اثر ۱۰ هفته تمرین هوازی شدید بر غلظت پلاسمایی سایتوکاین‌های ضدالتهابی و تستوسترون در مردان غیرفعال

عبدالحسین طاهری کلانی*[۱]، محمود نیک‌سرشت[۱]

۱- گروه تربیت بدنی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ایلام

تاریخ دریافت مقاله: ۹۰/۶/۱۹ **تاریخ پذیرش مقاله: ۹۰/۹/۲۱**

چکیده

هدف تحقیق: افزایش سایتوکاین‌های ضدالتهابی از طریق تمرین ورزشی یکی از روش‌های پیشنهاد شده برای کاهش التهاب مزمن است. پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر ۱۰ هفته تمرین هوازی شدید بر سایتوکاین‌های ضدالتهابی و رابطه تغییرات آنها با هورمون تستوسترون و ترکیب بدنی در مردان جوان انجام شد. **روش تحقیق**: ۲۰ مرد غیرفعال ۳۰-۲۰ سال برای شرکت در این پژوهش داوطلب شدند که به‌صورت تصادفی به دو گروه کنترل (n=۹) و تمرین هوازی (n=۱۱) تقسیم‌بندی شدند. در شرایط پایه و پس از هفته‌های پنجم و دهم تمرین غلظت پلاسمایی IL-4، IL-10 و تستوسترون به روش الایزا و درصد چربی بدن، نسبت دور کمر به باسن (WHR) و شاخص تودهٔ بدن (BMI) اندازه‌گیری شد. برنامه‌ی تمرین هوازی شامل ۳۰ دقیقه کار روی دوچرخه کارسنج با شدت ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه بود که به صورت فزاینده به ۵۰ دقیقه با شدت ۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه در هفته دهم رسید. **نتایج**: تحلیل واریانس یک‌طرفه با اندازه‌گیری مکرر نشان داد تمرین هوازی شدید باعث افزایش VO_{2max} (P=۰/۰۰) و کاهش درصد چربی بدن (P=۰/۰۴) می‌شود، در حالی که غلظت پلاسمایی IL-4 (P=۰/۳۷)، IL-10 (P=۰/۳۴)، تستوسترون (P=۰/۸۷)، WHR (P=۰/۴۴)، BMI (P=۰/۷۱) تغییری را نشان نداد. همبستگی دومتغیره نشان داد بین تغییرات IL-4 با تستوسترون (R= -۰/۵۰)، درصد چربی بدن (R=۰/۴۸)، WHR (R= -۰/۴۱)، BMI (R=۰/۳۷) و نیز تغییرات IL-10 با تستوسترون (R=۰/۱۰)، درصد چربی بدن (R=۰/۵۵)، WHR (R= -۰/۳۲)، BMI (R=۰/۵۲) متعاقب تمرین هوازی شدید رابطهٔ معنی‌داری وجود ندارد (P>۰/۰۵). **بحث و نتیجه‌گیری**: این یافته‌ها نشان می‌دهد، دوره‌ی ۱۰ هفته‌ای تمرینات هوازی شدید تأثیر معنی‌داری بر غلظت پایه‌ی سایتوکاین‌های ضدالتهابی در مردان جوان و غیرفعال نداشت.

واژه‌های کلیدی: عوامل التهابی، تستوسترون، مردان غیرفعال

Effect of 10 Weeks Intensive Aerobic Training on Plasma Concentrations of Anti-inflammatory Cytokines and Testosterone in Sedentary Men

Abstract

Propose: Increase in anti-inflammatory cytokines via exercise training is one of methods proposed to reducing chronic inflammation. The purpose of the present study was to investigate the effects of 10 weeks intensive aerobic training on plasma anti-inflammatory cytokines and their relationships with testosterone hormone and body composition in young men. **Methods**: Twenty sedentary men (age, 20-30 yr), volunteers to participant in the study, that randomly divided to two groups of control (n=9) and aerobic training (n=11). At baseline and after 5 and 10 weeks from intervention concentrations of plasma IL-4, IL-10 and testosterone with ELISA method, and body fat percent, waist to hip ratio (WHR), and body mass index (BMI) were measured. Aerobic training programme included 30 min cycling on ergometer at 70% maximal heart rate, and this was then as progressive changed to 50 min at 80% maximal heart rate in weeks 10. **Results**: One-way ANOVA with repeated measures, indicated that aerobic training increased VO_{2max} (P=0.00), and decreased body fat percent (P=0.04), but concentrations of plasma IL-4 (P=0.37), IL-10 (P=0.34), testosterone (P=0.87), WHR (P=0.44) and BMI (P=0.50) not changed. Pearson's correlation indicated that no relationships were between changes in IL-4 and testosterone (R=-0.50), body fat percent (R=0.48), WHR (R=-0.41) and BMI (P=0.37) in addition, changes in IL-10 and testosterone (R=0.10), body fat percent (R=0.55), WHR (R=-0.32) and BMI (P=0.52) after intensive aerobic training (P>0.05). **Conclusions**: These results indicated that, 10 weeks intensive aerobic training has no significant effect on baseline anti-inflammatory cytokine concentrations in sedentary young men.

Key words: Inflammatory factors, Testosterone, Sedentary men

* **نویسنده مسئول:** عبدالحسین طاهری کلانی

ایلام، انتهای بلوار دانشجو، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ایلام

E-Mail: htaheriedu@gmail.com

مقدمه

شیوه‌ی زندگی بی‌تحرک خطر توسعه بیماری‌های قلبی- عروقی، دیابت و سایر بیماری‌های مرتبط با افزایش غلظت پلاسمایی سایتوکاین‌های التهابی را افزایش می‌دهد (۱ و ۲). به طور کلی، سایتوکاین‌ها براساس عمل‌شان به دو صورت سایتوکاین پیش- التهابی و ضدالتهابی طبقه‌بندی می‌شوند (۱ و ۴). سایتوکاین‌های پیش التهابی عمده IL-1β، TNF-α و IL-6 هستند در حالیکه، سایتوکاین‌های ضدالتهابی IL-4، IL-10 و IL-13 می‌باشند (۱، ۴ و ۵). التهاب مزمن باشدت پایین[1] شامل افزایش ۲ تا ۳ برابری در غلظت سیستمیک سایتوکاین‌های پیش‌التهابی و ضدالتهابی است (۴ و ۶) که با بیماری‌زایی[2] چند بیماری مزمن از قبیل بیماری ایسکمیک قلب و عروق[3] (۲، ۴، ۶ و ۷)، سرطان رکتوم (۲ و ۶)، حمله‌ی قلبی (۸)، دیابت نوع ۲ (۲، ۴ و ۶)، بیماری انسدادی مزمن ریوی[4] (۷ و ۹) و بیماری آلزایمر (۱۰) همراه است. با توجه به اثرات گسترده و مضر بر روی سلامتی، شناخت مداخله‌های رفتاری از قبیل تمرینات ورزشی و رژیم غذایی جهت کاهش التهاب حیاتی است. بنابراین، تصور می‌رود مسیرهای التهابی یک هدف درمانی بالقوه در فرایندهای مداخله‌ای جهت کاهش بیماری و ناتوانی باشد (۲ و ۷). داده‌های همسویی از مطالعات مداخله‌ای وجود دارد که ارتباط بین فعالیت جسمانی و سطح شاخص‌های التهابی را بویژه در افراد با بیماری‌های مزمن همراه با شرایط افزایش التهاب نشان می‌دهد (۱۳-۱۸). در این زمینه، غلظت پایین‌تر شاخص‌های التهابی در افراد دارای فعالیت جسمانی بیشتر گزارش شده است (۲ و ۱۱).

تغییر سطوح سایتوکاین‌ها نه تنها در بیماری‌های التهابی دیده می‌شود، فعالیت ورزشی حاد نیز روی پاسخ‌های سایتوکاینی و التهاب در افراد سالم اثر گذار است. شدت، مدت، نوع فعالیت ورزشی (مثل هوازی در مقابل مقاومتی) و فعالیت ورزشی کوتاه مدت در مقابل دراز مدت می‌توانند پارامترهای ایمنی مرتبط با بیماری‌های التهابی مزمن را تحت تأثیر قرار دهند (۲، ۷ و ۱۱). از این‌رو، اثرات فعالیت ورزشی منظم یا دراز مدت روی سطوح پایه شاخص‌های التهابی برای پیشنهاد فعالیت ورزشی به عنوان یک درمان ضدالتهابی استفاده شده است (۵ و ۷). تمرینات ورزشی منظم از طریق القاء بیان ژنی آنتی اکسیدانت‌های درون‌زا[5] و سایتوکاین‌های ضدالتهابی اثرات محافظتی خود را اعمال می‌کند (۵). مطالعات نشان داده‌اند تمرینات ورزشی علاوه بر کاهش سطوح سایتوکاین‌های پیش التهابی IL-1β، TNF-α، IL-6 و CRP، غلظت سایتوکاین‌های ضدالتهابی IL-1ra، IL-4، IL-10 و فاکتور رشدی تغییر شکل یافته بتا[6] را نیز افزایش می‌دهد (۴ و ۵). بر اساس مطالعات پیشین، به نظر می‌رسد اثرات ضدالتهابی تمرین ورزشی در صورت وجود شرایط پاتولوژیکی از قبیل ناتوانی قلبی، سرطان کاشکسی[7] و سوءتغذیه مشهودتر است (۱۹). بنابراین، در شرایط پاتولوژیکی خاص که با التهاب مزمن همراه است تمرین ورزشی می‌تواند به عنوان یک راهبرد درمانی غیردارویی مورد استفاده قرار گیرد (۲، ۷ و ۲۰).

افزایش بافت چربی بدن، رژیم‌های غذایی پرچرب، کاهش هورمون‌های جنسی و عوامل دیگری مثل سیگار کشیدن، استرس و افسردگی در افزایش شاخص‌های التهابی نقش دارند (۲۱). برخی مطالعات برای تعیین ارتباط بین کاهش توده‌ی چربی بدن و غلظت سیستمیک میانجی‌های التهابی انجام شده‌اند (۲۲). به‌نظر می‌رسد کاهش وزن از طریق رژیم غذایی (۱۲) و ترکیب تمرین ورزشی و رژیم غذایی (۲۳) غلظت برخی از شاخص‌های التهابی را تغییر می‌دهد. اگر چه تمرین ورزشی به‌عنوان روش معتبری برای بهبود ترکیب بدن شناخته شده با این‌حال، مطالعات کنترل شده محدودی در مورد رابطه‌ی کاهش وزن ناشی از تمرین ورزشی و شاخص‌های التهابی انجام شده است. در این مطالعه فرض بر این است در صورت کاهش معنی‌دار بافت چربی و معیارهای آنتروپومتریکی تغییر معنی‌داری در شاخص‌های التهابی به‌وجود می‌آید.

مطالعات نشان داده‌اند فعالیت ورزشی به‌طور موقتی غلظت هورمون‌های آنابولیکی/ کاتابولیکی (از قبیل تستوسترون و کورتیزول) و سایتوکاین‌هایی مثل IL-1β، IL-6، IL-1ra و IL-10 را افزایش می‌دهد (۴ و ۲۴). شواهد آزمایشگاهی نشان می‌دهد تستوسترون ممکن است بیان ژنی سایتوکاین‌های پیش‌التهابی TNF-β، IL-6 و IL-1β را

[1] Low-grade Chronic Inflammation
[2] Pathogenesis
[3] Ischemic Cardiovascular Disease (CVD)
[4] Chronic Obsttructive Pulmonary Disease (COPD)
[5] Endogenous anti-oxidants
[6] Transforming growth factor β (TGF-β)
[7] Cancer Cachexia

مهـار (۲۱) و بیـان ژنـی سـایتوکاین ضـدالتهابی IL-10 را تقویت (۲۴) نماید. همـین طـور، کـاهش ناشـی از سـن در هورمـون‌هـای اسـتروئیدی را از علـل احتمـالی افـزایش شاخص‌های پیش‌التهابی می‌دانند (۲۱ و ۲۴). بـا ایـن‌حـال، میزان تعامل بین پاسخ‌هـای درون‌ریـزی و سـایتوکاینی در افراد تمرین کرده و تمرین نکرده هنوز مشخص نشده اسـت (۲۴).

چندین مطالعه گزارش کـرده‌انـد برنامـه‌هـای مداخلـه‌ای ورزشی از طریق افزایش سایتوکاین‌های ضـدالتهابی التهـاب با سطح پایین سیستمیک را در بیماران کرونری قلب (۱۶)، دیابـت نـوع ۲ (۱۳، ۱۷ و ۱۸) و دارای سـندرم متـابولیکی (۱۳) کاهش مـی‌دهـد، از سـوی دیگـر در مطالعـات دیگـر چنین کاهشی نشان داده نشده است (۲۲ و ۲۵). همچنین، مطالعات حیوانی افزایش بیان ژنـی IL-10 در بافـت چربـی (۱۹ و ۲۶) و کاهش بیان ژنی IL-10 در بافت عضـلانی (۱) موش‌هـای ویسـتار را متعاقـب ۸ هفتـه تمـرین اسـتقامتی گزارش کرده‌اند. محدود مطالعات صورت گرفته در زمینـه‌ی اثر مداخله‌های ورزشی بر روی سایتوکاین‌هـای ضـدالتهابی، در افراد میانسال، سالمند و دارای بیماری‌هـای متعـدد و یـا روی حیوانات آزمایشگاهی انجام شده که تعمیم نتـایج آنهـا به افراد سالم و جوان تردیدآمیز است.

براساس اطلاعات موجود، در مورد اثر تمرینات هـوازی بـر سایتوکاین‌های ضدالتهابی در افـراد سـالم و جـوان مطالعـه کافی صورت نگرفته است. با توجه بـه کمبـود مطالعـات در این زمینه و تناقض موجود در نتایج مطالعـات و روش‌هـای پژوهشی، آزمایشگاهی و جامعه‌ی آمـاری در پـژوهش‌هـای پیشین، مطالعه‌ی حاضر به منظـور تعیـین تـأثیر ۱۰ هفتـه تمرین هوازی بر غلظت پلاسمایی IL-4 و IL-10، و رابطه‌ی تغییرات آنها با درصـد چربـی بـدن، شـاخص تـودهٔ بـدن[1]، نسبت دور کمر به باسن[2] و غلظت پلاسـمایی تستوسـترون در مردان جوان و غیرفعال انجام شد.

مواد و روش‌ها

جامعه و نمونه آماری

جامعه‌ی آماری پـژوهش شـامل مـردان غیرفعـال و دارای اضافه وزن (۳۵- ۲۶ کیلوگرم بر متر مربع= BMI) دانشـگاه آزاد ایلام با دامنه‌ی سنی ۲۰ تا ۳۰ سال بود. پـس از اعـلام فراخوان در سطح دانشگاه و بیان ماهیت، هـدف و خطـرات احتمالی پژوهش و تکمیل فرم رضایت‌نامه، پرسش‌نامه‌هـای اطلاعات پزشکی و وضعیت فعالیـت بـدنی ۱۹ نفـر از افـراد داوطلب برای شرکت در این پژوهش انتخـاب و بـه صـورت تصادفی در دو گروه کنترل (n=۹) و تمرین هـوازی (n=۱۱) تقسیم‌بندی شدند. معیار انتخاب آزمودنی‌ها سن بـین ۳۰-۲۰ سال، داشتن اضافه وزن و فعالیت ورزشـی کمتـر از ۲۰ دقیقـه و دو بـار در هفتـه بـود (۲۲). بـا توجـه بـه ماهیـت پژوهش آزمودنی‌ها غیرفعال و سالم بودند بنـابراین، افـرادی که دارای بیماری‌هایی مانند دیابت ملیتوس، پرفشار خـونی، بیمـاری قلبـی-عروقـی و نـاراحتی یـا عارضـه‌ی عضـلانی-اسکلتی که مـانع از اجـرای تمـرین ورزشـی شـود، در ایـن پژوهش وارد نشدند.

روش جمع‌آوری اطلاعات

وزن بدن و قد. در شرایط پایه و پس از هفته‌های پـنجم و دهم طول قد آزمودنی‌ها (به سانتی‌متر) و وزن بدن آنها (بـه کیلوگرم) با اسـتفاده از تـرازوی پزشـکی (سـکا مـدل ۲۲۰ ساخت آلمان) مجهز به قدسنج اندازه‌گیری و ثبت گردید.

حداکثر اکسیژن مصـرفی (VO_{2max}). حـداکثر اکسـیژن مصرفی از طریق اجرای پروتکـل فـاکس بـر روی دوچرخـه کارسنج (مدل مونارک، ساخت سوئد) در شرایط پایه و پس از هفته‌های پنجم و دهم برآورد گردیـد. بـدین‌صـورت کـه آزمودنی به مدت ۵ دقیقه با شدت ۱۵۰ وات رکاب می‌زد و در پایان دقیقه پنجم ضربان قلب اندازه‌گیری و با استفاده از فرمول زیر VO_{2max} به میلی لیتر در دقیقه برآورد شد (۲۷).

$$VO_{2\,max}\,(ml.min) = ۶۳۰۰ - ۱۹ \div ۲۶\,(HR_5)$$

اندازه‌گیری‌های آنتروپـومتریکی. BMI از تقسـیم وزن (کیلوگرم) بر مجذور قد (متر) محاسبه گردید. دور کمـر در فاصله میانی پایین‌ترین دنده و تاج خاصره اندازه‌گیری شـد. دور باسن در پهن‌ترین قسمت ناحیه‌ی لگنـی انـدازه‌گیـری گردید (۲۵). از تقسیم دور کمـر بـر دور باسـن نسـبت دور کمر به باسن محاسبه شد. برای محاسبه درصد چربی بـدن، ابتدا ضخامت چربی زیر پوستی سه نقطه‌ای سه‌سر، شـکم و فوق خاصره آزمودنی‌ها بـا اسـتفاده از کـالیپر (مـدل بـیس لاین، ساخت آمریکا با دقت ۰/۵ میلـی‌متـر) انـدازه‌گیـری و سپس با استفاده از معادله‌ی سه نقطه‌ای جکسون و پـولاک

[1] Body Mass Index (BMI)
[2] Waist to hip ratio (WHR)

برآورد شد (۲۸). این اندازه‌گیری‌ها در شرایط پایه و پس از هفته‌های پنجم و دهم انجام گردید.

= درصد چربی بدن
۵/۱۸۸۴۵ - (سن) ۰/۰۱۵۷۷۲ + $(X)^2$ ۰/۰۰۱۰۵ - (X) ۰/۳۹۲۸۷

X = مجموع ضخامت چربی زیرپوستی سه نقطه‌ای

سایتوکاین‌های ضدالتهابی و هورمون تستوسترون. از همه‌ی آزمودنی‌ها یک روز قبل از شروع تمرینات و در پایان هفته پنجم و دهم خون‌گیری بعمل آمد. از آزمودنی‌ها خواسته شد حداقل سه روز قبل از خون‌گیری فعالیت ورزشی نداشته باشند. برای حذف اثر ریتم بیولوژیکی هر سه مرحله نمونه‌گیری خونی در ساعت ۸ تا ۱۰ صبح و در شرایط ناشتا انجام شد. در هر مرحله خون‌گیری ۱۰ میلی‌لیتر خون از ورید بازویی دست راست در ناحیه آرنج گرفته شد. پس از اتمام خون‌گیری نمونه‌ها سانتریفوژ و سرم جداسازی شده در دمای ۸۰ °C نگهداری شد. از روش الایزا[1] و با کیت مدل IBL ساخت آلمان با درجه حساسیت ۰/۰۸۳ نانوگرم بر میلی لیتر و ضریب تغییرات درون آزمونی و برون آزمونی ۶/۵ ٪ و ۴/۲ ٪ برای اندازه‌گیری تستوسترون استفاده شد. غلظت پلاسمایی IL-4 و IL-10 به روش الایزا و با استفاده از کیت با حساسیت بالا مدل Bender Medsystem ساخت کشور اتریش اندازه‌گیری شد. ضریب تغییرات درون آزمونی و برون آزمونی در اندازه‌گیری سایتوکاین‌ها بین ۱۰٪- ۵ بود. برای حذف آثار حاد فعالیت ورزشی در هفته‌های پنجم و دهم حداقل ۷۲ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی (۲۲) خون‌گیری بعمل آمد.

تغذیه آزمودنی‌ها. با توجه به اثر تغذیه و میزان کالری مصرفی روی متغیرهای فیزیولوژیکی، لازم بود آزمودنی‌ها تا حد امکان از تغذیه مشابه استفاده کنند. بنابراین تغذیه‌ی آزمودنی‌ها از طریق پرسشنامه یادآمد ۲۴ ساعته رژیم غذایی[2] کنترل شد (۲۹). جهت حصول این امر از طریق پرسشنامه یادآمد هر هفته اطلاعات تغذیه‌ای آزمودنی‌های ثبت و میزان کالری دریافتی از طریق مصرف مواد غذایی با استفاده از نرم‌افزار DietWin (نسخه ۲,۰,۲۳ برای محاسبه کل کالری دریافتی و درصد کالری دریافتی از کربوهیدرات، چربی و پروتئین) تجزیه و تحلیل شد (۲۹). در صورت وجود تفاوت‌های تغذیه‌ای (مقادیر مصرف گروه‌های اصلی غذایی) و میزان کالری دریافتی آزمودنی‌ها توصیه‌های لازم به آنها، جهت همسان سازی، با توجه به یک رژیم غذایی کم و بیش استاندارد، داده شد.

برنامه‌ی تمرینی

برنامه تمرین هوازی شامل ۳۰ دقیقه کار روی دوچرخه کارسنج با شدت ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه و سه جلسه در هفته بود که به‌صورت فزاینده به ۵۰ دقیقه با شدت ۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه در هفته‌ی دهم رسید. پروتکل استفاده شده در این پژوهش قبلاً در مطالعه‌ی دانگس و همکارانش (۳۰) برای افراد غیرفعال استفاده شده است. ضربان قلب آزمودنی‌ها با استفاده از فرمول (سن-۲۲۰ = حداکثر ضربان قلب) بدست آمد. ضربان قلب آزمودنی ها هنگام کار روی دوچرخه کارسنج با استفاده از دستگاه ضربان‌سنج کنترل گردید به صورتی که به محض خروج ضربان قلب آزمودنی از دامنه مورد نظر، ضربان‌سنج با ایجاد صدای هشدار فرد را آگاه می‌کرد. برای حفظ شدت تمرین در محدوده‌ی تعیین شده سرعت و مقاومت دستگاه پیوسته تنظیم می‌شد. گروه کنترل هیچ‌گونه فعالیت بدنی انجام ندادند.

روش‌های آماری

پس از تأیید طبیعی بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف - اسمیرنف (P>۰/۰۵)، برای بررسی اثر متغیر مستقل بر متغیرهای وابسته در هر گروه از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه (ANOVA) با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی t جفت شده با اصلاحیه سطح معنی‌داری بونفرونی استفاده شد. برای بررسی رابطه‌ی تغییرات سایتوکاین‌ها با هورمون تستوسترون، درصد چربی بدن، BMI و WHR از روش همبستگی پیرسون استفاده گردید. تمام عملیات آماری پژوهش با نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام شد و سطح معنی‌داری P<۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج

ویژگی‌های عمومی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها در شرایط پایه و پس از هفته‌های پنجم و دهم تمرین در جدول ۱ آورده شده است. در شرایط پایه تفاوت معنی‌داری در سن،

[1] ELISA
[2] 24-h dietary recall

BMI، وزن، درصد چربی بدن، VO_{2max}، WHR و غلظت پلاسمایی IL-4، IL-10 و تستوسترون در دو گروه مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

VO_{2max} بطور معنی‌داری در هفتهٔ پنجم (ES=۰/۵۸[1] و P=۰/۰۲) و دهم (ES=۰/۸ و P=۰/۰۰) در گروه تمرین هوازی افزایش یافت، در حالیکه چنین تغییری در گروه کنترل مشاهده نشد. همچنین، تمرین هوازی باعث کاهش معنی‌دار درصد چربی (ES= ۰/۶ و P=۰/۰۴) بدن پس از هفته دهم تمرین گردید. با این حال وزن، BMI و WHR در هر دو گروه در طول دوره تحقیق تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (P>۰/۰۵) (جدول ۱).

بطوری که در جدول ۲ مشاهده می‌گردد، غلظت پلاسمایی هورمون تستوسترون افزایش یافت، اما از نظر آماری معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). در شکل ۱ (الف و ب) ملاحظه می‌گردد، غلظت پلاسمایی IL-4 و IL-10 در گروه هوازی در هفته‌های پنجم و دهم افزایش یافت، اما این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵).

ضریب همبستگی پیرسون نشان داد، بین غلظت پلاسمایی هورمون تستوسترون و IL-4 (R= -۰/۵۰ و P=۰/۱۶) و IL-10 (R=۰/۱۰ و P=۰/۸) در دو گروه رابطه معنی‌داری وجود نداشت و در طول دوره تحقیق نیز تغییری را نشان نداد. همچنین، بین BMI و غلظت پلاسمایی IL-4 (R=۰/۳۷ و P=۰/۲۸) و IL-10 (R=۰/۵۲ و P=۰/۱۴)، بین درصد چربی بدن و غلظت پلاسمایی IL-4 (R=۰/۴۸ و P=۰/۲۰) و IL-10 (R=۰/۵۵ و P=۰/۱۲) و بین WHR و غلظت پلاسمایی IL-4 (R= -۰/۴۱ و P=۰/۲۷) و IL-10 (R= -۰/۳۲ و P=۰/۵۶) هر دو گروه در طول دوره تحقیق رابطه‌ی معنی‌داری وجود نداشت.

[1] Effect size

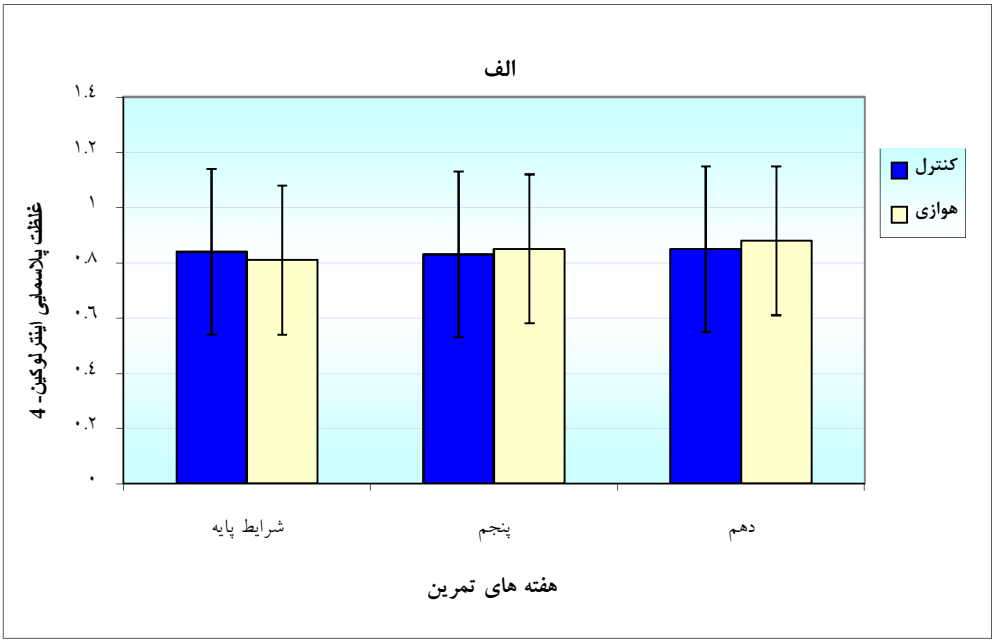
جدول ۱. ویژگی‌های عمومی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها در شرایط پایه و هفته‌های پنجم و دهم تمرین

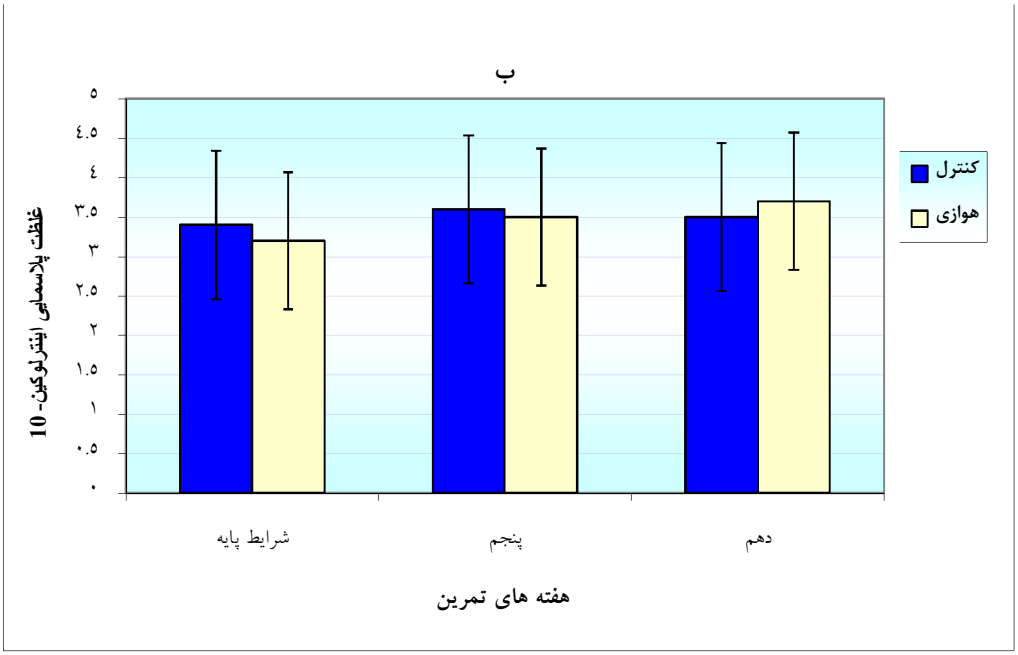
متغیر / گروه‌ها	شرایط پایه (انحراف معیار ± میانگین)	هفته پنجم (انحراف معیار ± میانگین)	هفته دهم (انحراف معیار ± میانگین)	مقدار P
وزن (کیلوگرم)				
کنترل	۸۳/۴ ± ۴/۲	۸۳/۸ ± ۳/۵	۸۴ ± ۴/۳	P=۰/۸۹
هوازی	۸۲/۴ ± ۵/۷	۸۱/۷ ± ۵/۱	۸۱/۵ ± ۵/۶	P=۰/۵۱
BMI (کیلوگرم بر مترمربع)				
کنترل	۲۷/۳ ± ۱/۶	۲۷/۴ ± ۱/۵	۲۷/۶ ± ۱/۵	P=۰/۹۰
هوازی	۲۸/۶ ± ۱/۷	۲۸/۳ ± ۱/۹	۲۸ ± ۱/۸	P=۰/۷۱
چربی بدن (درصد)				
کنترل	۲۱/۱ ± ۲/۱	۲۱/۳ ± ۲/۳	۲۱/۷ ± ۲	P=۰/۸۸
هوازی	۲۱/۷ ± ۲	۲۰/۸ ± ۱/۸	*۱۸/۸ ± ۱/۳	P=۰/۰۴
WHR (سانتی‌متر)				
کنترل	۹۱/۱ ± ۲/۱	۹۰/۷ ± ۱/۷	۹۱/۴ ± ۱/۶	P=۰/۹۳
هوازی	۹۲/۵ ± ۲/۵	۹۰/۶ ± ۲	۸۸/۸ ± ۲/۸	P=۰/۴۴
VO_{2max} (میلی‌لیتر بر کیلوگرم در دقیقه)				
کنترل	۳۰/۲ ± ۲/۳	۳۰ ± ۲/۹	۳۱/۲ ± ۳/۱	P=۰/۷۶
هوازی	۳۲/۲ ± ۴/۱	*۳۴/۸ ± ۳/۸	**۳۸/۱ ± ۳/۳	P=۰/۰۰

*: تغییر معنی‌دار نسبت به شرایط پایه؛ **: تغییر معنی‌دار نسبت به شرایط پایه و هفته پنجم

جدول ۲. تغییرات غلظت پلاسمایی تستوسترون در گروه‌های کنترل و هوازی در طول تحقیق

گروه‌ها	شرایط پایه (انحراف معیار ± میانگین)	هفته پنجم (انحراف معیار ± میانگین)	هفته دهم (انحراف معیار ± میانگین)	مقدار P
کنترل	۴/۷ ± ۱/۹	۴/۵ ± ۱/۴	۴/۶ ± ۱/۷	P=۰/۹۲
هوازی	۴/۹ ± ۲/۱	۴/۸ ± ۱/۶	۵ ± ۱/۸	P=۰/۸۷





شکل ۱. تغییرات غلظت IL-4 (الف) و IL-10 (ب) در گروه‌های کنترل و هوازی در طول تحقیق

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد ۱۰ هفته برنامه تمرین هوازی منجر به کاهش معنی‌دار درصد چربی بدن و افزایش معنی‌دار VO_{2max} می‌شود، در حالیکه تأثیری بر غلظت پلاسمایی IL-4، IL-10، تستوسترون و رابطه تغییرات سایتوکاینی با تستوسترون، درصد چربی بدن، BMI و WHR نداشت.

اگر چه در مطالعه‌ی حاضر، برنامه تمرین هوازی غلظت IL-4 را ۸/۶ ٪ (از ۰/۸۱ به ۰/۸۹ pg/mL) و IL-10 را ۹٪ (از ۳/۲ به ۳/۶ pg/mL) افزایش داد اما، علیرغم کاهش ۱۳/۴٪ توده‌ی چربی بدن، در غلظت سایتوکاین‌های اندازه‌گیری شده متعاقب دوره‌ی تمرینی تغییر معنی‌داری مشاهده نشد. به‌علاوه، بین تغییر توده‌ی چربی یا دیگر معیارهای ترکیب بدن (BMI و WHR) و تغییرات در غلظت سایتوکاین‌ها رابطه‌ی معنی‌داری وجود نداشت. اگر چه، کاهش بیشتر در توده‌ی بافت چربی ممکن است

پاسخ‌های بارزتر و پایدارتری در غلظت پلاسمایی سایتوکاین‌ها ایجاد نماید، اما یافته‌های این تحقیق در کاهش متوسط با این حال معنی‌دار توده‌ی چربی بدن از این پیشنهاد حمایت می‌کند تغییرات سایتوکاینی مشاهده شده در مطالعات گذشته (۱۳، ۱۶، ۱۷ و ۱۸)، مستقیماً با تغییرات توده‌ی چربی مرتبط نیستند و بعلاوه این تغییرات ماندگار (بادوام) نمی‌باشند. در مجموع، این نتایج نشان می‌دهد تغییرات متابولیکی ایجاد شده از طریق تمرین ورزشی از تغییرات در سطوح سیستمیک سایتوکاین‌های التهابی، حتی با وجود کاهش چربی بدن مستقل است.

برای افزایش ناشی از تمرینات ورزشی در غلظت پلاسمایی سایتوکاین‌های ضدالتهابی (۱۳ و ۱۸) و همین طور بی‌تأثیر بودن تمرین ورزشی روی این شاخص‌ها (۲۲ و ۳۱) حمایت‌هایی وجود دارد. همسو با نتایج پژوهش حاضر گزارش شد، ۶ ماه تمرین هوازی در شدت‌های مختلف تأثیری بر غلظت پلاسمایی IL-4 و IL-10 ندارد (۲۲). همچنین، اوبرباچ و همکارانش گزارش کردند در افراد دیابتی و با اختلال تحمل گلوکز متعاقب ۴ هفته ترکیب تمرین هوازی و مقاومتی توده‌ی چربی بدن کاهش و حساسیت انسولینی افزایش یافت اما، سطوح پلاسمایی IL-10 تغییری نیافت (۲۵). بالدوسی و همکارانش نشان دادند تمرینات هوازی با شدت زیاد به‌تنهایی در بهبود شاخص‌های التهابی تأثیری ندارد با این حال وقتی با تمرینات مقاومتی ترکیب شود، بهبود معنی‌داری در متغیرهای التهابی و متابولیکی مشاهده می‌شود (۱۳).

نشان داده شده است کاهش وزن ناشی از رژیم غذایی و تمرین ورزشی وقتی با تغییرات معنی‌دار در غلظت سایتوکاین‌ها همراه است که، سایتوکاین‌ها در طی دوره‌ی کاهش وزن ناپایدارند[1] اما در دو هفته‌ی متعاقب دوره که وزن ثبات دارد، کاهش می‌یابند (۲۲). بنابراین، از آنجائی که تغییرات سایتوکاینی در خلال کاهش وزن از طریق مداخله ورزشی یا رژیم غذایی ثبات ندارد به‌نظر می‌رسد تغییرات سایتوکاینی با تغییرات در توده‌ی بافت چربی به خودی خود ارتباطی ندارد (۱۲). براساس یافته‌ی این پژوهش و نتایج مطالعات نیکلاس و همکارانش (۱۲) و نیز هافمن و همکارانش (۲۲) می‌توان نتیجه‌گیری نمود تغییرات غلظت سایتوکاینی که در گذشته گزارش شده ممکن است بیشتر با میزان تغییر در بافت چربی مرتبط باشد.

به‌علاوه، نتایج این تحقیق نشان داد بین تغییرات سایتوکاینی و سطوح پلاسمایی هورمون تستوسترون متعاقب ۱۰ هفته تمرین هوازی رابطه معنی‌داری وجود نداشت. از آنجائی که سطوح پلاسمایی این متغیرهای اندازه‌گیری شده در دوره ۱۰ هفته‌ای تمرین تغییری را نشان ندادند، ممکن است مدت و شدت تمرینات اجرا شده برای ایجاد رابطه معنی‌دار بین تغییرات سایتوکاینی و هورمون تستوسترون کافی نبوده و به دوره‌های طولانی‌تر و شدیدتر تمرین هوازی نیاز باشد.

علت ناهمخوانی یافته‌های این پژوهش با سایر مطالعات (۱۳ و ۱۸)، ممکن است تفاوت در گروه تحت بررسی، روش ارزیابی، سطح پایهٔ شاخص‌های التهابی و طرح مطالعاتی باشد. از آنجائی که برخی مطالعات شامل افراد بیمار (۱۳ و ۱۸) و سالمند (۱۷ و ۱۸) بوده‌اند، ممکن است پاسخ سایتوکاین‌های التهابی به تمرین ورزشی در این افراد قوی‌تر و برای تشخیص نسبت به افراد سالم و جوان ساده‌تر باشد (۲). از دیگر علل احتمالی مغایرت نتایج با مطالعات سایرین طول دوره برنامه‌ی تمرینی است، زیرا در این مطالعه مردان سالم تنها ۱۰ هفته در برنامه‌های تمرینی شرکت نمودند، در حالی که در مطالعات دیگر که افزایش سایتوکاین‌های ضدالتهابی را گزارش کرده‌اند دوره‌های طولانی‌تر تمرین (بیش از ۶ ماه) اجرا کرده‌اند (۱۳، ۱۷ و ۱۸). دوره‌های طولانی‌تر تمرین احتمالاً سازگاری‌های فیزیولوژیکی بیشتری را میسر می‌سازد که ممکن است اثرات شدیدتری را روی پاسخ‌های سایتوکاینی اعمال کند. بنابراین، می‌توان گفت کوتاه بودن طول دوره تمرینات و سالم بودن آزمودنی‌های این تحقیق احتمالاً علت عدم افزایش معنی‌دار سایتوکاین‌های ضدالتهابی بوده است.

افزایش غلظت IL-10 و IL-4 در اثر تمرین ورزشی، بیانگر کاهش التهاب است. بنابراین، مطالعات استفاده از تمرین ورزشی را به‌عنوان یک درمان ضدالتهابی غیردارویی برای کاهش التهاب مزمن پیشنهاد نموده‌اند (۲ و ۲۰). IL-10، می‌تواند تولید سایتوکاین‌های متعددی از قبیل TNF-α، IL-1β و IL-6 (۴ و ۵) و گونه‌های اکسیژن واکنش‌پذیر[2] را مهار و رهایش گیرنده‌های TNF-α را افزایش دهد که ممکن است اثرات TNF-α را مهار نماید (۲۰). IL-4، نیز در هیپرتروفی عضلانی نقش دارد و القاءکننده‌ی اصلی

[1] Transient
[2] Reactive oxygen species (ROS)

سایتوکاین‌های نوع ۲ (IL-1ra، IL-5، IL-10 و IL-13) و مهارکننده‌ی سیستم ایمنی در ایجاد آسیب بافتی است (۳۳).

نتایج مطالعات کنترل شده تصادفی[1] نشان می‌دهد مداخله‌ی تمرین هوازی در افراد با سطوح بالاتر التهاب از شرایط پایه، و کسانی که کاهش وزن را تجربه می‌کنند، در کاهش شاخص‌های التهابی مؤثر است در حالی که به‌نظر می‌رسد افزایش سطح فعالیت بدنی اغلب اثری ناچیز یا غیرقابل تشخیص[2] روی شاخص‌های التهابی در افراد سالم و طبیعی دارد (۲، ۱۱ و ۲۵). مطالعات بیشتری برای شناخت مکانیزم‌های مولکولی اثر ضدالتهابی تمرینات ورزشی و بافت یا محلی که این عمل در آن ایجاد می‌شود، نیاز است. در حقیقت، سایتوکاین‌های التهابی درگردش از محل‌های متعددی از قبیل ماکروفاژها و بافت چربی و عضلانی منشأ می‌گیرند (۴، ۶ و ۱۳). بنابراین، اهمیت بالینی[3] بهبود شاخص‌های التهابی در برخی مطالعات هنوز نامشخص است زیرا، سطوح در گردش ممکن است سنتز عروقی[4] و تغییرات احتمالی ناشی از فعالیت ورزشی در دیواره‌ی عروق را منعکس نکند (۱۳).

در مجموع، بر اساس نتایج این پژوهش علیرغم بهبود توان هوازی و کاهش درصد چربی بدن، ۱۰ هفته تمرین هوازی شدید تغییرات محدودی در غلظت پلاسمایی سایتوکاین‌های ضدالتهابی و هورمون تستوسترون ایجاد نمود.

[1] Randomized controlled trails
[2] Undetectable
[3] Clinical significance
[4] Vascular synthesis

منابع

1- Lira FS, Koyama CH, Yamashita AS, Rosa JC, Zanchi NE, Batista Jr ML, Seelaender M. (2009). Chronic exercise decrease cytokine production in healthy rat skeletal muscle. Cell Biochemistry and Function,27:458-461.

2- Beavers KM, Brinkley TE, Nicklas BJ. (2010). Effect of exercise training on chronic inflammation. Clinica Chimica Acta, 411 (1):785-793.

3- Alexander WS. (2002). Suppressors of cytokine signalling (SOCS) in the immune system. Nat Rev Immunol,2:410-6.

4- Petersen AM and Pedersen BK. (2005). The anti-inflammatory effect of exercise. J Appl Physiol, 98 (1): 1154-1162.

5- Das UN. (2004). Anti-inflammatory nature of exercise. Nutrition, 20: 323- 326.

6- Bruunsgaard H. (2005). Physical activity and modulation of systemic low-level inflammation. J Leukoc Biol,78:819-835.

7- Ploeger HE, Takken T, De Greef M, Timmons BW. (2008). The effects of acute and chronic exercise on inflammatory markers in children and adults with a chronic inflammatory disease: a systematic review. Respirology, 13(1):128-133.

8- Hallenbeck JM. (2002). The many faces of tumor necrosis factor in stroke. Nat Med, 8:1363-1368.

9- Gan WQ, Man SF, Senthilselvan A, Sin DD. (2004). Association between chronic obstructive pulmonary disease and systemic inflammation: a systematic review and a meta-analysis. Thorax, 59:574-580.

10- Akiyama H, Barger S, Barnum S. (2000). Inflammation and Alzheimer's disease. Neurobiol Aging, 21:383-421.

11- Nicklas BJ, You T, Pahor M. (2005). Behavioural treatments for chronic systemic inflammation: effects of dietary weight loss and exercise training. CMAJ, 172:1199– 209.

12- Nicklas BJ, Ambrosius W, Messier SP, Miller GD, Penninx BW, Loeser RF. (2004). Diet-induced weight loss, exercise, and chronic inflammation in older, obese adults: a randomized controlled clinical trial. Am J Clin Nutr, 79:544- 551.

13- Balducci S, Zanuso S, Nicolucci A, Fernando F and Cavallo S, Cardelli P. (2009). Anti-inflammatory effect of exercise training in subjects with type 2 diabetes and the metabolic syndrome is dependent on exercise modalities and independent of weight loss. Nut Metab Cardiovasc dis, 20:607-618.

14- Adamopoulos S, Parissis J, Kroupis C, Georgiadis M, Karatzas D, Karavolias G. (2001). Physical training reduces peripheral markers of inflammation in patients with chronic heart failure. Eur Heart J, 22:791-797.

15- Gielen S, Adams V, Mobius-Winkler S, Linke A, Erbs S, Yu J. (2003). Anti-inflammatory effects of exercise training in the skeletal muscle of patients with chronic heart failure. J Am Coll Cardiol, 42:861-868.

16- Goldhammer E, Tanchilevitch A, Maor I, Beniamini Y, Rosenschein U, Sagiv M. (2005). Exercise training modulates cytokines activity in coronary heart disease patients. Int J Cardiol, 100:93- 99.

17- Kadoglou NP, Iliadis F, Sailer N, Athanasiadou Z, Vitta J, Kapelouzou A. (2010). Exercise training ameliorates the effects of rosiglitazone on traditional and novel cardiovascular risk factors in patients with type 2 diabetes mellitus. Metabolism Clinical and Experimental, 59:599–607.

18- Kadoglou NP, Iliadis F, Angelopoulou N, Perrea D, Ampatzidis G, Liapis CD, Alevizos M. (2007). The anti-inflammatory effects of exercise training in patients with type 2 diabetes mellitus. Eur J Cardiovasc Prev Rehabil, 14:837-843.

19- Lira FS, Rosa JC, Zanchi NE, Yamashita AS, Lopes RD, Lopes AC. (2009). Regulation of inflammation in the adipose tissue in cancer cachexia: effect of exercise. Cell Biochem Funct;27:71–75.

20- Batista Jr ML, Lopes R, Seelaender M, Lopes A. (2009). Anti-inflammatory Effect of Physical Training in Heart Failure: Role of TNF-α and IL-10. Arq Bras Cardiol, 93:643-651.

21- Singh T, Newman AB. (2010). Inflammatory markers in population studies of aging. Ageing Research Reviews;10:241-250.

22- Huffman KM, Slentz CA, Bales CW, Houmard JA, Kraus WE. (2008). Relationship between adipose tissue and cytokine responses to a randomized controlled exercise training intervention. Metabolism Clinical Experimental, 57:577-583.

23- Jung SH, Parkb SH, Kimc KS, Woong H, Choi D, Ahne CW. (2008). Effect of weight loss on some serum cytokines in human obesity: increase in IL-10 after weight loss. J Nutr Biochem, 19:371–375.

24- Izquierdo M, Ibanez J, Calbet JAL, Navarro AI,González M, Idoate F, Häkkinen K, Kraemer WJ. (2009). Cytokine and hormone responses to resistance training. Eur J Appl Physio, 107: 397-409.

25- Oberbach A, Tonjes A, Kloting N, Mathias F, Kratzsch J, Busse MW. (2006). Effect of a 4 week physical training program on plasma concentrations of inflammatory markers in patients with abnormal glucose tolerance. Eur J Endocrinol, 154:577-585.

26- Lira F, Rosa J, Yamashita A, Koyama C, Batista M Jr, Seelaender M. (2009). Endurance training induces depot-specific changes in IL-10/TNF-a ratio in rat adipose tissue. Cytokine, 45:80–85.

27- Fox EL. (1973). A simple, accurate technique for predicting maximal aerobic power. J Appl Physiol, 35:914-916.

28- Jackson AS, Pollack ML. (1985). Practical assessment of body composition. Phys Sports Med, 13:76- 90.

29- Ferreira FC, Medeiros AI, Nicioli C, Nunes JD, Shiguemoto GE, Prestes J. (2009). Circuit resistance training in sedentary women: body composition and serum cytokine levels. Appl Physiol Nutr Metab, 35:163–171.

30- Donges CE, Duffield R, Drinkwater EJ. (2010). Effects of Resistance or Aerobic Exercise Training on Interleukin-6, C-Reactive Protein, and Body Composition. Med Sci Sports Exerc, 42(2):304-313.

31- Henagan TM, Phillips MD, Cheek DJ, Kirk M, Barbee J, Stewart LK. (2011). The melanocortin 3 receptor: A novel mediator of exercise-induced inflammation reduction in postmenopausal women? J Aging Research, 10: 4061- 9.

32- Jankord R, Jemiolo B. (2004). Influence of physical activity on serum IL-6 and IL-10 levels in healthy older men. Med Sci Sports Exerc, 36:960–64.

33- Prokopchuk O, Liu Y, Wang L, Wirth K, Schmidt- bleicher D, Steinacker JM. (2007). Skeletal muscle IL-4, IL-4Rα , IL-13 and IL-13Rα1 expression and response to strength training. Exerc Immunol Rev, 13:67-75.