

## Original Article

### **Effect of 12 weeks Pilates Training on the Serum Levels of Interleukin-6, C - reactive protein and Tumor Necrosis Factor- $\alpha$ in Inactive Overweight Women**

**Mozhdeh Khajehlandi<sup>1</sup> , Lotfali Bolboli<sup>2\*</sup> , Marefat Siahkuhian<sup>2</sup> , Fatemeh Nikseresht<sup>3</sup> **

<sup>1</sup>PhD Student in Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

<sup>2</sup>Department of Exercise Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

<sup>3</sup>PhD Student in Exercise Physiology, Department of Physical Education, Faculty of Literature & Humanities, Lorestan University, Khoramabad, Iran

\*Corresponding author; E-mail: l\_bolboli@uma.ac.ir

Received: 6 May 2018    Accepted: 24 June 2018    First Published online: 26 Feb 2020  
Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2020 April- May; 42(1):56-64

#### Abstract

**Background:** Increasing inflammatory markers of CRP, TNF- $\alpha$  and IL-6 leads to increasing cardiovascular disease. Change in lifestyle represents a successful strategy to prevent cardiovascular disease. The purpose of this study was to investigate the effect of 12 weeks Pilates training on serum levels of IL-6, CRP and TNF- $\alpha$  in inactive overweight women.

**Methods:** In this quasi-experimental study 28 volunteer overweight women (with average BMI of 27.2,  $1.1 \pm \text{kg/m}^2$ ) participated. They were randomly divided into training group (n=14) and control group (n=14). Pilates exercise training was performed during 12 weeks (3 sessions per week, 60 min per session). Blood samples were collected in two stages, 48 hours before and 48 hours after the last exercise after 12-14 hours fasting status. During the 12 weeks, the control group had no exercise training.

**Results:** In within group comparison, only serum levels of CRP in the training group was significantly decreased ( $P=0.048$ ) and in between group comparison there were no significant difference in serum levels of CRP, TNF- $\alpha$  and IL-6 in training group compare to control group ( $P>0.05$ ).

**Conclusion:** However, from statistical point of view there was no significant difference between the two groups. It can be said that the implementation of Pilates training can have beneficial effects on serum levels of some inflammatory markers in this way reduced CRP in inactive women with overweight. Lowering serum CRP levels is with reducing body fat and improving body composition. So physical activity can be considered as an essential part of the lifestyle of adults.

**Keyword:** Overweight, Interleukin-6, C - reactive protein, Pilates, Tumor Necrosis Factor- $\alpha$

**How to cite this article:** Khajehlandi M, Bolboli L, Siahkuhian M, Nikseresht F. [Effect of 12 weeks Pilates Training on the Serum Levels of Interleukin-6, C - reactive protein and Tumor Necrosis Factor- $\alpha$  in Inactive Overweight Women]. Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2020 April- May; 42(1):56-64. Persian.

## مقاله پژوهشی

# تاثیر ۱۲ هفته تمرین پیلاتس بر سطوح سرمی اینترلوکین-۶، پروتئین واکنشگر C و فاکتور نکروز تومور آلفا در زنان غیرفعال دارای اضافه وزن

مژده خواجه لندی<sup>۱</sup>، لطفعلی بلبلی<sup>۲\*</sup>، معرفت سیاهکوهیان<sup>۳</sup>، فاطمه نیک سرشت<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران  
<sup>۲</sup> گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه آزاد شوشتر، شوشتر، ایران  
<sup>۳</sup> دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

\* نویسنده مسول: ایمیل: l\_bolboli@uma.ac.ir

دریافت: ۱۳۹۷/۲/۱۶ پذیرش: ۱۳۹۷/۴/۳ انتشار برخط: ۱۳۹۸/۱۲/۷  
مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی-درمانی تبریز، فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۹؛ ۴۲(۱): ۵۶-۶۴

## چکیده

**زمینه:** بالارفتن شاخص‌های التهابی IL-6، CRP و TNF- $\alpha$  افزایش بیماری‌های قلبی عروقی را باعث می‌گردد. تعدیل شیوه‌ی زندگی، استراتژی مفیدی برای پیش‌گیری از بیماری‌های قلبی عروقی است. هدف از مطالعه حاضر بررسی تاثیر ۱۲ هفته تمرین پیلاتس بر سطوح سرمی IL-6، CRP و TNF- $\alpha$  در زنان غیرفعال دارای اضافه وزن بود.

**روش کار:** در این مطالعه نیمه تجربی ۲۸ زن دارای اضافه وزن (میانگین BMI  $27.2 \pm 1.1$  کیلوگرم بر مترمربع) به طور داوطلبانه شرکت کردند و به طور تصادفی به دو گروه تمرین پیلاتس (۱۴ نفر) و کنترل (۱۴ نفر) تقسیم شدند. برنامه تمرینی پیلاتس به مدت ۱۲ هفته (۳ جلسه در هفته، ۶۰ دقیقه در هر جلسه) به اجرا درآمد. گروه کنترل در طول ۱۲ هفته هیچ گونه فعالیت ورزشی نداشتند. نمونه خونی، ۴۸ ساعت قبل و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینات، بعد از ۱۴-۱۲ ساعت ناشتا طی دو مرحله گرفته شد. از آزمون آماری تی وابسته و از آزمون تحلیل کوواریانس به ترتیب جهت بررسی اختلاف درون‌گروهی و بین گروه‌های تحقیق استفاده گردید.

**یافته‌ها:** در مقایسه درون‌گروهی تنها مقدار سرمی CRP در گروه تمرین کاهش معناداری داشت ( $P=0.048$ ). اما در مقایسه بین‌گروهی میزان سرمی CRP، TNF- $\alpha$  و IL-6 تفاوت معناداری با گروه کنترل نداشت ( $P \geq 0.05$ ).

**نتیجه‌گیری:** اگرچه از لحاظ آماری بین دو گروه تفاوت معناداری وجود نداشت اما می‌توان این‌گونه بیان داشت که تاحدودی اجرای تمرینات پیلاتس می‌تواند آثار مفیدی روی برخی نشانگرهای التهابی بگذارد به طوری که تا حدودی باعث کاهش غلظت CRP در زنان مبتلا به اضافه وزن شد. کاهش سطوح سرمی CRP با کاهش میزان چربی بدن و بهبود ترکیب بدنی همراه بود. لذا فعالیت جسمانی می‌تواند به عنوان بخش اساسی در شیوه‌ی زندگی هر فرد بزرگسالی در نظر گرفته شود.

**کلید واژه‌ها:** اضافه وزن، اینترلوکین-۶، پروتئین واکنشگر C، پیلاتس، فاکتور نکروز تومور آلفا

نحوه استناد به این مقاله: خواجه لندی م، بلبلی ل، سیاهکوهیان م، نیک سرشت ف. تاثیر ۱۲ هفته تمرین پیلاتس بر سطوح سرمی اینترلوکین-۶، پروتئین واکنشگر C و فاکتور نکروز تومور آلفا در زنان غیرفعال دارای اضافه وزن. مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی-درمانی تبریز. ۱۳۹۹؛ ۴۲(۱): ۵۶-۶۴

حق تألیف برای مؤلفان محفوظ است.

این مقاله با دسترسی آزاد توسط دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی تبریز تحت مجوز کرییتیو کامنز (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>) منتشر شده که طبق مفاد آن هرگونه استفاده تنها در صورتی مجاز است که به اثر اصلی به نحو مقتضی استناد و ارجاع داده شده باشد.

## مقدمه

تغییرات در شیوه‌ی زندگی باعث شده تا جوامع مختلف با طیف جدیدی از اختلالات تغذیه‌ای یعنی اضافه وزن و چاقی مواجه شوند طوری که چاقی به عنوان یک مشکل جدی سلامتی مطرح گردیده است. چاقی با عوارض جسمانی زیادی از جمله بیماری‌های قلبی - عروقی، دیابت، پرفشارخونی، افزایش کلسترول و تری‌گلیسرید خون، آرتریت، آسم و انواع مشخصی از سرطان مرتبط است (۱). با توجه به ارتباط قوی‌ای که بین شاخص‌های التهابی از قبیل آدیپوکاین‌ها با بیماری‌های قلبی عروقی وجود دارد، به نظر می‌رسد هر عاملی که باعث کاهش این شاخص‌ها به‌ویژه در افراد چاق شود، می‌تواند احتمال وقوع حوادث قلبی عروقی را در این افراد کاهش دهد. متخصصین پزشکی ورزشی، روش‌های غیردارویی از جمله ورزش و فعالیت بدنی را برای کاهش چاقی و پیشگیری از بسیاری از بیماری‌ها مرتبط با آن پیشنهاد می‌کنند، انجام فعالیت‌های ورزشی منظم همواره به عنوان یک راهکار موثر و کم هزینه برای پیشگیری و درمان عوامل خطرزای قلبی - عروقی توصیه شده است (۲). چاقی با افزایش غلظت سایتوکاین‌های التهابی، منشا بسیاری از بیماری‌ها و یکی از نشانه‌های خطر مرگ و میر است. تولید سایتوکاین‌ها به وسیله‌ی دامنه‌ی ای از محرک‌های فیزیولوژیک مثل ورزش تنظیم می‌گردد: تمرین ورزشی منظم از طریق افزایش انرژی مصرفی می‌تواند به طور مستقیم از افزایش تجمع چربی‌ها جلوگیری کند و موجب بهبود وضعیت التهابی گردد. تحقیقات نشان داده‌اند که مارکرهای التهابی با تغییرات سبک زندگی همچون کاهش دریافت انرژی و افزایش فعالیت جسمانی است کاهش می‌یابند (۳). فعالیت ورزشی منظم به عنوان یک راهکار مطلوب برای کاهش خطر التهاب مزمن پذیرفته شده است اما هنوز مشخص نیست کدام برنامه‌ی تمرینی اثر مطلوب‌تری دارد. به عنوان مثال گزارش شده است ۱۰ ماه تمرین هوازی با شدت متوسط باعث کاهش معنی‌داری در غلظت IL-6 می‌گردد (۴). در مقابل سه ماه تمرین هوازی تناوبی شدید و مقاومتی با شدت متوسط در افرادی که دارای سندرم نشانگان متابولیک هستند تغییر معناداری در غلظت IL-6 ایجاد نکرد (۵). TNF- $\alpha$  و IL-6 از جمله سایتوکاین‌های مترشح‌ه از بافت چربی هستند که آثار بیولوژیک متعددی دارند. IL-6 سایتوکینی التهابی است که توسط بافت چربی ترشح و باعث کاهش حساسیت انسولین می‌شود. سطح استراحتی IL-6 با چاقی و سبک زندگی غیرفعال ارتباط دارد. این عامل التهابی، باعث بازدارندگی لپوپروتئین لیپاز و تحریک لیپولیز در آدیپوسیت‌ها و افزایش اسیدهای چرب غیر اشباع در جریان خون می‌شود که پیامد آن افزایش مقاومت به انسولین و سندرم متابولیک است. TNF- $\alpha$  یکی از سایتوکاین‌های پیش التهابی است و میزان افزایش یافته آن با حالت التهابی در افراد

چاق همراه است. این سایتوکاین التهاب را اغلب توسط لنفوسیت‌ها و ماکروفاژها ترشح و به مقدار ناچیزی در بافت چربی انسان تولید می‌گردد. شواهدی وجود دارد که TNF- $\alpha$  مستقیماً در سندرم متابولیک نقش دارد (۶). از دیگر فاکتورهای التهابی پروتئین واکنشی C است که در پاسخ به (TNF- $\alpha$ ) و اینترلوکین-6 (IL-6) در کبد تولید می‌گردد (۷). پروتئین واکنشی C از طریق تنظیم مثبت مولکول‌های چسبان و کموکاین‌های جذب شیمیایی سلول‌های آندوتلیال، سلول‌های عضلات صاف و مونوسیت‌ها در واکنش‌های پیش التهابی و پیش آترواسکلروتیک دخالت دارد و منجر به افزایش ۷ برابر افزایش در تولید پروتئین جذب شیمیایی مونوسیت-۱ و مونوسیت‌های محیطی می‌گردد. مطالعات طولی نشان دادند که تمرین منظم موجب کاهش در سطوح CRP می‌شود و فعالیت منظم ممکن است التهاب با درجه پایین را سرکوب نماید (۸). در زمینه تأثیرات تمرین ورزشی بر سطوح IL-6, CRP و TNF- $\alpha$  نتایج متناقض است (۹). در تحقیق Ahmadizad و همکاران نشان داده شده است که هر دو تمرین شدید و با شدت متوسط تأثیرات یکسانی بر مارکرهای التهابی IL-6 و TNF- $\alpha$  در افراد دارای اضافه‌داشت (۱۰). اگرچه انجام تمرینات ورزشی منظم به عنوان یک مسیر درمانی موثر در کاهش بیماری‌های قلبی - عروقی و متابولیکی به‌ویژه در زنان چاق مطرح است: اما چون انجام برخی تمرینات به ویژه تمرینات هوازی در برخی از افراد بخصوص طبقه چاق جامعه مشکل است امروزه تمرینات جدیدتری مانند پیلاتس مدنظر پژوهشگران قرار گرفته است. تمرین پیلاتس شامل حرکات کششی و قدرتی است که با یک سرعت کنترل شده در طول دامنه حرکتی مفصل همراه با تمرکز و تنفس‌های عمیق انجام می‌شود و برای اجرای این تمرینات به آمادگی جسمانی بالا، مهارت و تجهیزات خاصی نیاز نمی‌باشد و بر توانایی عضلات جهت حفظ تعادل بدن تأکید می‌کند (۱۱). از آنجایی که تمرینات پیلاتس در حالت خوابیده، نشسته و ایستاده و بدون پرش و جهش انجام می‌گردد، احتمالاً انجام آن توسط افراد چاق آسان‌تر باشد، مدنظر قرار گرفته‌اند. مشخص نیست آیا انواع گوناگون فعالیت‌های ورزشی، آثار متفاوتی بر شاخص‌های التهابی دارند، و اگر بر اثر مطالعات بیشتر تأیید شود که شاخص‌های التهابی با نوع خاصی از فعالیت ورزشی رابطه بیشتری داشته باشد، ممکن است برای افرادی که در معرض خطر بیماری‌های غیرمسمی مزمن هستند، اهمیت داشته باشد. براساس اطلاعات موجود، مطالعات محدودی در زمینه‌ی اثر نوع فعالیت ورزشی بر شاخص‌های التهابی زنان جوان انجام گرفته و نتایج ضد و نقیضی گزارش شده است پس از یک سو سطوح CRP, TNF- $\alpha$  و CRP در افراد چاق بالاتر است و افرادی که دارای میزان بالایی از شاخص‌های مذکور هستند احتمال مرگ و

میر ناشی از بیماری‌های قلبی-عروقی در آنان مستقل از سن، جنس، شاخص توده‌ی بدنی و سابقه بیماری بالاتر است. از سوی دیگر یکی از شاخص‌های مهم آمادگی جسمانی وابسته به تندرستی، اجزای آنروپومتریکی است که با اندازه‌گیری درصد چربی بدن، BMI، وزن، و WHR بررسی می‌شود که به عنوان عوامل وابسته به چاقی شناخته شده‌اند (۱۲) به همین دلیل در تحقیق حاضر مورد اندازه‌گیری قرار گرفته‌اند. همچنین در بسیاری از پژوهش‌ها، بین ویژگی‌های آنروپومتریکی و ترکیب بدن با اجزای ورزشی ارتباط و همبستگی بالایی مشاهده شده است (۱۲). بر این مبنای آنجایی که مطالعات محدودی در زمینه‌ی اثر نوع فعالیت ورزشی بر شاخص‌های التهابی زنان جوان انجام گرفته و نتایج ضد و نقیضی گزارش شده است. از این رو تعیین نوع فعالیت ورزشی برای ارائه‌ی الگویی مناسب به زنان جوان می‌تواند کمک شایانی به ارتقای سلامت آنها و در نتیجه بسیاری از معضلات اجتماعی کند. لذا هدف از مطالعه حاضر بررسی تاثیر ۱۲ هفته تمرین پیلاتس بر سطوح سرمی CRP، IL-6 و TNF- $\alpha$  در زنان غیرفعال دارای اضافه وزن بود.

## روش کار

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون - پس‌آزمون بود. در ابتدا با نصب اطلاعاتی‌های فراخوان، افراد دارای اضافه وزنی که تمایل به اجرای تمرینات ورزشی جهت تعدیل وزن و بهبود وضعیت فیزیولوژیک خود داشتند، توسط محقق شناسایی شدند. جامعه آماری این پژوهش زنان دارای اضافه‌وزن شهر اهواز با دامنه سنی ۲۵ تا ۳۵ سال و شاخص توده بدنی بین ۲۵ تا ۲۹ کیلوگرم بر مترمربع بودند که از میان آنها، ۲۸ نفر افراد واجد معیارهای ورود به پژوهش به روش نمونه‌گیری در دسترس و هدفمند انتخاب شدند. ابتدا توضیحات کامل درباره روند اجرای پژوهش و فواید و مضرات احتمالی مطالعه، گفته شد؛ سپس این زنان داوطلبانه و کاملاً اختیاری با تکمیل فرم رضایت‌نامه همکاری

جدول ۱: نمایش افزایش شدت، مدت و نوع تمرینات اصلی در هفته‌های متوالی پروتکل تحقیق

نوع تمرین	هفته	حرکات	شدت
تمرینات بدون وسیله	۱-۳	تعادل یک پا از روبرو با پای خم، پایین رفتن از پشت به زمین، دایره تک پا و چرخش پنجه پارسالندن کف هر دو دست به زمین، چهار دست و پا با ضربه دست و پا، پری دریایی، پل سرشانه با حرکت یک پا، فشارلوزی، کبری، دارت، سوپرمن، کن کن با پای جمع، کشش تک پا، کشش دو پا، کشش تک پا با پیچ بالاتنه	۱۰-۱۲
	۴-۶	پایین رفتن از پشت به زمین، دایره تک پا و چرخش پنجه پا، رساندن کف هر دو دست به زمین، چهار دست و پا با ضربه دست و پا، پری دریایی، پل سرشانه با حرکت یک پا، فشارلوزی، کبری با چرخش گردن، شنای کامل، ستاره کامل، سوپرمن، دارت با چرخش کمر به طرفین، کن کن با صاف و دو پای صاف، خم شدن از پهلو خوابیده، اره، رول آپ، صد، خط کش از پشت، خط کش از جلو، ضربه پا از پهلو	۱۲-۱۴
تمرینات بوسیله توپ	۷-۹	کشش ساق پا، اسکات با توپ، اسکات تک پا با روی توپ، بلند کردن سینه کف پا روی توپ، بلند کردن سینه با چرخش بالاتنه، پل سرشانه کف پا روی توپ، پل سرشانه تک پا، باز کردن پشت، خط کش از جلو بلند کردن یک پا، شنا روی توپ، غلتاندن توپ به جلو، خم شدن از پهلو، دست و پا باز، کشش تک پا با پای خم، کشش تک پا با پای صاف، خط کش از پشت، پایک، صد، تیزر	۱۴-۱۶
تمرینات بوسیله کش	۱۰-۱۲	تعادل یک پا از روبرو با پای خم، دایره تک پا و چرخش پنجه پا، چهار دست و پا با ضربه دست و پا، پل سرشانه تک پا با پای خم، کشش دو پا با پای خم، کشش تک پا با پای صاف، کشش تک پا با پیچ بالاتنه، تیزر، کشش تک پا با پیچ بالاتنه، خط کش از پشت، خط کش از جلو، ضربه پا از پهلو، کرانچ قدرتی، بلند کردن پا از پهلو	۱۶-۱۸

در کار پژوهشی، آمادگی خود را جهت شرکت در این پژوهش اعلام کردند. افراد مورد مطالعه فاقد هرگونه ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی، کلیوی، دیابت و آسیب جسمانی و ارتوپدی بودند که این اطلاعات از طریق پرسش‌نامه سلامت جمع آوری گردید. علاوه بر این، نداشتن فعالیت منظم ورزشی طی ۶ ماه گذشته، توانایی انجام فعالیت ورزشی و عدم مصرف قرص‌های پایین آورنده چربی و فشار خون، مکمل مولتی ویتامین و مینرال، آنتی-اسیدهای حاوی کلسیم یا منیزیم طی ۶ ماه اخیر از دیگر شرایط ورود به پژوهش بود. سپس آزمودنی‌ها به طور تصادفی (تخصیص تصادفی ساده) در دو گروه تمرین (۱۴ نفر) و کنترل (۱۴ نفر) قرار گرفتند. اصول پایه‌ی تمرینات پیلاتس برای گروه آزمایشی توضیح داده شد و اطلاعات کلی از ورزش پیلاتس در اختیار آن‌ها قرار گرفت، این اصول پایه در تمام جلسات یادآوری و رعایت شد. مسئول انجام دادن تخصیص تصادفی، ثبت نام کردن شرکت کنندگان و مکلف کردن شرکت کنندگان بر عهده محقق بود. برنامه تمرینی شامل ۱۲ هفته تمرین پیلاتس ۳ جلسه در هفته و هر جلسه ۶۰ دقیقه انجام شد. هر جلسه تمرین شامل سه مرحله بود: (۱) گرم کردن، (۲) تمرینات پیلاتس و (۳) بازگشت به حالت اولیه. این تمرینات به بخش اول تمرینات بر روی تشک (۶ هفته اول) و بخش دوم تمرینات با استفاده از باند کشی و توپ (۶ هفته دوم) تقسیم گردید (جدول شماره ۱). حرکات از ساده شروع و در ادامه به شدت و پیچیدگی آن‌ها افزوده می‌شد. شدت تمرین توسط شاخص بورگ سنجیده شد. به گونه‌ای که در گرم کردن و سرد کردن از (شاخص درک فشار ۱۰-۸) استفاده شد و در مرحله تمرینات اصلی، شدت تمرین از هفته اول تا هفته آخر (شاخص درک فشار ۱۸-۱۰) به تدریج افزوده شد. تمرینات ابتدا در حالت ایستاده، سپس نشسته و خوابیده هدایت شدند. گروه کنترل در این مدت هیچ‌گونه فعالیت ورزشی نداشتند. این تمرینات ورزشی در باشگاه ورزشی شهر اهواز در تابستان ۱۳۹۵ به اجرا در آمد.

طبیعی بودن توزیع داده‌ها و بررسی همسانی واریانس‌ها به ترتیب با استفاده از آزمون شاپیرو ویلک و آزمون لون مورد بررسی قرار گرفت. پس از اطمینان از طبیعی و همگن بودن گروه‌ها، از آزمون تی همبسته و تحلیل کوواریانس یک راهه به ترتیب برای بررسی تغییرات درون گروهی از پیش آزمون به پس آزمون و تفاوت‌های بین گروهی استفاده شد. سطح معناداری آزمون‌های آماری در سطح  $P \leq 0.05$  تعریف شد.

### یافته‌ها

در جدول شماره ۲ یافته‌های مربوط به شاخص‌های آنروپومتریکی و ترکیب بدن آزمودنی‌ها آورده شده است. نتایج این جدول حاکی از آن است که میانگین شاخص‌های وزن ( $3/69$ ) کمر به لگن ( $t=2/95, p=0/01$ )، از پیش آزمون تا پس آزمون در گروه تجربی و همچنین در مقایسه بین گروهی نیز نسبت به گروه کنترل کاهش معناداری یافته است ( $P \leq 0/05$ ). همچنین نتایج تحقیق نشان داد که پس از ۱۲ هفته تمرین پیلاتس تنها، میانگین غلظت سرمی پروتئین واکنشگر C در مقایسه درون گروهی کاهش معناداری داشته است. اما نتایج بین گروهی تفاوت معناداری در غلظت سرمی پروتئین واکنشگر C، فاکتور نکروز تومور آلفا و ایستروکین-۶ بین دو گروه تمرین و کنترل نشان نداد ( $P \leq 0/05$ ).

شاخص‌های قد (توسط: قدسنج Seca، ساخت کشور آلمان با دقت ۰/۵ سانتی‌متر)، وزن افراد (توسط: ترازو با دقت ۰/۱ کیلوگرم با حداقل لباس)، شاخص توده بدن (دستگاه سنجش ترکیب بدنی: Body composition Analyser، مدل In body 3، ساخت شرکت کره‌ی جنوبی)، نسبت دور کمر به لگن (طبق پروتکل‌های جمع‌آوری داده‌های سازمان بهداشت جهان نحوه اندازه‌گیری دور کمر در نقطه میانی بین حاشیه پایین‌ترین قسمت قابل لمس دنده‌ها و لبه بالایی استخوان لگن با یک متر غیر قابل ارتجاع و موازی با سطح زمین و دور باسن نیز در برجسته‌ترین قسمت و موازی با زمین توسط متر نواری) و متغیرهای بیوشیمیایی هر آزمودنی، ۴۸ ساعت قبل و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین برای جلوگیری از احتمال اثر حاد آخرین جلسه تمرین بر متغیرهای خونی با حالت ۱۲ ساعت ناشتا اندازه‌گیری شد. مقدار ۵ میلی‌لیتر خون از سیاهرگ بازویی هر فرد بین ساعات ۸ تا ۹ صبح گرفته شد. پس از سانتریفیوژ به مدت ۱۰ دقیقه و با سرعت ۳۰۰۰ دور بر دقیقه، سرم خون جداسازی و در میکرو تیوب‌های مخصوص ریخته شد و در دمای منفی ۷۰ درجه نگهداری شد. برای اندازه‌گیری شاخص‌های التهابی CRP، IL-6 و  $\alpha$ -TNF سرمی از روش ELISA با استفاده از کیت‌های شرکت Diaclone فرانسه به ترتیب با درجه حساسیت کمتر از ۷، ۲ و ۸ pg/ml تهیه شده از شرکت پادگین طب، تهران، ایران استفاده شد. داده‌های پژوهشی به کمک نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ مورد پردازش قرار گرفت. جهت نشان دادن میانگین و انحراف استاندارد از آمار توصیفی استفاده شد.

جدول شماره ۲: شاخص‌های آنروپومتریکی و ترکیب بدنی گروه تمرین و کنترل

شاخص	گروه	پیش آزمون	پس آزمون	P درون گروهی	P بین گروهی
سن (سال)	تمرین	۲۹/۶±۳/۴	۲۹/۶±۳/۴		
	کنترل	۳۰/۱±۴/۰	۳۰/۱±۴/۰		
قد (متر)	تمرین	۱۶۵/۷±۳/۳	۱۶۵/۷±۳/۳		
	کنترل	۱۶۵/۵±۴/۰	۱۶۵/۵±۴/۰		
وزن (کیلوگرم)	تمرین	۷۷/۱±۳/۲	۷۵/۷±۳/۳	#۰/۰۰۳	†۰/۰۰۵
	کنترل	۷۲/۶±۳/۴	۷۳/۵±۴/۱	۰/۰۹۳	
نمایه توده بدن (kg/m <sup>۲</sup> )	تمرین	۲۸/۰±۰/۸	۲۷/۵±۱/۱	#۰/۰۰۲	†۰/۰۰۸
	کنترل	۲۶/۵±۰/۹	۲۶/۸±۱/۱	۰/۰۹۶	
نسبت دور کمر به باسن (cm)	تمرین	۰/۹۵±۰/۰۵	۰/۹۲±۰/۰۵	#۰/۰۱۱	†۰/۰۰۱
	کنترل	۰/۹۶±۰/۰۲	۰/۹۷±۰/۰۲	۰/۰۹۴	

# تفاوت معنادار پیش آزمون و پس آزمون بعد از ۱۲ هفته تمرین ( $P \leq 0/05$ ) و † تفاوت معنادار بین دو گروه تمرین و کنترل ( $P \leq 0/05$ )

جدول شماره ۳: متغیرهای تحقیق پیش و پس از ۱۲ هفته تمرین در گروه تجربی و گروه کنترل

متغیر	گروه	پیش آزمون* (M±SD)	پس آزمون* (M±SD)	درون گروهی	بین گروهی
CRP	تمرین	۲/۲۴±۰/۲۰	۱/۸۴±۰/۱۶	۲/۲۸	۰/۲۵۸
pg/ml	کنترل	۲/۰۱±۰/۱۹	۱/۹۹±۰/۲۴	۰/۱۳	۱/۹۲
TNF- $\alpha$	تمرین	۱۱/۵۰±۰/۴۰	۱۱/۱۰±۰/۶۹	۰/۷۶	-۱/۸۰
pg/ml	کنترل	۱۲/۶۰±۰/۶۶	۱۲/۷۰±۰/۵۴	-۰/۱۰	۰/۴۳۱
IL-6	تمرین	۶/۴۰±۰/۳۲	۷/۱۰±۰/۴۳	-۱/۵۳	-۰/۰۹
pg/ml	کنترل	۶/۹۰±۰/۵۶	۶/۸۰±۰/۳۲	۰/۱۴	۰/۷۶۴

# تفاوت معنادار ( $P \leq 0/05$ ) بین پیش و پس از دوازده هفته تمرین

## بحث

طراحی مطالعات کنترل شده از جهات مختلف به منظور درک دقیق تر و بهتر پاسخ سایتوکاین ها حائز اهمیت می باشد. فعالیت ورزشی باعث تغییرات زیادی در پارامترهای عملکرد ایمنی می شود که مقدار چنین تغییراتی به عوامل متعددی از جمله پارامترهای ایمنی مورد مطالعه، نوع و شدت فعالیت ورزشی بستگی دارد. بافت چربی به عنوان یک اندام آندوکراین و پاراکراین اغلب سنتز و ترشح مجموعه ای از آدیپوسایتوکاین میانجی های فعال زیستی مانند IL-6، CRP، TNF- $\alpha$ ، لپتین، آدیپونکتین و غیره را کنترل می کند، که نه تنها در کنترل تعادل وزن بدن نقش دارد، بلکه با تأثیر بر نیمرخ لپیدی، سوخت و ساز و عوامل التهابی، ارتباط مستقیمی با اضافه وزن، چاقی یا مقاومت انسولینی، دیابت و بیماری های قلبی - عروقی آتروژنیک دارد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که پس از سه ماه تمرین ورزشی پیلاتس نسبت دور کمر به باسن (WHR) و وزن در گروه تمرین کاهش معناداری پیدا کرد. لذا کاهش WHR، در کنار کاهش وزن و BMI موفقیت مهمی در کاهش عوامل خطر بیماری ها محسوب می شود. در مطالعه Wing و همکاران نشان دادند کاهش WHR در رسیدن اندام مناسب و وزن کمک می کند (۱۳). تمرین و فعالیت بدنی به عنوان راهی برای تسهیل کاهش وزن و بهبود ترکیب بدنی پذیرفته شده است. کاهش نسبت دور کمر به باسن پس از یک دوره برنامه تمرین می تواند نشانه کاهش بیشتر چربی شکمی در مقایسه با بافت چربی سربی و ران باشد. در تحقیق حاضر نسبت دور کمر به باسن کاهش یافت که می تواند در کاهش خطر ابتلا به بیماری های قلبی - عروقی نقش مهمی داشته باشد. در بررسی میزان تغییرات فاکتورهای بیوشیمیایی تنها مقادیر پروتئین واکنشگر C در مقایسه درون گروهی کاهش معنادار داشت ( $P=0/048$ )، اما در مقایسه بین گروهی هیچ کدام از مقادیر سرمی CRP، TNF- $\alpha$  و IL-6 پس از ۱۲ هفته تمرین پیلاتس تغییر معناداری پیدا نکردند ( $P\leq 0/05$ ). از جمله فاکتورهای اندازه گیری شده در تحقیق حاضر IL-6 بود. IL-6 سایتوکاینی چند منظوره است که نقش مهمی در تنظیم ایمنی و التهاب دارد. اغلب مطالعاتی که دارای شدت و مدت متوسط یا بالا هستند اثر بیشتری بر متغیرهای التهابی دارند و موجب کاهش عوامل التهابی می گردد. عدم کاهش معنادار IL-6 در پژوهش حاضر با نتایج مطالعات Augusto و همکاران (۱۴) و Mendham و همکاران (۱۵) که عدم کاهش معنادار اینترلوکین-۶ را گزارش نمودند همسو است. اما با نتایج حاصل از تحقیق Ortega و همکاران (۱۶) و Prestes و همکاران (۱۷) که کاهش معنادار اینترلوکین-۶ را گزارش نمودند ناهمسو است. یکی از سازوکارهایی که از طریق آن فعالیت بدنی موجب کاهش التهاب می گردد کاهش وزن است. کاهش وزن می تواند باعث کاهش تولید سایتوکاین های برگرفته از بافت چربی گردد و به نظر می رسد

ورزش هایی که بر کاهش وزن موثرند ممکن است کاهش سطوح سرمی IL-6 و CRP را موجب گردند. بنابراین کاهش وزن و به ویژه کاهش بافت چربی می تواند به عنوان یک مکانسیم در کاهش التهاب سیستمیک عمل کرده و سطوح سایتوکاین های التهابی را کاهش دهد، در همین راستا فعالیت ورزشی به عنوان یک ابزار مناسب و کارآمد در کاهش وزن و توده چربی عمل می کند، همچنان که مطالعات پیشین نیز نشان داده اند یکی از اثرات ضدالتهابی ورزش ناشی از کاهش توده چربی و چربی احشایی می باشد. از آن جا که بافت چربی یکی از منابع اصلی تولید IL-6 است با کاهش بافت چربی سطح سرمی این سایتوکاین نیز کاهش می یابد. بنابراین می توان نتیجه گرفت با وجود کاهش وزن آزمودنی ها در پژوهش حاضر احتمالاً مقدار کاهش وزن و چربی بدن در پژوهش حاضر به اندازه ای نبوده است که بتواند تغییر معناداری در سطوح IL-6 ایجاد نماید یا می توان بیان داشت عوامل موثر دیگری در تغییر سطوح IL-6 نقش دارند که با وجود کاهش وزن، باعث عدم تغییر معنادار سطوح این پروتئین گشته اند که از جمله آن ها می توان به نوع فعالیت ورزشی، شدت، مدت تمرین، میزان آمادگی افراد، زمان خون گیری، سن، جنس آزمودنی ها اشاره نمود (۱۸). فعالیت بدنی همچنین با کاهش بیان ژنی سایتوکاین ها در بافت عضلانی یا با کاهش روزانه وهله های هیپوکسی (تحریک کننده بیان ژنی سایتوکاین های پیش التهابی) از طریق تقویت سیستم قلبی - تنفسی تولید سایتوکاین های التهابی را کاهش می دهد (۱۹). در پژوهش حاضر علی رغم افزایش معنادار آمادگی بدنی و هوازی آزمودنی ها که نشان دهنده تقویت سیستم قلبی - تنفسی در گروه تجربی بوده است هیچ گونه آثار مشخصی در کاهش میزان IL-6 مشاهده نشد. از دیگر فاکتورهای اندازه گیری شده در پژوهش حاضر TNF- $\alpha$  بود که تغییر معناداری را در مقایسه با گروه کنترل نشان نداد ( $P=0/431$ ). TNF- $\alpha$  یکی از سایتوکاین های مهم پیش التهابی است که ارتباط نزدیکی با میزان درصد چربی متابولیسم انرژی دارد. از جمله عوامل اثرگذار بر افزایش مقادیر TNF- $\alpha$  هنگام فعالیت را می توان آسیب عضلانی ناشی از نوع فعالیت (دویدن) دانست. نتایج پژوهش های پیشین نشان داده است فعالیت هایی مثل دوچرخه ای کارسنج و یا انجام حرکت باز کردن زانو که باعث ایجاد اختلال در عملکرد عضلات و یا آسیب عضلانی نشده اند هیچ تأثیری بر میزان TNF- $\alpha$  نداشته اند (۲) که با نتیجه حاصل از پژوهش حاضر همسو است. بیان شده است که فعالیت ورزشی می تواند میزان کورتیزول و کربوهیدرات را تحت تأثیر قرار دهد و این تغییرات به نوبه ی خود می تواند منجر به افزایش میزان TNF- $\alpha$  می گردد (۲۰). در مطالعه ای مشخص شد که فعالیت ورزشی به کاهش بیان TNF- $\alpha$  در عضلات اسکلتی منجر می شود (۲۱) یافته های پژوهش دیگری



تمرینات شدید در مقادیر شاخص‌های پیش التهابی مردان اشاره شده است. Banitalebi و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند که انجام ۸ هفته تمرین ترکیبی به صورت ۳ جلسه در هفته علیرغم کاهش در چربی بدنی و شاخص توده بدنی، هیچ اثر مثبتی بر عوامل التهابی مانند CRP-hs، TNF- $\alpha$  در زنان مسن ندارد (۲۸). که با نتیجه مطالعه حاضر همسو است. Gemert و همکاران (۲۰۱۶) با انجام یک آزمایش تصادفی کنترل شده بر روی یک حجم نمونه بزرگتر از زنان یائسه و انجام ۱۶ هفته تمرین (۱) ساعت در هفته) همراه با کاهش جزئی در کالری مصرفی، کاهش مقادیر CRP-hs را گزارش کردند (۲۹). علت این مغایرت ممکن است به زمان فعالیت جلسات تمرینات و زمان خون‌گیری و نوع آزمودنی‌ها باشد. چنانچه Levinger و همکاران بیان نمودند که به منظور مشاهده تاثیر تمرین مقاومتی بر شاخص‌های التهابی دوره‌ی تمرینی بلند مدت لازم است (۳۰). باید در نظر داشت شدت تمرین نیز به عنوان یک عامل مهم در زمینه این تغییرات است. مطالعات نشان داده‌اند ارتباط مثبتی بین اجزای ترکیب بدن مانند نمایه توده بدن، درصد چربی بدن، نسبت دور کمر به لگن با سطح سایتوکین‌های التهابی مانند IL-6 و CRP وجود دارد. نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر نشان داد که بین سطوح سرمی ایتروکین-6 و ۶ اجزای ترکیب بدنی ارتباط معناداری وجود ندارد. شاید یکی از دلایل معنادار نبودن ارتباط را به تعداد کم نمونه‌های این مطالعه نسبت داد. برخی محدودیت‌ها از جمله رژیم غذایی، مصرف سیگار، وراثت، خواب آزمودنی‌ها، جنسیت آزمودنی‌ها و حجم کم مطالعه مانع کنترل مطلوب پژوهش گردید. لذا طراحی و اجرای پژوهش‌های مختلف با هدف تعیین تاثیر میزان فعالیت بدنی، تمرین ورزشی و نوع فعالیت ورزشی بر شاخص‌های التهابی سرم از جمله IL-6، CRP و TNF- $\alpha$  با توجه به تفاوت و تاثیر گسترده این عوامل بر آزمودنی‌های پژوهش، نتایج بسیار پراکنده ای را باعث می‌شود، به ویژه آن که سطح بهینه شدت، مدت و نوع تمرین ورزشی نیز هنوز پرسشی بسیار مهم و بدون پاسخ مانده است. این عوامل را در کنار هم می‌توان از دلایل عدم کاهش معنادار در شاخص‌های التهابی IL-6، CRP و TNF- $\alpha$  سر می‌باشد.

### نتیجه‌گیری

در مجموع ۱۲ هفته تمرین پیلاتس اگرچه تا حدودی تغییری در بهبود شاخص‌های التهابی IL-6، CRP و TNF- $\alpha$  زنان غیرفعال دارای اضافه وزن داشت اما این تغییرات معنادار نبودند. در پایان پیشنهاد می‌گردد محققین در صورت ممکن با کنترل عوامل مداخله‌ای مزاحم و انجام تمرین پیلاتس با شدت‌های متفاوت‌تر اثرات تمرین و شاخص‌های آسیب عضلانی و شاخص‌های التهابی را بررسی نمایند.

نشان داد که انقباض‌های عضلانی ناشی از فعالیت ورزشی برای مدت ۱۲ هفته به کاهش بیان سایتوکین‌های التهابی مانند TNF- $\alpha$  منجر می‌گردد در حالی که کاهش وزن ناشی از رژیم غذایی این نتایج را به دنبال ندارد (۲۲). Loria-Kohen و همکاران که اثر تمرین قدرتی، تمرین استقامتی، تمرین موازی و رژیم غذایی همراه با توصیه‌های فعالیت بدنی بر شاخص‌های التهابی را در مردان و زنان بیش وزن بررسی کردند، دریافتند در هر چهار گروه متعاقب دوره ۲۲ هفته‌ای مطالعه میزان انرژی دریافتی و سطوح CRP و TNF- $\alpha$  به طور مشابهی کاهش یافت (۲۳) که با نتیجه پژوهش حاضر ناهمسو هستند. فرآیند دقیق مربوط به اثرات ضد التهابی تمرین مورد بحث بوده و شامل تغییرات در توده چربی، افزایش سطوح سایتوکین‌های ضد التهابی همچون ایتروکین-۱۰ و افزایش در حساسیت انسولینی می‌باشد. در مورد علت یابی نتایج مطالعات مختلف می‌توان به عوامل مختلفی از جمله سطح آمادگی جسمانی، جنس، نوع و شدت تمرین، تفاوت‌های ژنتیکی، پیشینه تغذیه‌ای و سن آزمودنی‌ها اشاره کرد. به طور مثال بررسی‌ها نشان می‌دهد افراد ورزشکار و فعال که به طور مستمر در فعالیت‌های ورزشی شرکت دارند از سطح پایین‌تر یا تقریباً مشابهی از سایتوکین‌های IL-6 و TNF- $\alpha$  درمقایسه با افراد کم تجربه برخوردار هستند (۲۴). از طرفی جنسیت نیز می‌تواند عامل مهمی در این فرایند باشد، محققان براین عقیده‌اند که زنان از سطح بالاتری از IL-6 و TNF- $\alpha$  درمقایسه با مردان برخوردارند که در این زمینه عواملی از جمله سطح رادیکال‌های آزاد و توان دفاعی بدن نیز مهم می‌باشند. در برخی از تحقیقات نیز گزارش شده است که زنان به دلیل برخورداری از فعالیت آنتی‌اکسیدانی بهتر و نیز سطح استروژن بالا از سطح رادیکال‌های آزاد و نیز شاخص‌های التهابی کمتری چون CRP درمقایسه با مردان برخوردار هستند (۲۵). لذا در مقایسه با مردان سطح سایتوکین‌ها در زمان فعالیت ورزشی و نیز در حالت استراحت در این جنس از افراد فعال روند افزایشی کمتری دارد. از دیگر دلایل عدم تغییر شاخص‌های التهابی تحقیق حاضر بیان نمود غیر فعال بودن آزمودنی‌ها می‌باشد. زیرا افراد غیرفعال به دلیل سطح آمادگی جسمانی پایین‌تر قادر به ادامه تمرین با شدت و مدت بالا نیستند. یکی دیگر از فاکتورهای اندازه‌گیری در پژوهش حاضر مقدار سرمی CRP بود که پس از ۱۲ هفته تمرین پیلاتس تغییر معناداری در مقایسه بین گروهی در میزان سطوح آن مشاهده نگردید. طی چند سال گذشته CRP کبدی به طور گسترده‌ای به عنوان یک عامل ایجاد کننده و پیشگویی کننده خطرات قلبی - عروقی شناخته شده است (۲۶) و حتی برخی محققین آن را مهمترین پیش‌بینی کننده، به ویژه در زنان می‌دانند. همچنین پژوهش‌ها حاکی از ارتباط معکوس میان سطوح CRP با آمادگی قلبی تنفسی است (۲۷). در برخی مطالعات به اثر کاهش تمرین سبک تا متوسط و اثر افزایشی

## قدردانی

از دست اندرکاران و آزمودنی‌های شرکت کننده در تحقیق مراتب سپاس و قدردانی را بجای می‌آوریم.

## ملاحظات اخلاقی

ملاحظات اخلاقی را شامل نمی‌شود.

## منابع مالی

منابع مالی ندارد.

## منافع متقابل

مؤلف اظهار می‌نماید که منافع متقابلی از تالیف یا انتشار این مقاله ندارد.

## مشارکت مولفان

م خواجه لندی و همکاران طراحی، اجرا و تحلیل نتایج مطالعه را برعهده داشته‌ند همچنین مقاله را تالیف نموده‌اند و نسخه نهایی خواننده و تایید کرده‌اند.

## References

1. Tofighi A, Ghaffari Y, Afsarbegi N. The effects of a selected aerobic exercise along with a controlled diet on weight loss in obese men. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology* 2014; **9**(2): 85-94. (Persian).
2. Artinian N T, Fletcher G F, Mozaffarian D, Kris-Etherton P, Van Horn L, Lichtenstein AH, et al. Interventions to promote physical activity and dietary lifestyle changes for cardiovascular risk factor reduction in adults a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2010; **122**(4): 406-441. doi: org/10.1161/CIR.0b013e3181e8edf1.
3. Zamanpour L, Banitalebi E, Amirhosseini S E. The Effect of Sprint Training and Combined Aerobic and Strength Training On Some Inflammatory Markers and Insulin Resistance in Women with Diabetes Mellitus (T2dm). *Idled* 2016; **15**(5): 300-311. doi: 10.18869/acadpub.hrjbaq.2.3.193. (Persian).
4. Faam B, Zarkesh M, Daneshpour M S, Azizi F, Hedayati M. association between abdominal obesity and hs-CRP, IL-6 and HCY in tehranian adults: TLGS. *Iranian Journal of Diabetes and Metabolism* 2014; **13**(2): 163-171. (Persian).
5. Stensvold D, Slordahl SA, and Wisloff U. Effect of exercise training on inflammation status among people with metabolic syndrome. *Metab Syndr Relat Disord* 2012; **10**: 267-272. doi: 10.1089/met.2011.0140.
6. Bennett G, Strissel K J, DeFuria J, Wang J, Wu D, Burkly L C, et al. Deletion of TNF-like weak inducer of apoptosis (TWEAK) protects mice from adipose and systemic impacts of severe obesity. *Obesity (Silver Spring)* 2014; **22**(6):1485-1494. doi: 10.1002/oby.20726.
7. Kabir B, Taghian F, Ghatreh Samani K. Dose 12 week resistance training Influence IL-18 and CRP levels in Elderly men? *RJMS* 2018; **24**(165): 85-92.
8. Wärnberg J, Cunningham K, Romeo J, Marcos A. Physical activity, exercise and low-grade systemic inflammation. *Proceedings of the Nutrition Society* 2010; **69**(3): 400-406. doi: 10.1017/S0029665110001928.
9. Timmerman K L, Amonette W E, Markofski M M, Ansinelli H A, Gleason E A, Rasmussen B B, et al. Blunted IL-6 and IL-10 response to maximal aerobic exercise in patients with traumatic brain injury. *Eur J Appl Physiol* 2015; **115**(1): 111-118. doi: 10.1007/s00421-014-2997-4.
10. Ahmadizad S, Avansar A S, Ebrahim K, Avandi M, Ghasemikaram M. The effects of short-term high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on plasma levels of nesfatin-1 and inflammatory markers. *Hormone molecular biology and clinical investigation* 2015; **21**(3): 165-173. doi: 10.1515/hmbci-2014-0038. (Persian).
11. Ebrahimi F, mahdavinejad R, Jalily H. The Effects of Selected Pilates Exercises on Muscle Strength, Balance and HbA1c in Female Patients with Diabetes Type 2. *Journal of Sport Medicine* 2015; **7**(2): 251-265. doi: 10.22059/jsmed.2015.56563. (Persian).
12. Nikroo H, Baran cheshme M A, Azoore S A. The comparison of the effects of combined selection of exercises and current sports activities on the improvement of physical fitness of soldiers during the training term of national service. *Journal of Military Medicine* 2014; **16**(1): 9-16. (Persian).
13. Wing R R, West D S, Grady D, Creasman J M, Richter H E, Myers D, et al. Effect of weight loss on urinary incontinence in overweight and obese women: results at 12 and 18 months. *J Urol* 2010; **184**(3): 1005-1010. doi: 10.1016/j.juro.2010.05.031 23.
14. Libardi Cleiton A. Effect of resistance, endurance, and concurrent training on TNF- $\alpha$ , IL-6, and CRP. *Medicine and science in sports and exercise* 2012; **44**(1): 50-56. doi: 10.1249/MSS.0b013e318229d2e9.
15. Mendham A E, Duffield R, Marino F, Coutts A J. A 12-week sports-based exercise programme for inactive Indigenous Australian men improved clinical risk factors associated with type 2 diabetes mellitus. *Journal of Science and Medicine in Sport* 2015; **18**(4): 438-443. doi: 10.1016/j.jsams.2014.06.013.
16. Ortega E, Bote M E, Giraldo E, Garcí'a J J. Aquatic exercise improves the monocyte pro- and anti-inflammatory cytokine production balance in



- fibromyalgia patients. *Scand J Med Sci Sports* 2010; **22**(1): 104-112. doi: 10.1111/j.1600-0838.2010.01132.x.
17. Prestes J, Shiguemoto G, Botero J P. Effects of resistance training on resisting, leptin, cytokines, and muscle force in elderly post-menopausal women. *J Sports Sci* 2009; **27**(14): 1607-1615. doi: 10.1080/02640410903352923.
  18. Leite S N, Reis A C, Colnezi G L, Souza F H, Ferracini H F. Influence of Vascular Occlusion in Concentration of Growth Hormone and Lactate in Athletes during Strengthening Quadriceps Exercise. *Occup Med Health Aff* 2015; **3**(195): 2-12. doi: 10.4172/2329-6879.1000195.
  19. Mujumdar P P, Duerksen-Hughes P J, Firek A F, Hessinger D A. Long-term, progressive, aerobic training increases adiponectin in middle-aged, overweight, untrained males and females. *Scandinavian journal of clinical and laboratory investigation* 2011; **71**(2): 101-107. doi: 10.3109/00365513.2011.554995.
  20. Azimian E, Ranjbar R, Shakerian S, Habibi A, Ghafourian M. Comparison of an acute bout of combined exercise training in different intensities on tumor necrosis factor-  $\alpha$  (TNF $\alpha$ ) and interleukin-6 (IL-6) in active men. *Sport Physiology* 2016; **7**(28): 87-102.
  21. Fischer C P. Interleukin-6 in acute exercise and training: what is the biological relevance? *Exerc Immunol Rev* 2006; **12**: 6-33.
  22. Charles P, Lambert Nicole R, Wright Brian N, Finck, Dennis T. Villareal Exercise but not diet-induced weight loss decreases skeletal muscle inflammatory gene expression in frail obese elderly persons. *J Appl Physiol* 2008; **105**(2): 473-478. doi: 10.1152/japphysiol.00006.2008.
  23. Loria-Kohen V, Fernández-Fernández C, Bermejo L M, Morencos E, Romero-Moraleda B, Gómez-Candela C. Effect of different exercise modalities plus a hypocaloric diet on inflammation markers in overweight patients: a randomised trial. *Clin Nutr* 2013; **32**(4): 511-518. doi: 10.1016/j.clnu.2012.10.015.
  24. Calle M C, Luz Fernandez M. Effects of resistance training on the inflammatory response. *Nutr Res Pract* 2010; **4**(4): 259-269. doi: 10.4162/nrp.2010.4.4.259.
  25. Baradaran B, Tartibian B, Baghaiee B, Monfaredan A. Correlation between superoxide dismutase 1 gene expression with lactate dehydrogenase enzyme and free radicals in female athletes: effects of incremental intensity exercises. *Tehran University Medical Journal* 2012; **70**(4): 212-219. (Persian).
  26. Shrivastava A K, Singh H V, Raizada A, Singh S K. C-reactive protein, inflammation and coronary heart disease. *Egypt Heart J* 2015; **67**(2): 89-97. doi.org/10.1016/j.ehj.2014.11.005.
  27. Shabani R, Yosefzad L, Fallah F. Effects of eight weeks of endurance-resistance training on some inflammatory markers and cardiovascular endurance in sedentary postmenopausal women. *The Iranian Journal of Obstetrics, Gynecology and Infertility* 2017; **20**(1): 23-30. doi: 10.22038/ijogi.2017.862.
  28. Banitalebi E, Shahrekordi Z M, Kazemi A R, Bagheri L, Shalamzari S A, Faramarzi M. Comparing the effects of eight weeks of combined training (Endurance and Resistance) in different orders on inflammatory factors and adipokines among elderly females. *Womens Health Bull* 2016; **3**(2): e30990. doi: 10.17795/whb-30990.
  29. Van Gemert W A, May A M, Schuit A J, Oosterhof B Y, Peeters P H, Monninkhof E M. Effect of weight loss with or without exercise on inflammatory markers and adipocytes in postmenopausal women: The SHAPE- 2 trial, a randomized controlled trial. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2016; **25**(5): 799-806. doi: 10.1158/1055-9965.EPI-15-1065.
  30. Levinger I, Goodman C, Peake J, Garnham A, Hare D L, Jerums G, et al. Inflammation, hepatic enzymes and resistance training in individuals with metabolic risk factors. *Diabet Med* 2009; **26**: 220-227. doi: 10.1111/j.1464-5491.2009.02679.x.