

The effects of the number of sessions of continuous and intermittent aerobic training in a week on markers of healthy heart in menopause Wistars rats

Valiollah Dabidy Roshan, Tala Jolazadeh

Department of Sport Physiology, Faculty of Physical Education, University of Mazandran, Babolsar, Iran

(Received 1 March, 2010 ; Accepted 19 April, 2010)

Abstract

Background and purpose: The purpose of the present study was to determine the effects of three and five sessions of continuous and intermittent aerobic training in a week on some markers of healthy heart (high sensitive C- reactive protein [HS-CRP], LDL-C and HDL-C) in female Wistars rats of strain 14848.

Materials and methods: Eighty-eight rats weighting 325.6 ± 4.93 gram and 21.5 months old, with 3 months fertility period were prepared and divided randomly into three groups: Control, continuous and intermittent with 5 and 3 sessions of aerobic training in a week, and three subgroups including pre-test, mid-test and post-test. Continuous training protocol was performed during 12 weeks, 3 or 5 sessions a week, with progressive speed 12 to 23 meter per minute and duration of 10 to 122 minutes. Blood samples were drawn following 12-14 hrs fasting in three phases at the baseline level. With similar situations and HS-CRP and or LDL-C and HDL-C were measured via immunoturbidimetric assay and enzymatic method, respectively. Data were analyzed using ANOVA considering $P \leq 0.05$ as significance level.

Results: The results showed that HS-CRP levels in control group increased significantly in the 6- and 12-week period. However, in both continuous and intermittence aerobic training groups, insignificant decrease was seen in the first 6 weeks. In addition, assessment of the difference of HS-CRP, LDL-C and HDL-C among the groups showed that the difference was significant between the control and the 5 sessions continuous groups after 6 and 12 weeks.

Conclusion: These findings suggest that although the effectiveness of 5 sessions of training in a week is generally more than continuous training, the duration of training is more important than the frequency of the training sessions per week to inhibit the inflammatory response.

Key words: Exercise, C-reactive protein, rats, menopause

J Mazand Univ Med Sci 2009; 20(74): 44-53 (Persian).

اثر تعداد جلسات تمرینات هوازی تداومی و تناوبی در هفته بر برخی شاخص های تعیین کننده سلامتی قلب در موش های صحرایی یائسه

ولی اله دیدی روشن، طلا جولا زاده

چکیده

سابقه و هدف: هدف از این پژوهش، مطالعه مقایسه تاثیر دوازده هفته تمرین تداومی و تناوبی هوازی سه و پنج جلسه‌ای در هفته بر برخی شاخص های تعیین کننده سلامتی قلب (پروتئین واکنشی C با حساسیت بالا، کلاسترول لیپوپروتئین کم چگالی و پرچگالی) در موش های صحرایی ماده بود.

مواد و روش ها: ۸۸ سر موش صحرایی ماده (نژاد ویستار با وزن $4/93 \pm 325/6$ گرم، سن ۲۱ ماه که حداقل ۳ ماه از اتمام دوران بارداری آنها گذشته بود) به طور تصادفی به سه گروه اصلی شامل گروه کنترل، تداومی و تناوبی ۳ و ۵ جلسه‌ای و زیر گروه های پیش آزمون، میان آزمون و پس آزمون تقسیم شدند. برنامه تمرینی تداومی به مدت ۱۲ هفته و هفته‌ای ۳ و یا ۵ جلسه تمرین با سرعت ۱۲ تا ۲۳ متر در دقیقه و مدت ۱۰ تا ۱۲ دقیقه بصورت پیشرونده اجرا شد. خون گیری در سطوح پایه و به دنبال ۱۲ تا ۱۴ ساعت ناشتایی در سه مرحله با شرایط مشابه انجام و مقادیر HS-CRP با روش ایمنوتور بیدیمتریک و شاخص های LDL-C و HDL-C نیز با روش آنزیماتیک اندازه گیری شد. داده ها با استفاده از آزمون های آنالیز واریانس در سطح $p \leq 0/5$ تحلیل شد.

یافته ها: نتایج نشان داد مقادیر HS-CRP گروه کنترل پس از ۶ و ۱۲ هفته افزایش معنی داری داشته، در حالی که در هر دو گروه تمرین تداومی و تناوبی در ۶ هفته نخست تمرین کاهش غیر معنی داری مشاهده شد که این کاهش در پایان هفته دوازدهم - به غیر از گروه تناوبی ۳ جلسه‌ای - در سایر گروه ها به لحاظ آماری معنادار بود. به علاوه، بررسی تغییرات بین گروهی HS-CRP، LDL-C و HDL-C نشان داد این تفاوت فقط بین دو گروه کنترل و تداومی ۵ جلسه‌ای به دنبال ۶ و ۱۲ هفته تمرین معنی دار است.

استنتاج: با توجه به نتایج حاصله می توان گفت اگرچه در مجموع اثر بخشی تمرینات تداومی ۵ جلسه‌ای بیشتر از تمرینات تناوبی است، اما برای مهار پاسخ التهابی، طول دوره تمرینی مهم تر از تعداد جلسات تمرینی در هفته می باشد.

واژه های کلیدی: ورزش، پروتئین واکنشی C، شاخص التهابی، HS-CRP، موش های صحرایی، یائسگی

مقدمه

بیماری های قلبی و همچنین نقش فعالیت بدنی را در کاهش پیشرفت عفونت ها گزارش کرده اند (۲،۱). اخیراً

فعالیت بدنی با کاهش نشانه های بیماری کرونری همراه است. تحقیقات زیادی نقش التهاب را در پیدایش

E-mail: Vdabidiroshan@yahoo.com

مؤلف مسئول: ولی اله دیدی روشن - مازندران: بابلسر، پردیس دانشگاه مازندران، دانشکده تربیت بدنی

گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه مازندران

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۲/۱۰ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات: ۸۸/۱۲/۲۵ تاریخ تصویب: ۸۹/۱/۳۰

روی چرخ کارسنج را انجام دادند. گروه کنترل هیچگونه تمرینی انجام ندادند. این محققان گزارش کردند که در افراد فعال، سطح HS-CRP به مقدار ۱/۳۹ میلی گرم بر لیتر کاهش نشان داد، درحالی که در گروه کنترل به مقدار ۰/۱ میلی گرم بر لیتر افزایش نشان داد. محققان فوق پیشنهاد دادند که تمرینات ورزشی ممکن است اثرات مفیدی بر HS-CRP و دیگر فاکتورهای خطر ساز قلبی عروقی داشته باشد. به هر حال، اگرچه محققانی اثرات مثبت ورزش به ویژه هوازی را در کاهش شاخص های التهابی و در نتیجه حوادث قلبی عروقی در گروه های سنی مختلف گزارش کرده اند (۱۱، ۱۲)، از سوی دیگر مشخص شده که ورزش با شدت زیاد باعث فراخوانی پاسخ های التهابی در افراد جوان و سالمند می شود (۱)، اما با توجه به شرایط ویژه افراد سالمند، این موضوع مشخص نیست که چند جلسه تمرین در هفته می تواند اثرات سودمندی را در این گروه های سنی به دنبال داشته باشد. به علاوه، اکثر پژوهش های ورزشی در موضوع HS-CRP روی آزمودنی های انسانی انجام شده که احتمالاً به دلیل عدم کنترل عوامل مختلف اثر گذار در این شاخص در برخی موارد نتایج ضد و نقیضی نیز به همراه داشته است (۱۵-۱۱). دستیابی به چنین نتایج متناقض از یک سو و توجه به شرایط ویژه افراد سالمند و لزوم تعیین تعداد جلسات تمرینی و نوع تمرینات از سوی دیگر، موجب شده تا آثار احتمالی ناشی از تمرین تداومی و تناوبی هوازی با جلسات مختلف تمرینی در هفته بر این شاخص التهابی بررسی شود. از اینرو با توجه به اینکه از دیر باز آثار احتمالی ناشی از تمرین تداومی و تناوبی هوازی با جلسات مختلف هفتگی بر این شاخص ها موضوع مورد علاقه پژوهشگران بوده است و تاکنون پاسخی به آن داده نشده است، لذا تعیین تعداد جلسات تمرینی در هفته می تواند تاثیر قابل توجهی در جلوگیری از اتلاف وقت داشته باشد. به علاوه، با توجه به شرایط افراد سالمند که توانایی کمتری در اجرای

گزارش شده است که پروتئین واکنشی C با حساسیت بالا^۱ (HS-CRP) می تواند به عنوان یکی از نشانه های اصلی عفونت در تحقیقات کلینیکی بکار رود (۳). شواهد زیادی نیز مبنی بر افزایش ابتلا به آترواسکلروز به عنوان بیماری غالب سال ۲۰۲۰ در اثر عفونت های مختلف وجود دارد (۲، ۳). با استفاده از چندین نوع سایتوکین و شاخص های التهابی می توان وقوع و یا شدت حوادث قلبی عروقی را تخمین زد. HS-CRP به عنوان حساس ترین شاخص التهابی و پیشگویی کننده مستقل قوی خطر قلبی عروقی معرفی شده است (۲، ۳) که با استفاده از آن می توان افراد مستعد به آترواسکلروز زودرس به ویژه افرادی با مقادیر طبیعی چربی های خونی از قبیل کلسترول لیپوپروتئین کم چگالی (LDL-C) و کلسترول لیپوپروتئین پر چگالی (HDL-C) را شناسایی کرد. مطالعات نشان دادند که اندازه گیری سطح پلاسمایی HS-CRP با چاقی و سندرم متابولیکی (۴) و مقاومت به انسولین (۵)، ارتباط دارد و مقادیر HS-CRP در افراد سالمند (۶) و زنان یائسه (۷، ۸) و افراد چاق (۹، ۱۰) بیشتر از جوانان، مردان و افراد لاغر می باشد. فعالیت بدنی نیز یکی دیگر از عوامل موثر بر این شاخص می باشد. محققان زیادی تأثیر ورزش بر شاخص های التهابی را بررسی کرده اند.

برخی محققان ارتباط معکوس بین مقادیر HS-CRP و آمادگی قلبی تنفسی را کرده اند (۱-۱۳، ۱۱). پژوهش هایی نیز عدم ارتباط بین فعالیت بدنی و HS-CRP (۱۴، ۱۵) و همچنین وزن بدن و HS-CRP (۱۵، ۱۶) را گزارش کرده اند. با توجه به اینکه بسیاری از حوادث قلبی عروقی در سنین بالا بروز می کند، لذا برخی محققان به بررسی تأثیر ورزش بر شاخص های التهابی در افراد سالمند پرداختند. Fairy و همکاران (۷) تأثیر فعالیت بدنی را بر متغیرهای التهابی از جمله HS-CRP در ۵۳ زن یائسه مطالعه کردند. در این مطالعه افراد به صورت تصادفی به دو گروه کنترل و تمرینی تقسیم شدند. گروه تمرینی به مدت ۱۵ هفته و ۳ بار در هفته تمرین هوازی

1. High Sensitive C-Reactive Protein (HS-CRP)

فعالیت بلند مدت را به صورت تداومی دارند، سؤال دیگر آن است آیا این افراد با تجزیه تمرینات تداومی و اجرای آن در قالب چند نوبت تمرینی (تمرین تناوبی هوایی) می‌توانند از مزایای ورزش منظم هوایی بر این شاخص بهره لازم را ببرند؟ از این رو پژوهش حاضر درصدد آن است تا اولاً مشخص نماید که ۱۲ هفته تمرین تداومی و تناوبی هوایی بصورت ۳ و یا ۵ جلسه در هفته چه تأثیری بر HS-CRP و متغیرهای وابسته به آن از قبیل کلسترول، لیپوپروتئین کم چگالی و پرچگالی در موش‌های صحرایی ماده چاق یا نرسه دارد. ثانیاً آیا تفاوتی در اثر بخشی تعداد جلسات تمرینی و نوع تمرینات کنترل شده بر این شاخص‌ها وجود دارد؟

مواد و روش‌ها

آزمودنی‌ها: در پژوهش حاضر ۸۸ سر موش صحرایی ماده ۲۱ ماهه از نژاد ویستار با ژنوم ۱۴۸۴۸ از مرکز پرورش و تکثیر حیوانات آزمایشگاهی انستیتو پاستور ایران تهیه شد. اگرچه مطالعات انجام شده نشان می‌دهد زایش موش‌ها به تدریج از ۱۲ ماهگی نامنظم می‌شود (۱۷)، با وجود این، در پژوهش حاضر ابتدا برای تعیین پایان دوره بارداری روی موش‌ها، پس از هماهنگی‌های لازم موش‌های ماده به مدت ۶ ماه (از ۱۲ تا ۱۸ ماهگی) در مرکز پرورش و تکثیر انستیتو پاستور در کنار موش‌های نر نگهداری شدند و تعداد زایش آنها در هر دوره پس از ۱۲ ماهگی به تدریج تا ۱۸ ماهگی کاهش یافت تا آنکه باروری آنها تقریباً در ۱۸ ماهگی به پایان رسید. سپس این موش‌ها تا ۲۱ ماهگی (دست کم ۳ ماه از اتمام دوران باروری) در قفس نگهداری شدند و سپس وارد فرایند اصلی تحقیق شدند. این حیوانات پس از انتقال به محیط پژوهش و آشنایی با محیط جدید و نحوه فعالیت روی نوار گردان به طور تصادفی به سه گروه اصلی کنترل و تمرینی ۳ و یا ۵ جلسه‌ای و زیر گروه‌های پیش‌آزمون، میان‌آزمون (۶ هفته تمرین) و پس‌آزمون (۱۲ هفته تمرین) تقسیم شدند (جدول شماره ۱).

آشنایی با نوارگردان: جهت جلوگیری از استرس و تغییر شرایط فیزیولوژیکی، نمونه‌ها به مدت ۲ هفته تحت شرایط جدید نگهداری شدند. هفته دوم، شامل آشنایی حیوانات با نحوه فعالیت روی نوار گردان بود. برنامه آشنایی شامل ۵ جلسه راه رفتن و دویدن با سرعت ۵ تا ۸ متر در دقیقه و شیب صفر درصد و به مدت ۵ تا ۱۰ دقیقه بوده است. برای تحریک دویدن، شوک الکتریکی ملایمی در عقب دستگاه تعبیه شد. برای جلوگیری از آثار احتمالی شوک الکتریکی بر نتایج پژوهش، از طریق شرطی‌سازی با صدا به حیوانات آموزش داده شد تا از نزدیک شدن و استراحت در بخش انتهایی دستگاه خودداری کنند.

تغذیه آزمودنی‌ها: غذای آزمودنی‌ها، تولیدی شرکت خوراکی دام پارس بود که بر اساس وزن کشی هفتگی با ترازوی استاندارد و با توجه به جیره طبیعی ۱۰ گرم به ازای هر ۱۰۰ گرم وزن بدن در روز (۱۷) در هر قفس قرار داده می‌شد. در تمام مراحل پژوهش، آب مورد نیاز هر حیوان به صورت آزاد در بطری ویژه حیوانات آزمایشگاهی در اختیار آنها قرار داده شد.

محیط پژوهش: حیوانات مورد آزمایش در این پژوهش در دوره دو هفته‌ای آشنایی با محیط جدید و آشنایی با نوارگردان و همچنین اجرای پروتکل تمرینی به صورت انفرادی در قفس‌های پلی‌کربنات شفاف ۱۵×۱۵×۲۰ سانتی‌متر و در محیطی با دمای ۲۲±۲ درجه سانتی‌گراد و چرخه روشنایی به تاریکی ۱۲:۱۲ ساعت و رطوبت ۵۰±۵ درصد نگهداری شدند. همچنین برای ایجاد تهویه و جریان مناسب هوا از دو دستگاه کولر آبی و دو دستگاه تهویه بدون صدا استفاده شد. برای ایجاد رطوبت مناسب نیز دستگاه بخور تعبیه شد.

اجرای پروتکل تمرینی: آزمودنی‌های این پژوهش به مدت ۶ و ۱۲ هفته تمرین کردند. با توجه به اهداف پژوهش، تعداد جلسات هفتگی تمرین در دو بخش ۵ و ۳ جلسه تمرین در هفته و با رعایت اصل اضافه بار اجرا شد. به طور خلاصه، سرعت برنامه تمرینی تداومی

لیپوپروتئین کم چگالی (LDL-C) و زیر گروه‌های میان آزمون و پس آزمون مربوط به هر سه گروه کنترل و تمرینی (تداومی و تناوبی هوازی) ۳ و ۵ جلسه‌ای نیز به ترتیب پس از ۶ و ۱۲ هفته با شرایط کاملاً مشابه کشته شدند. همه گروه‌ها به دنبال ۱۲ تا ۱۴ ساعت ناشتایی و در شرایط پایه (۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین برای گروه‌های تمرینی) با اتر بی‌هوش و کشته شدند و خون‌گیری توسط متخصص و جراح حیوانات انجام شد. سپس خون لخته شده سانتریفوژ و برای آنالیز بیوشیمیایی، سرم از آن جدا شد. HS-CRP با روش Enhanced Immunoturbidimetric assay latex-particle با دستگاه تحلیل گر خودکار Hitachi912 سنجیده شد (۱۹). HDL-C و LDL-C نیز به روش آنزیماتیک با کیت شرکت پارس آزمون اندازه‌گیری شد.

روش‌های آماری: از آمار توصیفی برای توصیف داده‌ها استفاده شد. آزمون کولموگروف-اسمیرنوف نیز برای تعیین نحوه توزیع داده‌ها به کار رفت. با توجه به طبیعی بودن توزیع داده‌ها، برای تجزیه و تحلیل یافته‌ها در هر گروه پس از ۶ و ۱۲ هفته تمرین از آزمون آنالیز واریانس در اندازه‌گیری‌های مکرر استفاده شد. از آزمون تجزیه و تحلیل واریانس یکطرفه نیز به منظور مطالعه یافته‌های بین گروه‌های ۳ و ۵ جلسه تمرین تداومی و تناوبی هوازی استفاده شد. در صورت مشاهده تفاوت معنی‌داری از آزمون‌های تعقیبی LSD و شفه^۱ نیز به ترتیب برای تعیین اینکه میانگین کدام مرحله یا گروه دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشد، استفاده شد. اختلاف معنی‌داری آماری در سطح $p < 0.05$ تعیین شد.

یافته‌ها

تفاوت معنی‌داری در وزن و سن گروه‌های مختلف در ابتدای تحقیق وجود نداشت (جدول شماره ۱). جدول شماره ۲ میانگین و انحراف معیار HDL-C، HS-CRP و LDL-C گروه‌های کنترل، تداومی و تناوبی ۳ و ۵

در هر دو گروه در هفته‌های اول و دوم از ۱۲ متر در دقیقه آغاز و در هفته سوم تا دوازدهم، سرعت تمرین، هفته‌ای ۱ متر در دقیقه افزایش یافت. مدت تمرین در گروه ۵ جلسه‌ای، از هفته اول تا دهم روزانه طوری افزایش یافت که در آن مدت فعالیت از ۱۰ دقیقه در روز اول هفته نخست تمرینی به ۸۰ دقیقه در شروع هفته یازدهم رسید و سپس در این حد ثابت باقی ماند. مدت تمرین در گروه ۳ جلسه‌ای به صورت منظم، روزانه ۳ دقیقه افزایش یافت و از ۱۶ دقیقه در روز اول به ۱۲۲ دقیقه در آخرین جلسه رسید. از سوی دیگر گروه‌های تناوبی هوازی نیز به مقدار مدت‌های مذکور در تناوب‌های متعدد روی نوارگردان دویدند، به گونه‌ای که گروه‌های تناوبی، مدت مذکور را در چهار هفته اول در دو نوبت و در چهار هفته دوم و سوم به ترتیب در سه و چهار نوبت دویدند. با توجه به ثابت بودن شدت فعالیت در هر دو گروه تمرینی تداومی و تناوبی، نسبت استراحت به فعالیت نیز یک به یک چهارم در نظر گرفته شد. برای گرم کردن، آزمودنی‌ها در ابتدای هر جلسه تمرینی به مدت ۳ دقیقه با سرعت ۷ متر در دقیقه دویدند. سپس برای رسیدن به سرعت مورد نظر به ازای هر دقیقه، ۲ متر در دقیقه به سرعت نوارگردان افزوده می‌شد. برای سرد کردن بدن در انتهای هر جلسه تمرینی نیز سرعت نوارگردان به طور معکوس کاهش می‌یافت تا به سرعت اولیه برسد. با توجه به تاثیر فعالیت روی سطح شیبدار بر فراخوانی شاخص‌های التهابی (۱۸)، کل برنامه تمرینی در پژوهش حاضر روی نوارگردان بدون شیب انجام شد. این برنامه تمرینی با توجه به هزینه اکسژن طراحی شد و کل مسافت تمرینی در طی دوره ۱۲ هفته‌ای و همچنین مسافت گرم و سرد کردن بدن برای گروه‌های ۳ و ۵ جلسه‌ای به ترتیب ۷۱۰۷۹ و ۷۴۰۱۰ متر به دست آمد.

خون‌گیری و آنالیز آزمایشگاهی: در پژوهش حاضر گروه پیش آزمون برای تعیین مقادیر پایه HS-CRP، کلسترول لیپوپروتئین پرچگالی (LDL-C) و کلسترول

1. Shepneh test

مشاهده شد (جداول شماره ۲ و ۳). به علاوه، افزایش قابل توجهی در مقادیر HDL-C بین گروه کنترل و تمام گروه‌های تمرینی بدنبال ۶ و ۱۲ هفته تمرین مشاهده شد.

بحث

در این پژوهش، تاثیر ۱۲ هفته تمرین تداومی و تناوبی ۳ و ۵ جلسه در هفته، بر شاخص التهابی HS-CRP در موش‌های ماده یائسه و یستار با ژنوم ۱۴۸۴۸ که دست کم ۳ ماه از اتمام دوران باروری آنها گذشته بود، مطالعه شد. نتایج نشان داد که مقادیر HS-CRP گروه غیر فعال (کنترل) به تدریج در مرحله‌های پیش آزمون، میان آزمون و پس آزمون افزایش معنی‌داری داشته که این موضوع ممکن است با افزایش LDL-C و کاهش HDL-C ناشی از فرایند یائسگی و عدم فعالیت بدنی در دوران سالمندی مرتبط باشد (جدول شماره ۲). از سوی دیگر، مقادیر HS-CRP تمام گروه تمرینی تداومی و تناوبی ۳ و ۵ جلسه‌ای در ۶ هفته نخست کاهش غیر معنی‌دار داشته و با تداوم تمرین‌ها تا هفته دوازدهم کاهش معنی‌داری در مقادیر HS-CRP در تمام گروه‌ها (به استثنای گروه تناوبی ۳ جلسه‌ای)، مشاهده شد که این امر می‌تواند اثر بخشی طول دوره تمرین را بر HS-CRP نشان دهد. این یافته‌ها گزارش‌های قبلی را مبنی بر کاهش شاخص‌های التهابی در اثر فعالیت‌های منظم بدنی تأیید می‌کنند (۱۲-۲۰، ۱۰-۲۰).

جلسه‌ای را در مراحل مختلف تحقیق (پیش آزمون، ۶ و ۱۲ هفته تمرین) نشان می‌دهد. داده‌های جدول ۲ نشان می‌دهد که مقادیر HS-CRP گروه کنترل پس از ۶ و ۱۲ هفته تمرین افزایش معنی‌داری داشته است (ارزش p به ترتیب ۰/۰۰۶ و ۰/۰۰۰). همچنین مقادیر HS-CRP گروه‌های تداومی و تناوبی ۳ و ۵ جلسه تمرین در هفته، در ۶ هفته نخست تمرین کاهش داشته که این مقدار کاهش به لحاظ آماری معنی‌دار نبوده است (ارزش p گروه تداومی ۳ و ۵ جلسه‌ای به ترتیب ۰/۰۰۸ و ۰/۴۰۷ و گروه تناوبی ۳ و ۵ جلسه‌ای به ترتیب ۰/۳۵۱ و ۰/۷۱۱ بود). از سوی دیگر با ادامه روند تمرین تا هفته ۱۲، کاهش معنی‌داری در مقدار HS-CRP گروه‌های تداومی ۳ و ۵ جلسه‌ای (مقدار p به ترتیب ۰/۰۰۰ و ۰/۰۱۳) و گروه تناوبی ۵ جلسه‌ای ($p \leq ۰/۰۰۳$) مشاهده شد. آنالیز واریانس یکطرفه نیز نشان داد تفاوت آماری مقادیر HS-CRP بین گروه‌های کنترل و تداومی ۵ جلسه‌ای به دنبال ۶ هفته تمرین معنادار است ($p = ۰/۴۰$). همچنین اختلاف معناداری بین گروه کنترل و تمام گروه‌های تمرینی ($p \leq ۰/۰۰۰$) پس از ۱۲ هفته تمرین مشاهده شد (جدول شماره ۳). به علاوه، کاهش معنی‌داری در مقادیر LDL-C گروه تمرینی تداومی و تناوبی ۵ جلسه‌ای به دنبال ۶ هفته تمرین مشاهده شد که با ادامه روند تمرین و پس از ۱۲ هفته، کاهش معنی‌داری در تمام گروه‌ها

جدول شماره ۱: مشخصات گروه‌های اصلی مورد مطالعه و زیرگروه‌های مربوطه

گروه	زیرگروه	مشخصات	وزن (گرم)	سن هنگام خون‌گیری (ماه)	تعداد (سر)	مجموع
کنترل	پیش آزمون		۳۲۵/۶۲۵ ± ۴/۹۳	۲۱/۵	۸	۲۴
	میان آزمون		۳۲۳/۲۵ ± ۴/۳۳	۲۳	۸	
	پس آزمون		۳۱۹/۲۵ ± ۵/۹۲	۲۴/۵	۸	
تداومی ۵ جلسه‌ای	میان آزمون		۳۲۴/۶۲۵ ± ۳/۹۲	۲۳	۸	۱۶
	پس آزمون		۳۲۳/۳۷۵ ± ۵/۰۱	۲۴/۵	۸	
تناوبی ۵ جلسه‌ای	میان آزمون		۳۲۴/۶۲۵ ± ۳/۹۲	۲۳	۸	۱۶
	پس آزمون		۳۲۳/۳۷۵ ± ۵/۰۱	۲۴/۵	۸	
تداومی ۳ جلسه‌ای	میان آزمون		۳۲۳/۵ ± ۴/۷۸	۲۳	۸	۱۶
	پس آزمون		۳۲۴/۳۷۵ ± ۴/۲۷	۲۴/۵	۸	
تناوبی ۳ جلسه‌ای	میان آزمون		۳۲۴/۲۵ ± ۵	۲۳	۸	۱۶
	پس آزمون		۳۲۴/۷۵ ± ۴/۳۹	۲۴/۵	۸	
۸۸						

داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف معیار ارائه شده‌اند.

جدول شماره ۲: مقایسه HS-CRP و متغیرهای وابسته به تحقیق (LDL-C و HDL-C) بین گروه کنترل و گروه های تمرینی†

متغیر و گروه تمرینی	مراحل	پیش آزمون M±SD	میان آزمون M±SD	پس آزمون M±SD
HS-CRP (میلی گرم در دسی لیتر)	کنترل	۰/۰۱۸۴۷ ± ۰/۳۶۶۲	۰/۰۱۶۶۹ ± ۰/۳۸۲۵	۰/۰۱۶۸۵ ± ۰/۴۲۳۸
	تداومی ۵ جلسه ای	۰/۰۱۸۴۷ ± ۰/۳۶۶۲	۰/۰۱۲۴۶ ± ۰/۳۵۵۸	۰/۰۱۰۳۵ ± ۰/۳۲۲۵
	تداومی ۳ جلسه ای	۰/۰۱۸۴۷ ± ۰/۳۶۶۲	۰/۰۱۴۵۸ ± ۰/۳۶۱۳	۰/۰۱۶۰۴ ± ۰/۳۴۰۰
	تناوبی ۵ جلسه ای	۰/۰۱۸۴۷ ± ۰/۳۶۶۲	۰/۰۱۱۲۶ ± ۰/۳۶۱۲	۰/۰۱۱۲۶ ± ۰/۳۶۱۳
LDL-C (میلی گرم در دسی لیتر)	کنترل	۲/۰۶۵۸۸ ± ۱۷/۶۲۵۰	۲/۰۶۵۸۸ ± ۱۸/۶۲۵۰	۲/۰۶۲۵۰ ± ۱۷/۶۲۵۰
	تداومی ۵ جلسه ای	۲/۰۶۵۸۸ ± ۱۷/۶۲۵۰	۱/۶۶۷۷۷ ± ۱۵/۶۲۵۰	۱/۸۳۲۲۵ ± ۱۱/۷۵۰۰
	تداومی ۳ جلسه ای	۲/۰۶۵۸۸ ± ۱۷/۶۲۵۰	۱/۶۶۹۰۵ ± ۱۶/۷۵۰۰	۲/۱۹۹۸۴ ± ۱۳/۶۲۵۰
	تناوبی ۵ جلسه ای	۲/۰۶۵۸۸ ± ۱۷/۶۲۵۰	۱/۳۰۹۳۱ ± ۱۶	۱/۶۸۵۰۲ ± ۱۲/۳۷۵۰
HDL-C (میلی گرم در دسی لیتر)	کنترل	۲/۳۷۵۴۷ ± ۵۵/۲۵۰۰	۲/۵۰۳۵۷ ± ۵۰/۶۲۵۰	۲/۲۹۵۱۸ ± ۴۵/۱۲۵۰
	تداومی ۵ جلسه ای	۲/۳۷۵۴۷ ± ۵۵/۲۵۰۰	۱/۴۵۷۷۴ ± ۶۰/۱۲۵۰	۱/۳۰۲۴۷ ± ۶۴/۳۷۵۰
	تداومی ۳ جلسه ای	۲/۳۷۵۴۷ ± ۵۵/۲۵۰۰	۱/۹۰۸۶۳ ± ۵۸/۷۵۰۰	۱/۸۰۷۷۲ ± ۶۰/۱۲۵۰
	تناوبی ۵ جلسه ای	۲/۳۷۵۴۷ ± ۵۵/۲۵۰۰	۲/۰۶۵۸۸ ± ۵۹/۳۷۵۰	۲/۱۰۰۱۷ ± ۶۲/۱۲۵۰
HS-CRP	تناوبی ۳ جلسه ای	۲/۳۷۵۴۷ ± ۵۵/۲۵۰۰	۱/۴۱۴۲۱ ± ۵۷/۵	۱/۷۶۷۷۷ ± ۵۹/۳۷۵۰

†مقادیر HS-CRP این گروه از موش ها به عنوان مقادیر پایه (پیش آزمون) گروه های تداومی و تناوبی ۳ و ۵ جلسه ای نیز استفاده شد.

※نشانه اختلاف معنی داری نسبت به مرحله قبل است

جدول شماره ۳: آزمون شفه ویژه HS-CRP و متغیرهای وابسته به تحقیق (LDL-C و HDL-C) به دنبال ۶ و ۱۲ هفته تمرین

متغیر	گروه ها	آماره		میان آزمون (پس از ۶ هفته تمرین)		پس آزمون (پس از ۱۲ هفته تمرین)	
		میانگین اختلاف	خطای استاندارد	مقدار p	میانگین اختلاف	خطای استاندارد	مقدار p
HS-CRP (میلی گرم در دسی لیتر)	کنترل - تداومی ۵ جلسه	۰/۰۲۳۷۵	۰/۰۰۷۰۷	۰/۰۴۰	۰/۰۱۰۱۲۵	۰/۰۰۰	
	کنترل - تداومی ۳ جلسه	۰/۰۲۱۲۵	۰/۰۰۷۰۷	۰/۰۸۳	۰/۰۸۳۷۵	۰/۰۰۰	
	تداومی ۵ جلسه - تداومی ۳ جلسه	۰/۰۰۲۵۰	۰/۰۰۷۰۷	۰/۹۹۸	۰/۰۱۷۵۰	۰/۲۱۳	
	کنترل - تناوبی ۵ جلسه	۰/۰۲۱۲۵	۰/۰۰۷۰۷	۰/۰۸۳	۰/۰۹۲۵۰	۰/۰۰۰	
LDL-C (میلی گرم در دسی لیتر)	کنترل - تناوبی ۳ جلسه	۰/۱۸۷۵	۰/۰۰۷۰۷	۰/۱۶۰	۰/۰۷۶۲۵	۰/۰۰۰	
	تناوبی ۵ جلسه - تناوبی ۳ جلسه	۰/۰۰۲۵۰	۰/۰۰۷۰۷	۰/۹۹۸	۰/۰۱۶۲۵	۰/۲۸	
	کنترل - تداومی ۵ جلسه	۰/۹۰۵	۰/۹۵۶۶۵	۰/۰۰۰	۰/۱۹/۲۵	۰/۰۰۰	
	کنترل - تداومی ۳ جلسه	۰/۸۱۲۵	۰/۹۵۶۶۵	۰/۰۰۰	۰/۱۵	۰/۰۰۰	
HDL-C (میلی گرم در دسی لیتر)	تداومی ۵ جلسه - تداومی ۳ جلسه	۱/۳۷۵	۰/۹۵۶۶۵	۰/۷۲۴	۴/۲۵	۰/۰۰۳	
	کنترل - تناوبی ۵ جلسه	۳/۰۰۰۰	۰/۸۱۹۹۵	۰/۲۰	۸/۸۷۵۰۰	۰/۰۰۰	
	کنترل - تناوبی ۳ جلسه	۱/۸۷۵۰۰	۰/۸۱۹۹۵	۰/۲۸۶	۷/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰	
	تناوبی ۵ جلسه - تناوبی ۳ جلسه	۰/۱۱۲۵۰	۰/۸۱۹۹۵	۰/۷۵۷	۰/۸۷۵۰۰	۰/۴۲۹	
HDL-C (میلی گرم در دسی لیتر)	کنترل - تداومی ۵ جلسه	۳/۰۰۰۰	۰/۸۱۹۹۵	۰/۲۰	۸/۸۷۵۰۰	۰/۰۰۰	
	کنترل - تداومی ۳ جلسه	۱/۸۷۵۰۰	۰/۸۱۹۹۵	۰/۲۸۶	۷/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰	
	تداومی ۵ جلسه - تداومی ۳ جلسه	۰/۱۱۲۵۰	۰/۸۱۹۹۵	۰/۷۵۷	۰/۸۷۵۰۰	۰/۴۲۹	
	کنترل - تناوبی ۵ جلسه	۰/۸۷۵	۰/۹۵۶۶۵	۰/۰۰۰	۰/۱۷	۰/۰۰۰	
HDL-C (میلی گرم در دسی لیتر)	کنترل - تناوبی ۳ جلسه	۰/۶۸۷۵	۰/۹۵۶۶۵	۰/۰۰۰	۰/۱۵	۰/۰۰۰	
	تناوبی ۵ جلسه - تناوبی ۳ جلسه	۱/۸۷۵	۰/۹۵۶۶۵	۰/۴۴۱	۲	۰/۳۶۴	

※نشانه اختلاف معنی داری بین گروهی است

بررسی های انجام شده حاکی از وجود ارتباط معکوس بین آمادگی قلبی تنفسی و مقادیر HS-CRP می باشد (۱۱-۱،۱۳). Huffman و همکارانش (۱۱) و Plaisance و همکارانش (۲۱) کاهش بارز مقادیر پایه HS-CRP و دیگر شاخص های التهابی را در افراد فعال گزارش کرده اند. پژوهش های مقطعی و آینده نگر نیز کاهش

پژوهش Goodarzi و همکارانش (۹) نیز موید این موضوع است. این پژوهشگران، دلیل کاهش مقادیر HS-CRP سرمی را کاهش آسیب های عضلانی و در نتیجه کاهش تولید سایتوکین ها، تنظیم وزن بدن، بهبود در حساسیت به انسولین، کاهش فشار خون، کاهش LDL و افزایش HDL به دنبال فعالیت بدنی منظم و مداوم ذکر نمودند.

تمرین در پژوهش حاضر ممکن است به استرس تمرین و سازگاری اندک به تمرین نسبت داده شود. این موضوع در حالی است که با ادامه روند تمرین و پس از ۱۲ هفته، کاهش قابل توجهی در مقدار HS-CRP در هر دو گروه تمرینی تداومی ۵ و ۳ جلسه‌ای و گروه تمرینی تناوبی ۵ جلسه‌ای مشاهده شد، همچنین کاهش معنی‌داری در مقادیر LDL-C گروه تمرینی تداومی و تناوبی ۵ جلسه‌ای به دنبال ۶ هفته تمرین مشاهده شد که با ادامه روند تمرین و پس از ۱۲ هفته، کاهش معنی‌داری در تمام گروه‌ها مشاهده شد (جدول شماره ۲). به علاوه، افزایش قابل توجهی در مقادیر HDL-C بین گروه کنترل و تمام گروه‌های تمرینی بدنبال ۶ و ۱۲ هفته تمرین مشاهده شد. احتمالاً این تغییرات غیرهمسو، ناشی از استرس تمرین و از سوی دیگر افزایش HDL-C و کاهش LDL-C باعث ایجاد تغییرات اندک مقادیر شاخص‌های مرتبط با التهاب (HS-CRP) در گروه‌های تمرینی نسبت به هم و همچنین در مقایسه با گروه کنترل شده است. فعالیت بدنی احتمالاً با چند سازو کار می‌تواند، آثار محافظتی در مقابل بیماری قلبی و عروقی داشته باشد. یکی از این سازوکارها، کاهش میزان التهاب ناشی از سازگاری با فعالیت ورزشی می‌باشد که به آثار ضد اکسایشی فعالیت ورزشی مربوط می‌باشد. اگر چه ورزش واقعاً موجب افزایش متابولیسم هوازی و تحریک استرس اکسایشی می‌شود، اما شواهدی وجود دارد که اجرای تمرینات منظم ورزشی در بلندمدت موجب افزایش دفاع ضد اکسایشی از طریق تنظیم آنزیم‌های ضد اکسایشی می‌شود (۵). شواهدی که با استفاده از مدل‌های حیوانی به دست آمده‌اند، نشان می‌دهند که فعالیت بدنی در درازمدت می‌تواند دفاع ضد اکسایشی را تا حد زیادی افزایش دهد (۳). فعالیت بدنی همچنین می‌تواند با بهبود عملکرد آندوتلیال از طریق حفظ کردن اکسید نیتریک موجب کاهش التهاب شود (۱). از آنجا که سلول‌های آندوتلیال در تولید IL-1 و IL-6 نقش دارند، لذا فعال شدن سلول‌های آندوتلیال می‌تواند

مقادیر پایه HS-CRP را به دنبال فعالیت بدنی نشان داده‌اند (۱۲، ۱۳). یافته‌های پژوهش حاضر مبنی بر مقادیر کمتر HS-CRP در گروه تمرینی نیز با پژوهش‌های مذکور همسو می‌باشد. با وجود این، نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش Marcell و همکارانش (۱۴) و George و همکارانش (۲۲) که عدم تغییر HS-CRP را گزارش دادند، تفاوت دارد. Nicklas و همکارانش (۱۵) نیز عدم تغییر HS-CRP را در ۳۱۶ نفر از افراد مسن گزارش نمودند. برنامه تمرینی این افراد ترکیبی از تمرینات با وزنه و پیاده روی به مدت ۱ ساعت برای ۳ بار در هفته و به مدت ۳ ماه بود. این پژوهشگران، نبود ارتباط بین HS-CRP و فعالیت بدنی را در مطالعات اپیدمیولوژی گزارش کرده‌اند که این تناقض می‌تواند ناشی از تفاوت در برنامه تمرینی، روش ارزیابی و یا طرح مطالعاتی باشد. برای مثال، در پژوهش Nicklas و همکاران از وزنه تمرینی نیز استفاده شده بود. این محققان اظهار داشته وزنه تمرینی، اثر قابل توجهی بر HS-CRP ندارد که این موضوع با اثر غیر معنی‌دار این نوع تمرین بر چربی‌ها همسو می‌باشد (۱۵). همچنین مطالعات نشان داده‌اند که تمرینات شدید بی‌هوازی (۲۳) و به ویژه از نوع برون‌گرا (۱۸)، باعث تحریک پاسخ مرحله حاد و در نتیجه، ترشح پروتئین‌های مثبت مرحله حاد (مثل HS-CRP) می‌شود.

موضوع دیگری که ارزش بررسی دارد، شدت تمرین است. اگر چه محققانی تأثیر شدت تمرین بر افزایش HS-CRP را گزارش کرده‌اند (۱۳، ۲۰)، اما باید توجه داشت که سازش تدریجی با تمرینات می‌تواند بر تعامل بین شدت تمرین و مقادیر HS-CRP اثرگذار باشد (۲۰). از این رو در مطالعه Lamonte و همکاران (۱۳) مقادیر HS-CRP غیر ورزشکاران بیشتر از ورزشکاران بوده است که این امر می‌تواند ناشی از اثر تمرین و سازگاری با ورزش بر استرس و اثر مهارتی ورزش بر HS-CRP باشد. بنابراین، عدم تغییر قابل توجه مقادیر HS-CRP در گروه‌های مختلف تمرینی به دنبال ۶ هفته

موجب تولید اینترلوکین‌ها و چسبندگی مولکول‌هایی شود که موجب التهاب می‌شوند (۳). به طور خلاصه، احتمالاً تمرینات ورزشی هم به طور مستقیم از طریق کاهش تولید سایتوکین‌ها در بافت‌های چربی، عضله و سلول‌های تک یاخته‌ای و هم به صورت غیر مستقیم از طریق افزایش حساسیت به انسولین، بهبود عملکرد سلول‌های آندوتلیال و کاهش وزن بدن موجب کاهش HS-CRP می‌شوند (۲۴).

ارتباط التهاب و چربی‌های خونی موضوع دیگری است که می‌تواند به توجیه کاهش التهاب به دنبال فعالیت ورزشی کمک نماید. با توجه به اثر ضد التهابی فعالیت ورزشی و نقش چاقی و چربی خون در بروز آترواسکلروز و التهاب همراه با آن، می‌توان گفت احتمالاً فعالیت ورزشی منظم و کاهش چربی‌ها باعث بهبود HS-CRP شده است. چند پژوهش نشان داده‌اند که فعالیت هوازی منظم، باعث کاهش چربی‌ها در انسان (۱۰) و حیوانات (۲۵) شده است. از طرف دیگر، افزایش چربی به ویژه چربی‌های احشایی باعث افزایش تولید سایتوکین‌های پیش التهابی به ویژه IL-6 و TNF از این بافت‌ها می‌شود (۲۰، ۳). با افزایش تحریک سمپاتیکی نیز رها سازی سایتوکین‌ها از بافت چربی افزایش می‌یابد و نشان داده شده است که فعالیت ورزشی باعث کاهش تحریک سمپاتیکی می‌شود (۲۰). در پژوهش حاضر نیز معلوم شد تمرین باعث افزایش HDL-C و کاهش LDL-C در مراحل گوناگون تحقیق و همچنین بین گروه کنترل در مقایسه با دو گروه تمرینی تداومی و تناوبی شده است. براساس یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان گفت که اگر چه تاثیر تمرینات ۵ جلسه‌ای در هفته بر شاخص‌های مرتبط بر التهاب بارزتر بوده است، ولی به نظر می‌رسد که با تداوم تمرینات در یک دوره طولانی نتیجه مشابهی حاصل خواهد شد. این یافته مهم مجدداً عدم قطع ورزش و لزوم حفظ تمرینات هر چند با تعداد جلسات کمتر در هفته برای دستیابی به اثرات مثبت ورزش را تائید می‌کند. گواه این ادعا تحقیقی است که توسط Wannamethee و

همکارانش (۲۶) و Pihl و همکارانش (۲۷) روی افراد ورزشکار انجام شده است و همان گونه که قبلاً نیز اشاره شد، مقادیر HS-CRP را در افراد ورزشکار پیشکسوتی که با ترک ورزش غیر فعال شده بودند، حتی بدتر از افراد گروه کنترل غیر ورزشکار گزارش کرده‌اند. باتوجه به ارتباط فعالیت ورزشی با آمادگی قلبی تنفسی و ارتباط این دو با توده چربی بدن و در نتیجه چربی‌های خونی (۱۰، ۲۵)، می‌توان گفت که احتمالاً ۱۲ هفته تمرین‌های تداومی و تناوبی ۳ و ۵ جلسه‌ای در پژوهش حاضر باعث کاهش توده چربی بدن شده است. از طرفی با نگاهی به نتایج تحقیق مشاهده می‌شود که تمرین تداومی ۳ جلسه نسبت به تمرین تناوبی ۳ جلسه، در طولانی مدت و پس از ۱۲ هفته موجب کاهش بیشتری در مقادیر HS-CRP می‌شود که این موضوع می‌تواند اثرات مثبت تمرینات هوازی مداوم هر چند کوتاه مدت را آشکارتر نماید. پژوهش Lakka و همکارانش (۱۲) نیز موید این موضوع است. این پژوهشگران، مقادیر HS-CRP سرمی ۶۵۲ مرد و زن سفید و سیاه پوست بی‌تحرك را پس از اجرای ۲۰ هفته و هفته‌ای ۳ جلسه برنامه تمرینی استاندارد روی چرخ کارسنج بررسی کردند. نتایج نشان داد که سطح HS-CRP سرمی تعداد ۱۶۲ نفر از افرادی که مقدار CRP اولیه آنها بالا بود (بیشتر از ۳ میلی‌گرم بر لیتر)، پس از تمرینات به مقدار ۱/۳۴ میلی‌گرم بر لیتر کاهش یافت.

به طور خلاصه، با توجه به فرضیه‌های التهابی آتروژنز (۳) و نقش ورزش در کاهش مقادیر چربی بدن و چاقی شکمی و در نتیجه مهار التهاب (۲۴، ۲۵) می‌توان نتیجه‌گیری کرد که افراد می‌توانند از تمرینات ورزشی هوازی جهت پیشگیری از بروز بیماری‌های قلبی عروقی سود ببرند. از سوی عدم مشاهده تفاوت معنی‌دار بین گروه‌های تداومی و تناوبی بدین مفهوم است تمرین تناوبی نیز می‌تواند فوایدی همانند تمرین تداومی را به دنبال داشته باشد. از اینرو با تجزیه همان فعالیت به چند نوبت تمرینی می‌توان از مزایای تمرینات هوازی بهره برد. به علاوه، هر چند در کل اثربخشی تمرینات ۵ جلسه‌ای

اهداف فوق بهره برد. براساس این یافته به نظر می‌رسد حفظ و تداوم تمرینات در دوره طولانی آثار مطلوب‌تری را به ارمغان خواهد آورد. اینکه تمرینات با شدت و مدت بیشتر، ولی با تعداد جلسات تمرینی کمتر می‌تواند نتیجه مشابهی را به دنبال داشته باشد، موضوعی است که می‌تواند مورد توجه محققان آتی قرار گیرد.

در هفته بیشتر از تمرینات ۳ جلسه‌ای است، اما با توجه به مشاهده عدم تفاوت معنی‌دار بین گروه‌های ۳ و ۵ جلسه‌ای به ویژه پس از ۱۲ هفته تمرین، می‌توان گفت زمانی که محدودیت زمانی در انجام فعالیت ورزشی وجود دارد، می‌توان از تمرینات تداومی و یا تناوبی ۳ جلسه‌ای (اما با مدت بیشتر در هر جلسه) برای دستیابی به

References

- Oberbach A, Tönjes A, Klötting N, Fasshauer M, Kratzsch J, Busse MW, et al. Effect of a 4 week physical training program on plasma concentrations of inflammatory markers in patients with abnormal glucose tolerance. *European Journal of Endocrinology* 2006; 154(4): 77-85.
- Kasapis C, Thompson PD. The Effects of Physical Activity on Serum C-Reactive Protein and Inflammatory Markers. *J Am Coll Cardiol* 2005; 45: 1563-1569.
- Pearson TA, Mensah GA, Alexander RW, Anderson JL, Cannon RO III, Criqui M, et al. Markers of inflammation and cardiovascular disease. *Circulation* 2003; 107: 499-511.
- Ridker PM, Buring JE, Cook NR, Rifai N. C-reactive protein, the metabolic syndrome, and risk of incident cardiovascular events: an 8-year follow-up of 14719 initially healthy American women. *Circulation* 2003; 107: 391-397.
- Powers S.K, Ji L.L, Leeuwenburgh C. Exercise training-induced alterations in skeletal muscle antioxidant capacity a brief review. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31: 987-997.
- Geffken DF, Cushman M, Burke GL, Polak JF, Sakkinen PA, Tracy RP. Association between physical activity and Markers of Inflammation in a Healthy Elderly Population. *Am J Epidemio* 2001 153(3): 242-250.
- Fairey AS, Courneya KS, Field CJ, Bell GJ, Jones LW, Martin BS. Effect of exercise training on C-reactive protein in postmenopausal breast cancer survivors: a randomized controlled. *Brain Behav Immun* 2005; 19(5): 381-318.
- Kim BJ, Yu YM, Kim EN, Chung YE, Koh JM, Kim GS. Relationship between serum hs-CRP concentration and biochemical bone turnover markers in healthy pre- and postmenopausal women. *Clin Endocrinol* 2007; 67(1): 152-158.
- Goodarzi MT, Babaahmadi-Rezaei H, Kadkhodaei- Eliaderani M, Haddadinezhad S. Relationship of serum adiponectin with blood lipids, HbA(1)c, and hs-CRP in type II diabetic postmenopausal women. *Journal of Clinical Laboratory Analysis* 2007; 21(3): 197-200.
- Tchernof A, Nolan A, Sites CK, Ades PA, Poehlman ET. Weight loss reduces C-reactive protein levels in obese postmenopausal women: *Circulation* 2007; 105(5): 564.
- Huffman KM, Samsa GP, Slentz CA, Duscha BD, Johnson JL, Bales CW, et al. Response of high-sensitivity C-reactive protein to exercise training in an at-risk population. *Am Heart J* 2005; 152(4): 793-800.
- Lakka TA, Lakka HM, Rankinen T, Leon AS, Rao DC, Skinner JS, et al. Effect of exercise training on plasma levels of C-reactive protein in healthy adults: the HERITAGE Family Study. *Am Heart J* 2005; 26(19): 2018-2025.

13. LaMonte MJ, Durstine JL, Yanowitz FG, Lim T, DuBose KD, Davis P, et al. Cardiorespiratory Fitness and C-reactive protein among a Tri-ethnic Sample of Woman. *Circulation* 2002; 106: 403-406.
14. Marcell TJ, McAuley KA, Traustadottir T, Reaven PD. Exercise training is not associated with improved levels of C-reactive protein or adiponectin. *Metabolism* 2005; 54: 533-541.
15. Nicklas B.J, Ambrosius W, Messier S.P, Miller G.D, Peninx B.W, FLoeser R, et al. Diet-induced weight loss, Exercise and chronic inflammation in older, obese adults: a randomized controlled clinical trail. *Am J Clini Nutri* 2001; 79(4): 544-551.
16. Nassis G.P, Papantakou K, Skenderi K, Triandafillopoulou M, Kavauras S.A, 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): 1472-1479.
17. Whih W.H. The Laboratory Rat. In T. Pool (Ed): *UFAW Handbook on the Care and Management of Laboratory Animals*, 6 Ed. Harlow, UK: Longman Scientific and Technical, 1987.
18. Phillips T, Childs A.C, Dreon D.M, Phinne S.Y, Leeuwenburgh C. A dietary supplement attenuates IL-6 and CRP after eccentric exercise in untrained males. *Med Sci Spo Exer* 2003; 35(12): 2032-2037.
19. Jayachandran M, Okano H, Chatrath R, Owen WG, McConnell JP, Miller VM. Sex-Specific changes in platelet Aggregation and secretion with sexual maturity in pigs. *J Appl Physiol* 2004; 97: 1445-1452.
20. Horch T.S, Barlow C.E, Earnest C.P, Kampert J.B, Priest E.L, Blair S.N. Associations between cardiorespiratory fitness and C-reactive protein in men. *Arterioscl Throm Vas* 2002; 22(11): 1869-1876.
21. Plaisance E.P, Taylor JK, Alhassan S, Abebe A, Mestek ML, Grandjean PW. Cardiovascular fitness and vascular inflammatory markers after acute aerobic exercise. *Interna J Spo Nutr Exe* 2007; 17(2): 152-162.
22. Kelley G.A, Kelley K.S. Effects of aerobic exercise on C-reactive protein, body composition, and maximum oxygen consumption in adults. *Metabolism* 2006; 55(11): 1500-1507.
23. Meyer T, Gabriel H.H.M, Mratz Muller H.J Kindermann W. Anaerobic exercise induces moderate acute phase response. *Med Sci Spo Exer* 2001; 33(4): 549-555.
24. Gielen S, Adams V, Mobius-Winkler S. Anti-inflammatory effects of exercise training in the skeletal muscle of patients with chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol* 2003; 42: 861-868.
25. Fiebig RG, Hollander JM, Ney D, Boileau R, Jeffery E, Ji LL. Training down-regulates fatty acid Strength and blood fat in obese zucker rats. *Med Sci Spo Exer* 2002; 34(7): 1160-1114.
26. Wannamethee SG, Lowe GD, Whincup PH, Rumley A, Walker M, Lennon L. Physical Activity and Hemostatic and Inflammatory variables in Elderly Men. *Circulation* 2002; 105(15): 1785-1790.
27. Pihl E, Zilmer K, Kullisaar T, Kairane C, Pulges A, Zilmer M. High-sensitive C-reactive protein level and oxidative stress related status in former athletes in relation to traditional cardiovascular risk factor. *Atheroscle* 2003; 171: 321-326.