Archive of SID

ORIGINAL ARTICLE

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).

www.SID.ir

Archive of SID

پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره نوزدهم شماره ۷۴ بهمن و اسفند سال ۱۳۸۸ (۵۳-۴۴)

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 دبیدی 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 شاخص‌های تعیین‌کننده سلامتی قلب (پروتئین واکنشی C با حساسیت بالا، کلسترول لیپوپروتئین کم چگالی و پرچگالی) در موش‌های صحرایی ماده بود.

مواد و روش ها : ۸۸ سر موش صحرایی ماده (نژاد ویستار با وزن ۴/۹۳ ± ۳۲۵/۶ 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 گروه‌های 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 ۱۲۲ دقیقه بصورت پیشرونده اجرا شد. خون‌گیری 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 شاخص‌های LDL-C و HDL-C نیز با روش آنزیماتیک اندازه‌گیری شد. داده‌ها با استفاده از آزمون‌های آنالیز واریانس در سطح $p\leq ۰/۵$ تحلیل شد.

یافته ها : نتایج نشان داد مقادیر HS- CRP گروه کنترل پس از ۶ و ۱۲ هفته افزایش معنی‌داری داشته، در حالی که در هر دو گروه تمرین تداومی و تناوبی در ۶ هفته نخست تمرین کاهش غیرمعنی‌داری مشاهده شد که این کاهش در پایان هفته دوازدهم- به غیر از گروه تناوبی ۳ جلسه‌ای- در سایر گروه‌ها 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 معنی‌دار است.

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

واژه‌های کلیدی: ورزش، پروتئین واکنشی C، شاخص التهابی،HS-CRP ، موش‌های صحرایی، یائسگی

مقدمه

فعالیت بدنی با کاهش نشانه های بیماری کرونری همراه است. تحقیقات زیادی نقش التهاب را در پیدایش بیماری‌های قلبی و همچنین نقش فعالیت بدنی را در کاهش پیشرفت عفونت‌ها گزارش کرده‌اند(۲،۱). اخیراً

مولف مسئول: ولی اله دبیدی روشن- مازندرران: بابلسر، پردیس دانشگاه مازندران، دانشکده تربیت بدنی گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه مازندران E-mail: Vdabidiroshan@yahoo.com

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

www.SID.ir

Archive of SID

گزارش شده است که پروتئین واکنشی C با حساسیت بالا[1] (HS-CRP) می‌تواند به عنوان یکی از نشانه‌های اصلی عفونت درتحقیقات کلینیکی بکار رود(۳). شواهد زیادی نیز مبنی برافزایش ابتلا به آترواسکلروز به عنوان بیماری غالب سال ۲۰۲۰ دراثر عفونت‌های مختلف وجود دارد(۳،۲). با استفاده ازچندین نوع سایتوکین و شاخص‌های التهابی می‌توان وقوع و یا شدت حوادث قلبی عروقی را تخمین زد. HS-CRP به عنوان حساس‌ترین شاخص التهابی و پیشگویی‌کننده مستقل قوی خطر قلبی عروقی معرفی شده است(۳،۲) که با استفاده از آن می‌توان افراد مستعد به آترواسکلروز زودرس به ویژه افرادی با مقادیر طبیعی چربی‌های خونی از قبیل کلسترول لیپوپروتئین کم چگالی(LDL-C) و کلسترول لیپوپروتئین پرچگالی(HDL-C) را شناسایی کرد. مطالعات نشان دادند که اندازه‌گیری 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 (۸،۷) و افراد چاق (۱۰،۹،۶) بیشتر از جوانان، مردان و افراد لاغر می‌باشد. فعالیت بدنی نیز یکی دیگر ازعوامل موثر بر این شاخص می‌باشد. محققان زیادی تأثیر ورزش بر شاخص‌های التهابی را بررسی کرده‌اند.

برخی محققان ارتباط معکوس بین مقادیر HS-CRP و آمادگی قلبی تنفسی را کرده‌اند(۱۳،۱-۱۱). پژوهش‌هایی نیز عدم ارتباط بین فعالیت بدنی و HS-CRP (۱۵،۱۴) و همچنین وزن بدن و HS-CRP (۱۶،۱۵) را گزارش کرده‌اند. با توجه به اینکه بسیاری از حوادث قلبی عروقی در سنین بالا بروز می‌کند، لذا برخی محققان به بررسی تأثیر ورزش بر شاخص‌های التهابی در افراد سالمند پرداختند. Fairey و همکاران(۷) تاثیر فعالیت بدنی را بر متغیرهای التهابی ازجمله 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 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 میلی‌گرم بر لیتر کاهش نشان داد، درحالی‌که درگروه کنترل به مقدار ۰/۱ میلی‌گرم بر لیتر افزایش نشان داد. محققان فوق پیشنهاد دادند که تمرینات ورزشی ممکن است اثرات مفیدی بر HS-CRP و دیگر فاکتورهای خطرساز قلبی عروقی داشته باشد. به هر حال، اگرچه محققانی اثرات مثبت ورزش به ویژه هوازی را در کاهش شاخص‌های التهابی و در نتیجه حوادث قلبی عروقی در گروه‌های سنی مختلف گزارش کرده‌اند(۱۲،۱۱)، از سوی دیگر مشخص شده که ورزش با شدت زیاد باعث فراخوانی پاسخ‌های التهابی در افراد جوان و سالمند می‌شود(۱)، اما با توجه به شرایط ویژه افراد سالمند، این موضوع مشخص نیست که چند جلسه تمرین در هفته می‌تواند اثرات سودمندی را در این گروه‌های سنی به دنبال داشته باشد. به علاوه، اکثر پژوهش‌های ورزشی در موضوع HS-CRP روی آزمودنی‌های انسانی انجام شده که احتمالا به دلیل عدم کنترل عوامل مختلف اثرگذار در این شاخص در برخی موارد نتایج ضد و نقیضی نیز بهمراه 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 شاخص‌ها موضوع مورد علاقه پژوهشگران بوده است و تاکنون پاسخی به آن داده نشده است، لذا تعیین تعداد جلسات تمرینی در هفته می‌تواند تاثیر قابل توجهی در جلوگیری از اتلاف وقت داشته باشد. به علاوه، با توجه به شرایط افراد سالمند که توانایی کمتری در اجرای

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

www.SID.ir

Archive of SID

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

مواد و روش ها

آزمودنی‌ها: درپژوهش حاضر ۸۸ سر موش صحرایی ماده ۲۱ ماهه از نژاد ویستار با ژنوم ۱۴۸۴۸ از مرکز پرورش و تکثیر حیوانات آزمایشگاهی انستیتوپاستور 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 پیش آزمون، میان آزمون (۶ هفته تمرین) و پس آزمون (۱۲ هفته تمرین) تقسیم شدند (جدول شماره ۱).

آشنایی با نوارگردان: جهت جلوگیری از استرس و تغییر شرایط فیزیولوژیکی، نمونه ها 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 خوراک دام پارس بود که بر اساس وزن کشی هفتگی با ترازوی استاندارد و با توجه به جیره طبیعی ۱۰ گرم به ازای هر ۱۰۰گرم 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 دورهٔ دو هفته‌ای آشنایی با محیط جدید و آشنایی با نوارگردان و همچنین اجرای پروتکل تمرینی به صورت انفرادی در قفس‌های پلی کربنات شفاف ۱۵×۱۵×۲۰ سانتی متر و در محیطی با دمای۲±۲۲ درجه سانتی‌گراد و چرخه روشنایی به تاریکی ۱۲:۱۲ ساعت و رطوبت ۵±۵۰ 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 ۱۲هفته تمرین کردند. با توجه به اهداف پژوهش، تعداد جلسات هفتگی تمرین در دو بخش ۵ و یا ۳ جلسه تمرین در هفته و با رعایت اصل اضافه بار اجرا شد. به طور خلاصه، سرعت برنامه تمرینی تداومی

www.SID.ir

در هر دوگروه در هفته‌های اول و دوم از ۱۲متر در دقیقه آغاز و در هفته سوم تا دوازدهم، سرعت تمرین، هفته‌ای ۱ متر دردقیقه افزایش یافت. مدت تمرین در گروه ۵ جلسه‌ای، از هفته اول تا دهم روزانه طوری افزایش یافت که در آن مدت فعالیت از ۱۰دقیقه 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 گروه۳ 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 دیگرگروه‌های 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 دوگروه 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 باسرعت ۷ متر در دقیقه دویدند. سپس برای رسیدن به سرعت مورد نظر به ازای هر دقیقه،۲ متر دردقیقه به سرعت نوار گردان افزوده می‌شد. برای سرد کردن بدن در انتهای هر جلسه تمرینی نیز سرعت نوار گردان 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 نوار گردان بدون شیب انجام شد. این برنامه تمرینی باتوجه به هزینه اکسیژن طراحی شد و کل مسافت تمرینی درطی دوره ۱۲ هفته‌ای و همچنین مسافت گرم و سرد کردن بدن برای گروه‌های ۳ و ۵ جلسه‌ای به ترتیب ۷۱۰۷۹ و ۷۴۰۱۰ متربه دست آمد.

خون‌گیری و آنالیز آزمایشگاهی: در پژوهش حاضر گروه پیش آزمون برای تعیین مقادیر پایه -CRP HS، کلسترول لیپوپروتئین پرچگالی (HDL-C) و کلسترول لیپوپروتئین کم چگالی (LDL-C) و زیر گروه‌های میان آزمون و پس آزمون مربوط به هرسه گروه کنترل و تمرینی (تداومی و تناوبی هوازی) ۳ و ۵ جلسه‌ای نیز به ترتیب پس از ۶ و ۱۲ هفته با شرایط کاملا 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- اسمیرنف 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 آنالیزواریانس در اندازه‌گیری‌های مکرر استفاده شد. از آزمون تجزیه و تحلیل واریانس یکطرفه نیز به منظور مطالعه یافته‌های بین گروه های ۳ و ۵ جلسه تمرین تداومی و تناوبی هوازی استفاده شد. در صورت مشاهده تفاوت معنی‌داری از آزمون‌های تعقیبیLSD و شفه[1] نیز به ترتیب برای تعیین اینکه میانگین کدام مرحله یا گروه دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشد، استفاده شد. اختلاف معنی‌داری آماری در سطح $p<۰/۰۵$ تعیین شد.

یافته ها

تفاوت معنی‌داری در وزن و سن گروه‌های مختلف در ابتدای تحقیق وجود نداشت(جدول شماره۱). جدول شماره ۲ میانگین و انحراف معیارHS-CRP ،HDL-C و LDL-C گروه‌های کنترل، تداومی و تناوبی ۳ و ۵

1. Shepheh test

Archive of SID

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 از۶ و۱۲ هفته تمرین افزایش معنی‌داری داشته است (ارزش p به ترتیب ۰/۰۰۶و 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 ۰/۰۸ و ۰/۴۰۷ و گروه تناوبی ۳ و ۵ جلسه‌ای به ترتیب۰/۳۵۱ و ۰/۷۱۱ بود). از سوی دیگر با ادامه روند تمرین تا هفته ۱۲، کاهش معنی‌داری در مقدارHS-CRP گروه‌های تداومی ۵ و ۳ جلسه ای (مقدارp 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 وتداومی 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 دنبال۶ هفته تمرین مشاهده شد که با ادامه روند تمرین و پس از ۱۲ هفته، کاهش معنی‌داری در تمام گروه‌ها مشاهده شد (جداول شماره ۲ و۳). 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 التهابیHS-CRP در موش‌های ماده یائسه ویستار با ژنوم ۱۴۸۴۸ که دست کم ۳ ماه از اتمام دوران باروری آنها گذشته بود، مطالعه شد. نتایج نشان داد که مقادیرHS-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، مقادیرHS-CRP تمام گروه تمرینی تداومی و تناوبی ۳ و ۵ جلسه‌ای در۶ هفته نخست کاهش غیرمعنی‌دار داشته و با تداوم تمرین‌ها تا هفته دوازدهم کاهش معنی‌داری در مقادیرHS-CRP در تمام گروه‌ها (به استثنای گروه تناوبی۳ جلسه‌ای)، مشاهده شدکه این امرمی‌تواند اثر بخشی طول دوره تمرین را برHS-CRP نشان دهد. این یافته‌ها گزارش‌های قبلی را مبنی بر کاهش شاخص‌های التهابی در اثر فعالیت‌های منظم بدنی تأیید می‌کنند(۱۲-۱۰،۲۰).

جدول شماره ۱ : مشخصات گروه های اصلی مورد مطالعه و زیرگروه های مربوطه

گروه	زیرگروه / مشخصات	وزن (گرم)	سن هنگام خون گیری (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	
تداومی۵ جلسه‌ای	میان آزمون	۳۲۴/۶۲۵ ± ۳/۹۲	۲۳	۸	۱۶
	پس آزمون	۳۲۳/۳۷۵ ± ۵/۰۱	۲۴/۵	۸	
تناوبی۵ 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	
تناوبی۳ جلسه‌ای	میان آزمون	۳۲۴/۲۵ ±۵	۲۳	۸	۱۶
	پس آزمون	۳۲۴/۷۵ ± ۴/۳۹	۲۴/۵	۸	
					۸۸

داده ها به صورت میانگین ±انحراف معیار ارائه شده اند.

www.SID.ir

جدول شماره ۲ : مقایسه HS-CRP و متغیر های وابسته به تحقیق (HDL-C و LDL-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 دسی‌لیتر)	کنترل	۰/۳۶۶۲± ۰/۰۱۸۴۷	۰/۳۸۲۵± ۰/۰۱۶۶۹*	۰/۴۲۳۸± ۰/۰۱۶۸۵ *
	تداومی ۵ جلسه‌ای	۰/۳۶۶۲± ۰/۰۱۸۴۷	۰/۳۵۵۸± ۰/۰۱۲۴۶	۰/۳۲۲۵± ۰/۰۱۰۳۵ *
	تداومی ۳ جلسه‌ای	۰/۳۶۶۲± ۰/۰۱۸۴۷	۰/۳۶۱۳± ۰/۰۱۴۵۸	۰/۳۴۰۰± ۰/۰۱۶۰۴ *
	تناوبی ۵ جلسه‌ای	۰/۳۶۶۲± ۰/۰۱۸۴۷	۰/۳۶۱۲± ۰/۰۱۱۲۶	۰/۳۳۱۳± ۰/۰۱۱۲۶ *
	تناوبی ۳ جلسه‌ای	۰/۳۶۶۲± ۰/۰۱۸۴۷	۰/۳۶۳۷± ۰/۰۱۵۰۶	۰/۳۴۷۵± ۰/۰۱۴۸۸
LDL-C (میلی گرم در دسی لیتر)	کنترل	۲/۰۶۵۸۸± ۱۷/۶۲۵۰	۲/۰۶۵۸۸± ۱۸/۶۲۵۰	۲/۱۹۹۸۴± *۲۰/۶۲۵۰
	تداومی ۵ جلسه‌ای	۲/۰۶۵۸۸± ۱۷/۶۲۵۰	۱/۷۶۷۷۷ ± *۱۵/۶۲۵۰	۱/۸۳۲۲۵± *۱۱/۷۵۰۰
	تداومی ۳ جلسه‌ای	۲/۰۶۵۸۸± ۱۷/۶۲۵۰	۱/۶۶۹۰۵± ۱۶/۷۵۰۰	۲/۱۹۹۸۴±*۱۳/۶۲۵۰
	تناوبی ۵ جلسه‌ای	۲/۰۶۵۸۸± ۱۷/۶۲۵۰	۱/ ۳۰۹۳۱ ± *۱۶	۱/۶۸۵۰۲± *۱۲/۳۷۵۰
	تناوبی ۳ جلسه‌ای	۲/۰۶۵۸۸± ۱۷/۶۲۵۰	۱/۲۴۶۴۲± ۱۷/۱۲۵۰	۱/۴۱۴۲۱±*۱۴
HDL-C (میلی گرم در دسی لیتر)	کنترل	۲/۳۷۵۴۷± ۵۵/۲۵۰۰	۲/۵۰۳۵۷± *۵۰/۶۲۵۰	۲/۲۹۵۱۸± *۴۵/۱۲۵۰
	تداومی ۵ جلسه‌ای	۲/۳۷۵۴۷± ۵۵/۲۵۰۰	۱/۴۵۷۷۴± *۶۰/۱۲۵۰	۱/۳۰۲۴۷± *۶۴/۳۷۵۰
	تداومی ۳ جلسه‌ای	۲/۳۷۵۴۷± ۵۵/۲۵۰۰	۱/۹۰۸۶۳± *۵۸/۷۵۰۰	۱/۸۰۷۷۲± *۶۰/۱۲۵۰
	تناوبی ۵ جلسه‌ای	۲/۳۷۵۴۷± ۵۵/۲۵۰۰	۲/۰۶۵۸۸± *۵۹/۳۷۵۰	۲/۱۰۰۱۷± *۶۲/۱۲۵۰
	تناوبی ۳ جلسه‌ای	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 تناوبی۳ 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 متغیر های وابسته به تحقیق (HDL-C و LDL-C) به دنبال ۶ و ۱۲ هفته تمرین

متغیر	آماره / گروه‌ها	میان آزمون (پس از۶ هفته تمرین) میانگین اختلاف	خطای استاندارد	مقدار p	پس آزمون(پس از۱۲ هفته تمرین) میانگین اختلاف	خطای استاندارد	مقدار p
HS-CRP (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	کنترل - تداومی ۵ جلسه	۰/۰۲۳۷۵ *	۰/۰۰۷۰۷	۰/۰۴۰	۰/۱۰۱۲۵ *	۰/۰۰۷۰۶	۰/۰۰۰
	کنترل - تداومی ۳ جلسه	۰/۰۲۱۲۵	۰/۰۰۷۰۷	۰/۰۸۳	۰/۰۸۳۷۵ *	۰/۰۰۷۰۶	۰/۰۰۰
	تداومی ۵ جلسه- تداومی۳جلسه	-۰/۰۰۲۵۰	۰/۰۰۷۰۷	۰/۹۹۸	-۰/۰۱۷۵۰	۰/۰۰۷۰۶	۰/۲۱۳
	کنترل - تناوبی ۵ جلسه	۰/۰۲۱۲۵	۰/۰۰۷۰۷	۰/۰۸۳	۰/۰۹۲۵۰ *	۰/۰۰۷۰۶	۰/۰۰۰
	کنترل - تناوبی ۳ جلسه	۰/۰۱۸۷۵	۰/۰۰۷۰۷	۰/۱۶۰	۰/۰۷۶۲۵ *	۰/۰۰۷۰۶	۰/۰۰۰
	تناوبی ۵ جلسه- تناوبی۳جلسه	-۰/۰۰۲۵۰	۰/۰۰۷۰۷	۰/۹۹۸	-۰/۰۱۶۲۵	۰/۰۰۷۰۶	۰/۲۸
LDL-C (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	کنترل - تداومی ۵ جلسه	-۹/۵ *	۰/۹۵۶۶۵	۰/۰۰۰	-۱۹/۲۵ *	۰/۹۴۶۳۳	۰/۰۰۰
	کنترل - تداومی ۳ جلسه	-۸/۱۲۵ *	۰/۹۵۶۶۵	۰/۰۰۰	-۱۵ *	۰/۹۴۶۳۳	۰/۰۰۰
	تداومی ۵ جلسه- تداومی۳جلسه	۱/۳۷۵	۰/۹۵۶۶۵	۰/۷۲۴	۴/۲۵ *	۰/۹۴۶۳۳	۰/۰۰۳
	کنترل - تناوبی ۵ جلسه	۳/۰۰۰۰۰ *	۰/۸۱۹۹۵	۰/۰۲۰	۸/۸۷۵۰۰ *	۰/۹۴۵۳۸	۰/۰۰۰
	کنترل - تناوبی ۳ جلسه	۱/۸۷۵۰۰	۰/۸۱۹۹۵	۰/۲۸۶	۷/۰۰۰۰۰ *	۰/۹۴۵۳۸	۰/۰۰۰
	تناوبی ۵ جلسه- تناوبی۳جلسه	-۱/۱۲۵۰۰	۰/۸۱۹۹۵	۰/۷۵۷	-۱/۸۷۵۰۰	۰/۹۴۵۳۸	۰/۴۲۹
HDL-C (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	کنترل - تداومی ۵ جلسه	۳/۰۰۰۰۰ *	۰/۸۱۹۹۵	۰/۰۲۰	۸/۸۷۵۰۰ *	۰/۹۴۵۳۸	۰/۰۰۰
	کنترل - تداومی ۳ جلسه	۱/۸۷۵۰۰	۰/۸۱۹۹۵	۰/۲۸۶	۷/۰۰۰۰۰ *	۰/۹۴۵۳۸	۰/۰۰۰
	تداومی ۵ جلسه- تداومی۳جلسه	-۱/۱۲۵۰۰	۰/۸۱۹۹۵	۰/۷۵۷	-۱/۸۷۵۰۰	۰/۹۴۵۳۸	۰/۴۲۹
	کنترل - تناوبی ۵ جلسه	-۸/۷۵ *	۰/۹۵۶۶۵	۰/۰۰۰	-۱۷ *	۰/۹۴۶۳۳	۰/۰۰۰
	کنترل - تناوبی ۳ جلسه	-۶/۸۷۵ *	۰/۹۵۶۶۵	۰/۰۰۰	-۱۵ *	۰/۹۴۶۳۳	۰/۰۰۰
	تناوبی ۵ جلسه- تناوبی۳جلسه	۱/۸۷۵	۰/۹۵۶۶۵	۰/۴۴۱	۲	۰/۹۴۶۳۳	۰/۳۶۴

*نشانه اختلاف معنی داری بین گروهی است

پژوهش Goodarzi و همکارانش(۹) نیز موید این موضوع است. این پژوهشگران، دلیل کاهش مقادیر HS-CRP سرمی را کاهش آسیب‌های عضلانی و در نتیجه کاهش تولید سایتوکین‌ها، 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. بررسی‌های انجام شده حاکی از وجود ارتباط معکوس بین آمادگی قلبی تنفسی و مقادیر HS-CRP می‌باشد (۱۰-۱۱،۱۳). Huffman و همکارانش(۱۱) و Plaisance و همکارانش(۲۱) کاهش بارز مقادیر پایه HS-CRP و دیگر شاخص‌های التهابی را در افراد فعال گزارش کرده‌اند. پژوهش‌های مقطعی و آینده‌نگر نیز کاهش

www.SID.ir

Archive of SID

مقادیر پایه HS-CRP را به دنبال فعالیت بدنی نشان داده‌اند(۱۳،۱۲). 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 در۳۱۶ 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 وزنهٔ تمرینی، اثر قابل توجّهی 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 مرحلهٔ حاد و در نتیجه، ترشّح پروتئین‌های مثبت مرحلهٔ 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 می تواند 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 مهاری ورزش بر HS-CRP باشد. بنابراین، عدم تغییر قابل توجه مقادیر HS-CRP در گروه‌های مختلف تمرینی به دنبال ۶ هفته 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 مقدارHS-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 دنبال۶ 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 بین‌گروه‌کنترل 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 احتمالا 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 بلند مدت موجب افزایش دفاع ضد اکسایشی از طریق تنظیم آنزیم‌های ضداکسایشی می‌شود(۵). شواهدی که با استفاده از مدل‌های حیوانی به دست آمده‌اند، نشان می‌دهند که فعالیت بدنی در دراز مدت 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

www.SID.ir

Archive of SID

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. ازطرف دیگر، افزایش چربی به ویژه چربی‌های احشایی باعث افزایش تولید سایتوکین‌های پیش التهابی به ویژه IL-6 وTNF از این بافت‌ها می‌شود(۳،۲۰). با افزایش تحریک سمپاتیکی نیز رهاسازی سایتوکین‌ها از بافت چربی افزایش می یابد 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 گروه‌کنترل غیر ورزشکارگزارش‌کرده‌اند. باتوجه به ارتباط فعالیت ورزشی با آمادگی قلبی تنفسی و ارتباط این دو با توده چربی بدن و در نتیجه چربی‌های خونی(۲۵،۱۰)، می‌توان گفت که احتمالا 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 مقادیرHS-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 بی‌تحرک 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 تعداد۱۶۲ نفر از افرادی که مقدار CRP اولیه آنها بالا بود (بیشتر از ۳ میلی گرم 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 مقادیرچربی بدن و چاقی شکمی و در نتیجه مهار التهاب(۲۵،۲۴) 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، هرچند در کل اثربخشی تمرینات ۵ جلسه‌ای

www.SID.ir

Archive of SID

درهفته 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 بیشتردر هر جلسه) برای دستیابی به اهداف فوق بهره برد. براساس این یافته به نظر می‌رسد حفظ وتداوم 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.

References

1. Oberbach A, Tönjes A, Klöting 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.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. 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.
12. 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.

www.SID.ir

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 sexuel 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.

www.SID.ir