme M. Interleukin 1B gene polymorphism is associated with baseline C-reactive protein levels in healthy individuals. European cytokine network. 2003;14(3): 168-71.
26. Nassis GP, Papantakou K, Skenderi K, Triandafillopoulou M, Kavouras SA, Yannakoulia M, et al. Aerobic exercise training improves insulin sensitivity without changes in body weight, body fat,

adiponectin, and inflammatory markers in overweight and obese girls. Metabolism. 2005;54(11):1472-9.
27. de Lemos ET, Reis F, Baptista S, Pinto R, Sepodes B, Vala H, et al. Exercise training is associated with improved levels of C-reactive protein and adiponectin in ZDF (type 2) diabetic rats. Medical science monitor. 2007;13(8):BR168-BR74.
28. Okita K, Nishijima H, Murakami T, Nagai T, Morita N, Yonezawa K, et al. Can exercise training with weight loss lower serum C-reactive protein levels? Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology. 2004;24(10):1868-73.
29. Piestrzeniewicz K, Łuczak K, Komorowski J, Jankiewicz-Wika J, Goch JH. Relation of C-reactive protein to obesity, adipose tissue hormones and cardiovascular risk factors in men treated with early percutaneous intervention in course of acute myocardial infarction. Neuro endocrinology letters. 2007; 28(4):427-32.
30. 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 older patients with type 2 diabetes. Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases. 2006;16(8):543-9.
31. Leick L, Lindegaard B, Stensvold D, Plomgaard P, Saltin B, Pilegaard H. Adipose tissue interleukin-18 mRNA and plasma interleukin-18: effect of obesity and exercise. Obesity. 2007;15(2):356-63.
32. Kohut M, McCann D, Russell D, Konopka D, Cunnick J, Franke W, et al. Aerobic exercise, but not flexibility/resistance exercise, reduces serum IL-18, CRP, and IL-6 independent of β-blockers, BMI, and psychosocial factors in older adults. Brain, behavior, and immunity. 2006;20(3):201-9.
33. Amani Shalamzari S, Agha Alinejad H, Gharakhanlou R, Molanouri Shamsi M, Talebi Badrabadi K. The Effect of Body Composition and Physical Activity on Basal Levels of Insulin, Glucose, IL-18, IL-6 & CRP and Their Relationship with Insulin Resistance. Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism. 2009;11(6):699-706.
34. Troseid M, Lappegard KT, Mollnes TE, Arnesen H, Seljeflot I. The effect of exercise on serum levels of interleukin-18 and components of the metabolic syndrome. Metabolic syndrome and related disorders. 2009;7(6):579-84.
35. Kadoglou NP, Iliadis F, Angelopoulou N, Perrea D, Ampatzidis G, Liapis CD, et al. The anti-inflammatory effects of exercise training in patients with type 2 diabetes mellitus. European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation. 2007;14 (6): 837-43.