

## Effects of Aerobic Exercise on C-reactive Protein and Lipid Profile in Subclinical Hypothyroidism among Overweight-Obese Women

Somayeh Baharloo<sup>1</sup>, Farzaneh Taghian<sup>2\*</sup>, Mehdi Hedayati<sup>3</sup>

- 1- M.Sc., Department of Exercise Physiology, School of Physical Education and Sport Sciences, Islamic Azad University, Isfahan (Khorasgan) Branch, Isfahan, Iran
- 2- Assistant Professor, Department of Exercise Physiology, School of Physical Education and Sport Sciences, Islamic Azad University, Isfahan (Khorasgan) Branch, Isfahan, Iran
- 3- Associated Professor, Cellular and Molecular Research Center, Research Institute for Endocrine Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

\*Corresponding Address: P.O.Code:8155139998, Department of Physical Education and Sport Sciences, Islamic Azad University, Khorasgan Branch, Isfahan, Iran  
Email: f\_taghian@yahoo.com

Received: 27/Jan/2014, Accepted: 03/May/2014

### Abstract

**Objective:** The goal of the current research was to investigate the effect of aerobic exercise on C-reactive protein (CRP) and lipid profile in overweight-obese women with subclinical hypothyroidism.

**Methods:** This study enrolled 23 women who suffered from subclinical hypothyroidism. Patients' average age was  $41.08 \pm 6.56$  years and BMI was  $>25 \text{ kg/m}^2$ . Subjects, following medical screening, were objectively selected and randomly divided into two groups, control (N=13) and experimental (N=10). Initially, patients' height, weight, BMI, waist ratio, and WHR were measured in addition to serum levels of cholesterol, triglycerides, HDL-C, LDL-C, CRP, T<sub>4</sub> and TSH. Then, the experimental group participated in aerobic exercise. The control group received no intervention other than follow up. After 12 weeks all variables were remeasured. For intra group comparison of data t-test was used and for group comparison, we used the independent t-test ( $P \leq 0.05$ ).

**Results:** After 12 weeks of symphonic aerobic exercise in the experimental group, body composition that included weight, BMI, waist ratio, WHR, and levels of cholesterol, LDL-C, CRP and TSH were significantly reduced. There was no significant change in triglycerides, however we observed increased T<sub>4</sub> and HDL-C levels. In the control group LDL-C and CRP were significantly increased.

**Conclusion:** The reduction of cardiovascular disease through reduction of body composition and low density cholesterol among overweight-obese subclinical hypothyroidism women is possible through weight reduction with aerobic exercises.

**Keywords:** Subclinical hypothyroidism, Aerobic exercise, Lipid profile, C-reactive protein

Modares Journal of Medical Sciences: *Pathobiology*, Vol 17, No 1, Spring 2014, Pages: 91-102

# تأثیر تمرین هوازی بر پروتئین واکنشگر C و نیمرخ چربی در زنان مبتلا به کم کاری تیروئید تحت بالینی دارای اضافه وزن - چاق

سمیه بهارلو<sup>۱</sup>، فرزانه تقیان<sup>۱\*</sup>، مهدی هدایتی<sup>۲</sup>

۱- کارشناس ارشد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران  
 ۲- استادیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران  
 ۳- دانشیار، مرکز تحقیقات سلولی مولکولی، پژوهشکده علوم غدد درون ریز، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

\*آدرس نویسنده مسئول: ایران، اصفهان، کدپستی: ۸۱۵۵۱۳۹۹۹۸، خوراسگان، خیابان جی شرقی، اروغویه، دانشگاه آزاد اسلامی، دانشکده ی تربیت بدنی و علوم ورزشی  
 Email: f\_taghian@yahoo.com

پذیرش مقاله: ۹۳/۰۲/۱۳

دریافت مقاله: ۹۲/۱۱/۰۶

## چکیده

**هدف:** بررسی تأثیر تمرین هوازی بر پروتئین واکنشگر C و نیمرخ چربی در زنان مبتلا به کم کاری تیروئید تحت بالینی دارای اضافه وزن - چاق بود.

**مواد و روش‌ها:** تعداد ۲۳ زن مبتلا به کم کاری تیروئید تحت بالینی با میانگین سنی  $41/08 \pm 6/56$  سال، دارای شاخص توده بدن (BMI) بزرگ‌تر از ۲۵ کیلوگرم بر متر مربع به صورت هدفمند انتخاب شدند و به صورت تصادفی به دو گروه تجربی (۱۳ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند. ابتدا قد، وزن، شاخص توده بدن، نسبت دور کمر به دور باسن، سطوح کلسترول، تری گلیسرید، کلسترول HDL، کلسترول LDL، پروتئین واکنشگر C، تیروکسین و هورمون محرک تیروئید اندازه‌گیری شد. سپس آزمودنی‌های گروه تجربی تحت تأثیر برنامه تمرین هوازی قرار گرفتند. گروه کنترل بدون مداخله‌ای پیگیری شدند. متغیرها پس از ۱۲ هفته مجدداً اندازه‌گیری شدند. به منظور مقایسه درون گروهی داده‌ها از آزمون t همبسته و برای مقایسه بین گروهی از آزمون t مستقل استفاده شد (سطح معنی‌داری  $P \leq 0/05$  در نظر گرفته شد).

**نتایج:** پس از ۱۲ هفته تمرین هوازی در گروه تجربی وزن، شاخص توده بدن، دور کمر، نسبت دور کمر به دور باسن و سطوح کلسترول، کلسترول LDL، پروتئین واکنشگر C و هورمون محرک تیروئید کاهش معنی‌داری یافت. در سطوح تری گلیسرید تغییر معنی‌داری مشاهده نشد. سطح تیروکسین و کلسترول HDL در گروه تجربی افزایش معنی‌داری یافت. در گروه کنترل کلسترول LDL و CRP افزایش معنی‌داری یافته بود.

**نتیجه‌گیری:** کاهش خطر بیماری‌های قلبی عروقی از طریق کاهش ترکیبات بدن و کلسترول با چگالی پایین، در زنان مبتلا به کم کاری تیروئید تحت بالینی دارای اضافه وزن - چاق، احتمالاً از طریق کاهش وزن با تمرینات هوازی امکان‌پذیر است.

**کلیدواژگان:** کم کاری تیروئید تحت بالینی، تمرین هوازی، نیمرخ چربی، پروتئین واکنشگر C

مجله علوم پزشکی مدرس: آسیب‌شناسی زیستی، دوره ۱۷، شماره ۱، بهار ۱۳۹۳، صفحات: ۹۱-۱۰۲

## مقدمه

امروزه یکی از مهم‌ترین علل مرگ و میر در جهان، که نحوه متابولیسم، میزان و نوع لیپیدها به خصوص لیپوپروتئین‌های خون در بروز و تشدید بیماری‌های قلبی

بیماری‌های قلبی عروقی است. اکثر تحقیقات نشان داده‌است

### تأثیر تمرین هوازی بر پروتئین واکنشگر C و نیمرخ چربی

پلازما است که در کبد ساخته می‌شود و افزایش آن علامتی از بیماری التهابی یا آسیب‌های بافتی است. تحقیقات مختلفی نشان داده است که سطوح بالای CRP با چاقی و کم کاری تیروئید در ارتباط است [۱۲، ۱۳]. موراوسوا و سچری (۲۰۱۱) عنوان کردند عملکرد TSH به‌طور مستقیم روی تمایز سلول‌های پره آدیپوسیت‌ها (Preadipocytes) تأثیر می‌گذارد و باعث القای آدیپوژنز (Adipogenesis) می‌شود [۱۳]. همچنین محققین بسیاری به ارتباط مستقیم بین سطح TSH و اضافه وزن و چاقی اشاره کرده‌اند [۱۴، ۱۵]. در زمینه ارتباط کم کاری تیروئید تحت بالینی و نیمرخ چربی و CRP آماتی و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که کلسترول، تری‌گلیسرید و کلسترول LDL به‌صورت معنی‌داری در گروه کم کاری تیروئید تحت بالینی در مقایسه با افراد سالم بالاتر است. همچنین مقادیر TSH به‌طور معنی‌داری با CRP در ارتباط بود [۱۶]. ماراتو و همکاران (۲۰۰۹) مطالعه مقطعی را روی تعدادی افراد با کم کاری تیروئید آشکار و تحت بالینی انجام دادند و مشاهده کردند که کم کاری تیروئید منجر به افزایش سطوح کلسترول پلازما می‌شود. آن‌ها بیان کردند کم کاری تیروئید آشکار و تحت بالینی عوامل خطر سازی را برای مقاومت به انسولین، اختلالات لیپیدی، انعقادپذیری بالا و درجات خفیف التهاب ایجاد می‌کند [۱۲]. انجام تمرینات ورزشی به‌عنوان یک مسیر درمانی مؤثر در کاهش بیماری‌های قلبی عروقی و متابولیکی مطرح شده است. مطالعات نشان دادند تمرین ورزشی متوسط و مطلوب بر تعدادی از عوامل خطرزای قلبی عروقی و متابولیکی که وابسته به نشانگان متابولیک است اثر دارد [۱۷]. تحقیقات در زمینه تأثیر تمرینات هوازی بر نیمرخ چربی و CRP در زنان مبتلا به کم کاری تیروئید تحت بالینی بسیار اندک بوده و نتایج تحقیقات ناهمسو است [۱۸، ۱۹]. کم کاری تیروئید تحت بالینی یکی از شایع‌ترین بیماری‌های غدد درون ریز است و شیوع آن در زنان دو برابر بیشتر از مردان است. در این بیماری با تغییر در سطوح TSH سرم اختلالاتی مانند اختلالات چربی و بالا رفتن مقادیر CRP و

عروقی نقش اساسی ایفا می‌کنند [۱]. هیپوتیروئیدیسم (Hypothyroidism) تحت بالینی یا کم کاری خفیف غده تیروئید زمانی مطرح است که هورمون تیروکسین (Thyroxine) ( $T_4$ ) در حد طبیعی اما هورمون محرک تیروئید (Thyroid-Stimulating Hormone: TSH) بالاتر از حد طبیعی ولی کمتر از ۱۰ میلی واحد بر لیتر باشد که در این حالت معمولاً یا علایمی وجود ندارد یا بسیار خفیف است [۲، ۳]. در بعضی مطالعات دیده شده که بالا رفتن اندک TSH با تغییر در میزان چربی‌ها باعث افزایش خطر بیماری‌های قلبی عروقی می‌شود [۴، ۵]. سطوح افزایش یافته‌ای از تری‌گلیسرید و علایمی از یک التهاب خفیف می‌تواند نشانه خطر برای توسعه بیماری‌های قلبی عروقی به دنبال افزایش TSH باشد [۶]. هورمون‌های تیروئیدی به‌عنوان یک کوفاکتور برای لیپوپروتئین لیپاز (Lipoprotein Lipase: LPL) عمل کرده و از راه تأثیر بر پروتئین ناقل کلستریل استر (Cholesteryl Ester Transfer Protein) موجب کاهش سطح کلسترول LDL (Low-density lipoprotein) می‌شود. همچنین موجب افزایش آدرنومدولین (Adrenomedullin) شده که به‌عنوان یک گشاد کننده عروقی نیرومند سبب کاهش مقاومت عروقی محیطی خواهد شد [۷]. به‌علاوه عملکرد تیروئید از راه تغییر در حساسیت به انسولین می‌تواند منجر به اختلالات نیمرخ چربی شود [۸]. پژوهش‌ها نشان داده است که در افراد مبتلا به کم کاری تیروئید به دلیل کاهش گیرنده‌های کلسترول LDL در سطح سلول‌های کبدی، سوخت و ساز کلسترول کاهش می‌یابد که منجر به افزایش سطح کلسترول سرم و کلسترول LDL و کاهش سطح کلسترول HDL (High-density lipoprotein) می‌شود [۹]. از سوی دیگر بررسی‌ها نشان داده تجویز حاد TSH به افراد با عملکرد طبیعی تیروئید در اندوتلیوم عروقی اختلال ایجاد می‌کند و منجر به افزایش پروتئین واکنشگر C (C-reactive protein: CRP)، ایتنرلوکین ۶ (Interleukin 6: IL-6) و سایر عوامل اکسیداتیو می‌شود [۱۰، ۱۱]. ترکیب CRP یک جز از

در نتیجه التهاب در بدن ایجاد می‌شود. همچنین ارتباط مستقیم این بیماری با اضافه وزن و چاقی و بنابراین افزایش خطر بیماری‌های قلبی عروقی در افراد مبتلا به این بیماری به اثبات رسیده است. با توجه به فقدان تحقیقات کافی در زمینه تأثیر تمرینات ورزشی در این افراد، تحقیق حاضر به بررسی تأثیر تمرین هوازی بر نیمرخ چربی و CRP در زنان مبتلا به کم کاری تیروئید تحت بالینی اضافه وزن- چاق اختصاص یافته است.

## مواد و روش‌ها

روش تحقیق حاضر نیمه تجربی و طرح تحقیق شامل پیش آزمون و پس آزمون با گروه کنترل و تجربی بود. شرکت کنندگان این تحقیق را زنان مبتلا به کم کاری تیروئید تحت بالینی اضافه وزن- چاق [شاخص توده بدن (Body Mass Index: BMI) بالاتر از ۲۵] تشکیل دادند. در ابتدا فراخوانی تهیه شد و در اختیار مراکز درمانی، پزشکان متخصص داخلی و غدد و آزمایشگاه‌های تشخیص طبی قرار گرفت و از زنان مبتلا به کم کاری تیروئید تحت بالینی اضافه وزن- چاق که مایل به اجرای تمرینات ورزشی برای تعدیل وزن و بهبود وضعیت فیزیولوژیکی خود بودند دعوت به عمل آمد تا در این طرح شرکت کنند. تعداد ۴۰ نفر برای انجام این طرح داوطلب شدند که پس از پر کردن فرم اطلاعات فردی و پرسشنامه پزشکی با توجه به شرایط ورود به طرح تعداد ۲۳ نفر انتخاب شدند. شرایط ورود به طرح عبارت بودند از: ۱) مبتلا بودن به بیماری کم کاری تیروئید تحت بالینی (داشتن  $TSH < 10$  و  $T4 < 5$  نرمال) ۲) دارا بودن BMI بالاتر از ۲۵ کیلوگرم بر متر مربع (۳) عدم ابتلا به بیماری‌های قلبی- تنفسی و دیابت (۴) عدم مصرف الکل و دخانیات (۵) عدم شرکت افراد در برنامه خاص کاهش وزن (۶) عدم داشتن فعالیت ورزشی منظم در ۶ ماه گذشته (۷) عدم مصرف دارو (۸) نداشتن علائم آشکار بیماری کم کاری تیروئید و اجازه پزشک مبنی بر شرکت در برنامه ورزشی ایروبیکی و نیاز نداشتن به داروی درمان تیروئید [لیووتیروکسین (Levothyroxine)] حداقل تا پایان انجام تحقیق (۱۲ هفته) با

نظر پزشک. کلیه آزمودنی‌ها متأهل بوده و دامنه سنی آن‌ها ۳۰-۵۰ سال بود. از کلیه آزمودنی‌ها دعوت به عمل آمد تا در روز تعیین شده به محل اجرای تحقیق (سالن ورزشی) مراجعه کنند. سپس کلیه مراحل پژوهش برای آزمودنی‌ها شرح داده شد و فرم رضایت‌نامه توسط آن‌ها امضا شد. بعد از آن آزمودنی‌ها به صورت تصادفی در دو گروه تجربی (۱۳ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) قرار گرفتند و از آن‌ها خواسته شد ۴۸ ساعت قبل از شروع تمرین به صورت ناشتا ساعت ۸-۹ صبح در سالن مورد نظر حضور یابند. در روز تعیین شده اندازه‌گیری‌های قد با استفاده از قدسنج دیواری مارک SECA ساخت کشور آلمان با حساسیت ۱ میلی‌متر، وزن با استفاده از ترازوی دیجیتال مارک SECA با حساسیت ۰/۱ کیلوگرم، دور کمر و دور لگن با استفاده از متر نواری غیر قابل ارتجاع با دقت ۱ سانتی‌متر از آزمودنی‌ها انجام شد. BMI از تقسیم وزن (کیلوگرم) بر مجذور قد (متر مربع) و WHR (waist-hip ratio) از تقسیم دور کمر (سانتی‌متر) بر دور لگن (سانتی‌متر) به دست آمد. سپس میزان ۵ میلی‌لیتر خون از ورید قدامی دست چپ آزمودنی‌ها گرفته شد. نمونه‌های خونی بلافاصله به آزمایشگاه انتقال داده شد و کلیه آزمایش‌های لازم در همان روز انجام شد. کلسترول، تری‌گلیسرید، LDL-C و HDL-C با استفاده از کیت آزمایشگاهی شرکت پارس آزمون و CRP با استفاده از کیت Biotecnic ساخت ایران به روش فوتومتری آنزیمی توسط دستگاه هیتاچی ۹۱۱ اندازه‌گیری شد. همچنین T4 و TSH با استفاده از کیت Diasorin ساخت ایتالیا به روش کمی لومینانس (Chemiluminescence) توسط دستگاه لیاسون (Liason) اندازه‌گیری شد. سپس آزمودنی‌های گروه تجربی تحت تأثیر برنامه تمرین هوازی (۳ روز در هفته، روزی ۱ ساعت به مدت ۱۲ هفته با شدت ۵۵ درصد حداکثر ضربان قلب (سن-۲۲۰) در هفته اول و ۸۰ درصد حداکثر ضربان در هفته آخر) قرار گرفتند. به منظور کنترل شدت تمرین از ضربان سنج Polar در حین انجام تمرین استفاده شد. برنامه تمرین شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن، ۴۰ دقیقه اجرای حرکات ایروبیکی و ۱۰ دقیقه سرد

## تأثیر تمرین هوازی بر پروتئین واکنشگر C و نیمرخ چربی

اسمیرونف (Kolmogorov-Smirnov) به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از آمار توصیفی میانگین و انحراف معیار و آمار استنباطی استفاده شد. آزمون t وابسته برای مقایسه درون گروهی و آزمون t مستقل برای مقایسه اختلاف پیش آزمون و پس آزمون بین دو گروه تجربی و کنترل استفاده شد. داده‌ها به وسیله نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و سطح معنی‌داری  $P \leq 0/05$  در نظر گرفته شد.

کردن بود. گروه کنترل هیچ‌گونه مداخله‌ای دریافت نکردند و فقط پیگیری شدند. ۴۸ ساعت پس از پایان برنامه تمرین مجدداً اندازه‌گیری‌های بدنی و نمونه‌گیری خونی از آزمودنی‌های هر دو گروه انجام شد. برای کنترل تغذیه آزمودنی‌ها نیز از فرم ثبت مواد غذایی سه روزه درمانگاه تغذیه دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی استفاده شد. پس از بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها با کمک آزمون کلموگروف-

جدول ۱ مقایسه متغیرهای مورد بررسی در دو گروه قبل و بعد از ۱۲ هفته تمرین هوازی (آزمون t وابسته)

متغیر	گروه	پیش آزمون	پس آزمون	t	P
وزن (کیلوگرم)	تجربی	۷۹/۹۷±۸/۵۷	۷۸/۳۳±۸/۲۴	۲/۶۲۶	*۰/۰۲۲
	کنترل	۷۸/۷۳±۶/۰۶	۷۹/۱۲±۶/۱۳	-۰/۶۲۵	۰/۰۵۴
BMI (کیلوگرم بر متر مربع)	تجربی	۳۰/۳۶±۲/۳۸	۲۹/۸۳±۲/۱۱	۲/۷۸۸	*۰/۰۱۶
	کنترل	۳۰/۶۱±۲/۹۲	۳۰/۷۴±۲/۷۲	-۰/۵۷۱	۰/۵۸۲
دور کمر (سانتی‌متر)	تجربی	۱۰۱/۷۰±۶/۱۸	۱۰۱/۹۰±۶/۷۲	-۰/۳۰۲	۰/۷۷۰
	کنترل	۰/۸۶±۰/۰۴۲	۰/۸۳±۰/۰۵	۳/۷۴۴	*۰/۰۰۳
WHR	تجربی	۰/۸۸±۰/۰۲	۰/۸۸±۰/۰۲	-۰/۲۸۷	۰/۷۸۰
	کنترل	۲۰۹/۰۸±۱۷/۸۷	۲۰۱/۰۸±۲۱/۲۵	۱/۵۲۷	۰/۱۵۳
کلسترول (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	تجربی	۱۹۹/۲±۲۰/۱۱	۲۱۴/۴۰±۲۹/۶۹	-۲/۰۸۰	۰/۰۶۷
	کنترل	۱۲۴/۹۲±۵۲/۷۲	۱۰۷/۰۸±۳۶/۱۶	۲/۱۳۶	۰/۰۵۴
تری‌گلیسرید (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	تجربی	۱۴۹/۵۰±۴۶/۱۹	۱۳۶/۱۰±۳۸/۳۶	۱/۳۲۶	۰/۲۱۷
	کنترل	۱۲۱/۰۸±۱۱/۴۱	۱۰۳/۲۳±۹/۶۳	۵/۶۹۵	*۰/۰۰۰
LDL-C (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	تجربی	۱۱۳/۰۰±۱۰/۸۷	۱۳۲/۸۰±۲۲/۴۶	-۳/۹۴۰	*۰/۰۰۴
	کنترل	۴۵/۱۵±۲/۷۶	۵۲/۵۴±۴/۶۳	-۵/۴۱۲	*۰/۰۰۰
HDL-C (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	تجربی	۴۵/۴۰±۴/۹۰	۴۳/۷۰±۶/۵۸	۰/۶۸۳	۰/۵۱۲
	کنترل	۶/۸۷±۴/۱۳	۴/۱۳±۳/۴۸	۲/۹۱۶	*۰/۰۱۳
CRP (میلی‌گرم بر لیتر)	تجربی	۷/۱۵±۲/۵۸	۱۰/۵۰±۳/۹۹	-۳/۷۵۲	*۰/۰۰۵
	کنترل	۶/۷۱±۱/۳۸	۸/۵۱±۱/۵۱	-۳/۲۱۳	*۰/۰۰۷
T4 (میکروگرم بر لیتر)	تجربی	۷/۴۸±۱/۴۳	۷/۶۵±۱/۶۷	-۰/۶۳۷	۰/۵۱۰
	کنترل	۷/۹۰±۱/۵۳	۶/۴۴±۲/۴۱	۲/۲۳۰	*۰/۰۴۶
TSH (میکرو واحد بر میلی‌لیتر)	تجربی	۶/۴۴±۱/۶۱	۷/۵۳±۲/۳۱	-۲/۰۸۸	۰/۰۶۶
	کنترل				

\*: تفاوت معنی‌دار بین پیش آزمون و پس آزمون

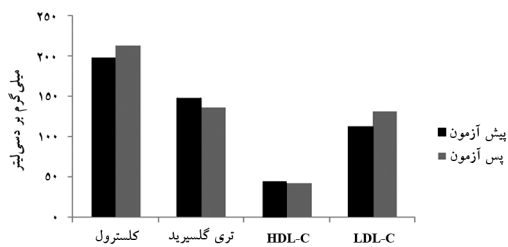
## نتایج

کنترل با میانگین سنی  $41/08 \pm 6/56$  در این مطالعه بررسی شدند. مقایسه میانگین متغیرهای مورد بررسی قبل و بعد از ۱۲ هفته تمرین هوازی در جدول ۱ گزارش شده است. با توجه به

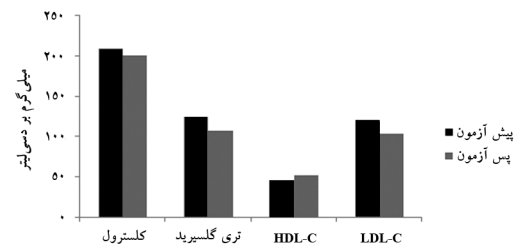
در گروه تجربی ۱۳ زن مبتلا به کم کاری تیروئید تحت بالینی و ۱۰ زن مبتلا به کم کاری تیروئید تحت بالینی در گروه

تجربی و کنترل در شکل ۳ نشان داده شده است. جدول ۲ نتایج مقایسه بین گروهی متغیرهای مورد بررسی را پس از ۱۲ هفته تمرین هوازی نشان می‌دهد. همان‌گونه که در یافته‌های جدول ۲ نشان داده شده است ترکیبات بدن و سطوح کلسترول، LDL-C، CRP و همچنین TSH در گروه تجربی به‌طور معنی‌داری کمتر از گروه کنترل بود. سطح تری‌گلیسرید در بین دو گروه تفاوت معنی‌داری نداشت و سطح HDL-C و T4 در گروه تجربی بیشتر از گروه کنترل بود. همچنین در گروه کنترل افزایش معنی‌دار LDL-C و CRP مشاهده شد.

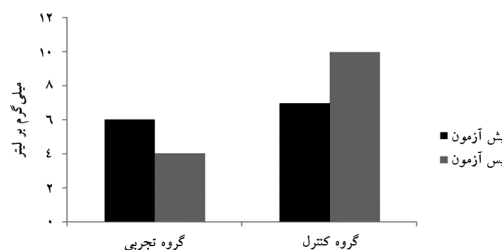
یافته‌های جدول ۱ ترکیبات بدن، LDL-C، CRP و همچنین TSH در گروه تجربی کاهش معنی‌داری داشت. در سطح HDL-C و T4 افزایش معنی‌دار مشاهده شد و در سطح کلسترول و تری‌گلیسرید تغییر معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین در گروه کنترل در سطوح CRP و LDL-C افزایش معنی‌داری مشاهده شد. در مورد نیمروخ چربی مقایسه پیش آزمون و پس آزمون برای گروه تجربی در شکل ۱ و در مورد گروه کنترل در شکل ۲ نشان داده شده است. همچنین مقایسه میزان CRP در پیش آزمون و پس آزمون در هر دو گروه



شکل ۲ تغییرات نیمروخ چربی در گروه کنترل



شکل ۱ تغییرات نیمروخ چربی در گروه تجربی



شکل ۳ تغییرات میزان CRP در دو گروه تجربی و کنترل

جدول ۲ مقایسه اختلاف میانگین متغیرهای مورد بررسی بین دو گروه مورد مطالعه (آزمون t مستقل)

متغیر	اختلاف میانگین	T	P
وزن (کیلوگرم)	-۲/۰۳	-۲/۲۷	*۰/۰۳۴
BMI (کیلوگرم بر متر مربع)	-۰/۷۶	-۲/۳۴	*۰/۰۳۰
دور کمر (سانتی‌متر)	-۵/۰۴	-۳/۳۱	*۰/۰۰۳
WHR	-۰/۰۳	-۳/۶۰	*۰/۰۰۲
کلسترول (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	-۲۳/۲۰	-۲/۶۵	*۰/۰۱۵
تری‌گلیسرید (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	-۴/۴۴	-۰/۳۴	۰/۷۳۶
LDL-C (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	-۳۷/۶۴	-۶/۶۲	*۰/۰۰۰
HDL-C (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	۸/۰۸	۳/۱۶	*۰/۰۰۵
CRP (میلی‌گرم بر لیتر)	-۶/۰۸	-۴/۵۸	*۰/۰۰۰
T4 (میکروگرم بر دسی‌لیتر)	۱/۶۳	۲/۶۲	*۰/۰۱۸
TSH (میکرو واحد بر میلی‌لیتر)	-۲/۵۵	-۲/۹۰	*۰/۰۰۹

\*: تفاوت معنی‌دار بین گروه کنترل و تجربی

## بحث

نتایج تحقیق حاضر بیانگر کاهش معنی‌دار ترکیبات بدن، همچنین سطوح کلسترول و LDL-C و افزایش معنی‌دار HDL-C در گروه تجربی پس از ۱۲ هفته تمرین هوازی موزون در زنان مبتلا به کم کاری تیروئید تحت بالینی دارای اضافه وزن-چاق بود. در حالی که در سطوح تری گلیسرید تفاوت معنی‌داری در گروه تجربی مشاهده نشد. همچنین در گروه کنترل افزایش معنی‌دار LDL-C مشاهده شد. تمرینات هوازی را می‌توان به‌عنوان روش مؤثری برای تغییرات در نیمرخ چربی در نظر گرفت. شاید این اثر به دلیل افزایش و بهبود فعالیت آنزیم LPL به دنبال انجام تمرینات هوازی باشد، ممکن است این بهبود به دلیل افزایش LPL مویرگ‌های عضلانی صورت گیرد. همچنین عنوان شده است که اپی‌نفرین (Epinephrine) موجب این افزایش می‌شود که اغلب چند ساعت پس از فعالیت ورزشی نیز ادامه دارد [۲۰]. چگونگی تأثیر فعالیت ورزشی بر غلظت تری‌اسیل‌گلیسرول پلاسما به غلظت قبل از فعالیت نیز بستگی دارد. در افرادی که دارای غلظت پایین تری هستند با فعالیت ورزشی تغییرات معنی‌داری را نشان نمی‌دهد؛ در حالی که تری‌اسیل‌گلیسرول پلاسمایی افراد دارای غلظت بالا به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد [۲۱] که شاید دلیل عدم تغییر تری‌گلیسرید در گروه تجربی پس از ۱۲ هفته تمرین هوازی همین موضوع باشد زیرا آزمودنی‌ها دارای سطوح طبیعی تری‌گلیسرید بودند. همچنین به‌نظر می‌رسد فعالیت‌های ورزشی سبب افزایش لیپولیز (Lipolysis) و کاهش اسیدهای چرب در خون و عضلات نیز می‌شود. این موضوع به نوبه خود قشر مازاد چربی (کلسترول آزاد و فسفولیپید) را به‌وجود می‌آورد که به HDL منتقل شده و سبب افزایش آن می‌شود. علت احتمالی دیگر افزایش HDL افزایش تولید آن توسط کبد در پی تغییر فعالیت آنزیم LPL و کاهش لیپاز کبدی به دنبال فعالیت بدنی است [۲۲]. کاهش LDL بستگی به کاهش وزن و کاهش چربی بدن دارد. تغییرات در ترکیب بدنی، افزایش توده عضلانی و کاهش توده

## تأثیر تمرین هوازی بر پروتئین واکنشگر C و نیمرخ چربی

چربی می‌تواند عامل مهمی در کاهش LDL باشد. علاوه بر این فعالیت ورزشی لیستین کلسترول آسیل ترانسفراز (Lecithin-Cholesterol Acyltransferase: LCAT) را فعال کرده سبب تغذیه ذرات HDL می‌شود [۲۳]. همچنین نشان داده شده طی فعالیت ورزشی و بعد از آن، انسولین پلاسما کاهش می‌یابد و احتمالاً یکی از عواملی که کلسترول را دستخوش تغییر و تحول قرار می‌دهد، میزان انسولین پلاسما است. احتمالاً کاهش انسولین موجب فعال شدن لیپولیز از بافت چربی و افزایش غلظت اسید چرب آزاد پلاسما می‌شود. همزمان با کاهش انسولین، ترشح گلوکاگن (Glucagon) نیز افزایش می‌یابد که روند لیپولیز را تسریع می‌بخشد [۲۴، ۲۵]. پژوهش‌ها نشان داده که در افراد مبتلا به کم کاری تیروئید به دلیل کاهش گیرنده‌های کلسترول LDL در سطح سلول‌های کبدی، سوخت و ساز کلسترول کاهش یافته که منجر به افزایش سطح کلسترول سرم و کلسترول LDL و کاهش سطح کلسترول HDL می‌شود [۹]. این مطلب می‌تواند دلیلی برای افزایش LDL در گروه کنترل باشد. همچنین نتایج تحقیق حاضر بیانگر کاهش معنی‌دار CRP در گروه تجربی پس از ۱۲ هفته تمرین هوازی و افزایش آن در گروه کنترل بوده است. در گزارش‌های تحقیقاتی نشان داده شده است که تمرینات بلند مدت موجب کاهش CRP می‌شود [۱۶-۱۸]؛ ورزش این عمل را به‌طور مستقیم از طریق کاهش تولید سیتوکین (Cytokine) در چربی، عضله، سلول‌های تک هسته‌ای و به‌طور غیر مستقیم با افزایش حساسیت به انسولین انجام می‌دهد که باعث بهبود عملکرد آندوتلیال و کاهش وزن می‌شود [۲۶]. شواهد نشان می‌دهد انجام پیوسته فعالیت ورزشی موجب کاهش درصد چربی می‌شود و از آنجا که بافت چربی یکی از منابع اصلی تولید IL-6 و IL-18 است با کاهش بافت چربی سطح سرمی این دو سیتوکین نیز افت می‌کند. کاهش در سطح سرمی IL-6 موجب تضعیف مسیرهای تولید CRP و انسولین می‌شود [۲۷، ۲۸]. از سوی دیگر؛ رهایش تولید IL-6 و TNF $\alpha$  از بافت چربی از طریق تحریک سمپاتیکی افزایش می‌یابد. از آنجا که

فعالیت بدنی منظم باعث تنظیم کاهشی تحریک سمپاتیکی می‌شود، احتمال دارد که باعث کاهش  $TNF\alpha$  یعنی تحریک کننده قوی تولید IL-6 و IL-6 تحریک کننده قوی تولید CRP شود [۲۹]. تمرین طولانی می‌تواند تنظیم التهاب را تغییر دهد. اولین مکانیسم این است که تمرین هوازی می‌تواند بیان ژنی و سطح سرمی مولکول‌های چسبان لوکوسیت‌ها (Leukocytes) را کاهش داده و بنابراین واکنش مونوسیت سلول اندوتلیال را مهار نماید و در نهایت منجر به کاهش تولید سیتوکین‌ها شود [۲۹]. مطالعاتی که روی افراد با کم کاری تیروئید انجام شده است همگی بیان داشته است که کم کاری تیروئید با سطوح بالای CRP در ارتباط است [۱۶، ۳۰-۳۳]؛ بنابراین در گروه کنترل به دلیل عدم فعالیت ورزشی که سبب پایین آمدن CRP در گروه تجربی شد و همچنین عدم استفاده از دارو برای کنترل کم کاری تیروئید تحت بالینی افزایش در میزان CRP مشاهده شد. همچنین نتایج تحقیق حاضر بیانگر کاهش TSH و افزایش T4 در گروه تجربی پس از ۱۲ هفته تمرین هوازی بود. برخی محققین به ارتباط مستقیم بین BMI و سطح TSH اشاره کرده و این‌گونه بیان کرده‌اند که گیرنده‌های TSH در بافت چربی در افراد چاق کمتر می‌شود و این کاهش گیرنده‌های TSH هورمون‌های تیروئیدی را کاهش می‌دهد و غلظت TSH پلاسما افزایش می‌یابد [۳۴، ۳۵]. همچنین فعالیت گیرنده‌های دوپامین (Dopamine Receptors) ممکن است باعث کاهش TSH شود و جایگاه‌های اتصال گیرنده‌های دوپامین در مغز افراد چاق کاهش پیدا می‌کند [۳۶]. بنابراین کاهش گیرنده‌های دوپامین در اثر چاقی در مغز منجر به رهایی ترشح TSH در افراد چاق می‌شود و تنظیم بالای دوپامین در اثر کاهش وزن ترشح TSH را به حالت طبیعی برمی‌گرداند [۳۷]؛ بنابراین قابل توجه است که بعد از تمرینات هوازی که منجر به کاهش BMI شده است، کاهش در میزان TSH و متعاقب آن افزایش در میزان T4 مشاهده شود. همچنین نشان داده شده فعالیت بدنی روی محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-تیروئید اثر می‌گذارد و موجب افزایش هورمون‌های تیروئید می‌شود [۳۸]. هرگاه

هورمون‌های تیروئید در بدن زیاد شود تحت تأثیر یک بازخورد منفی روی هیپوفیز اثر می‌گذارد و ترشح TSH را کاهش می‌دهد [۳۹]. متابولیسم محیطی هورمون‌های تیروئید می‌تواند به‌طور قابل توجهی توسط تعدادی عوامل فیزیولوژیکی و شرایط پاتولوژیک تغییر کند که می‌تواند دیونیزاسیون (Deionization) را تغییر داده و منجر به تغییر سطوح هورمون‌های تیروئید در گردش بشود [۴۰]. ایکسی‌آنگ و همکاران (۲۰۰۹) تحقیقی را روی ۳۰ زن بی‌تحرك که دچار کم کاری تیروئید تحت بالینی بودند و ۲۷ زن بی‌تحرك سالم انجام دادند. نمونه‌ها ۶ ماه تحت تمرین هوازی قرار گرفتند که از ۲۵-۳۰ دقیقه پیاده‌روی در روز، ۳-۴ روز در هفته با ۶۰ درصد حداکثر ضربان قلب شروع شد و بعد از چند هفته به ۴۰-۴۵ دقیقه در روز ۴-۶ روز در هفته با ۷۰-۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب ادامه پیدا کرد. بعد از ۶ ماه کاهش معنی‌داری در کلسترول، تری‌گلیسرید، LDL و CRP در گروه کم کاری تیروئید در مقایسه با گروه سالم مشاهده شد [۱۸]. نتایج این تحقیق در همه متغیرها غیر از تری‌گلیسرید با تحقیق حاضر همخوانی دارد. شاید دلیل عدم همخوانی و تغییر تری‌گلیسرید در تحقیق حاضر مقادیر پایه طبیعی این متغیر باشد.

بیژه (Bijeh) و همکاران (۲۰۱۲) مطالعه‌ای را روی زنان غیر فعال میانسال انجام داد. گروه تجربی تحت تأثیر ۶ ماه تمرین هوازی ۳ جلسه در هفته و هر جلسه ۶۰ دقیقه با شدت ۵۵ تا ۶۵ درصد حداکثر ضربان قلب قرار گرفتند. در گروه تجربی کاهش در وزن، BMI، درصد چربی و دور کمر معنی‌دار بود ولی تفاوت معنی‌داری در میزان CRP ایجاد نشد [۴۱]. شاید دلیل عدم همخوانی نتیجه در مورد CRP تفاوت در نوع آزمودنی‌ها باشد زیرا در تحقیق بیژه آزمودنی‌ها مبتلا به کم کاری تیروئید نبودند.

کی‌جین (Kijin) (۲۰۱۲) مطالعه‌ای را روی رت‌های مبتلا به کم کاری تیروئید تحت بالینی انجام داد و مشاهده کرد بعد از ۸ هفته تمرین ورزشی هوازی میزان T4 در گروه تجربی افزایش پیدا می‌کند ولی میزان T3 تفاوت معنی‌داری نداشت.



## تأثیر تمرین هوازی بر پروتئین واکنشگر C و نیمرخ چربی

نتایج تحقیق حاضر بیانگر تأثیر مثبت تمرین هوازی در زنان مبتلا به کم کاری تیروئید تحت بالینی بود. در تحقیق حاضر در گروه کنترل افزایش معنی دار LDL-C و CRP مشاهده شد و در گروه تجربی بعد از ۱۲ هفته تمرین هوازی کاهش معنی دار کلسترول و LDL-C و همچنین CRP مشاهده شد. بالا بودن تمامی این متغیرها از عوامل خطرزا برای بیماری‌های قلبی عروقی است. همچنین تمرین هوازی با بهبود نیمرخ چربی در گروه تجربی از تشدید عوارض بیماری جلوگیری می‌کند. بنابراین بر مبنای نتایج حاصل از این تحقیق می‌توان انجام منظم تمرینات هوازی را به زنان مبتلا به کم کاری تیروئید تحت بالینی توصیه نمود.

## تشکر و قدردانی

این تحقیق برگرفته از پایان‌نامه به شماره شناسایی ۲۳۸۲۱۴۰۴۹۱۱۰۰۴ است و از تمامی افرادی که مرا در انجام این تحقیق یاری کردند، تشکر و قدردانی می‌شود.

تری گلیسیرید، کلسترول و LDL کاهش پیدا کرد. میزان HDL تفاوت معنی‌داری نداشت و همچنین میزان گلوکز در گروه تمرین کاهش پیدا کرد و نتیجه گرفت تمرین ورزشی با بهبود نیمرخ چربی و همچنین غلظت T<sub>4</sub> آثار مثبتی بر کم کاری تیروئید دارد [۱۹]. نتایج این تحقیق نیز در مورد T<sub>4</sub>، کلسترول و LDL-C با تحقیق حاضر همخوانی دارد ولی در مورد تری گلیسیرید و HDL-C با تحقیق حاضر همخوانی ندارد. که شاید دلیل تفاوت مقادیر پایه و همچنین تفاوت در نوع آزمودنی‌ها و همچنین شیوه تمرینی باشد. نایبی‌فر و همکاران پس از ۸ هفته تمرین هوازی در زنان چاق کاهش ترکیبات بدن را مشاهده کردند ولی سطوح نیمرخ چربی و CRP تغییری نکرد [۴۲] که شاید دلیل مغایرت نتایج با تحقیق حاضر طول مدت تمرین (۸ هفته) باشد. ذوالفقاری و همکاران پس از ۱۲ هفته تمرین هوازی در زنان چاق کاهش دور کمر و همچنین کاهش سطح CRP سرم را مشاهده کردند [۴۳]. این نتیجه با توجه به طول مدت ۱۲ هفته با تحقیق حاضر همخوانی دارد.

## منابع

- [1] Chidakel A, Mentuccia D, Celi FS. Peripheral metabolism of thyroid hormone and glucose homeostasis. *Thyroid* 2005; 15(8): 899-903.
- [2] Ghodoosy K. Hypothyroidism. Tehran: Shoka, 2009; p: 60 (Persian)
- [3] Toft A. Thyroid disease. Tehran: Asre ketab, 2002; p: 80 (Persian)
- [4] Serter R, Demirbas B, Korukluoglu B, Culha C, Cakal E, Aral Y. The effect of L-thyroxine replacement therapy on lipid based cardiovascular risk in subclinical hypothyroidism. *J Endocrinol Invest* 2004; 27(10): 897-903.
- [5] Singh BM, Goswami B, Mallika V. Association between insulin resistance and hypothyroidism in females attending a tertiary care hospital. *Indian J Clin Biochem* 2010; 25(2): 141-5.
- [6] Kvetny J, Heldgaard PE, Bladbjerg EM, Gram J. Subclinical hypothyroidism is associated with a low-grade inflammation, increased triglyceride levels and predicts cardiovascular disease in males below 50 years. *Clin Endocrinol (Oxf)* 2004; 61(2): 232-8.
- [7] Mayer O Jr, Simon J, Filipovský J, Plásková M, Píknér R. Hypothyroidism in coronary heart disease and its relation to selected risk factors. *Vasc Health Risk Manag* 2006; 2(4): 499-506.
- [8] Danzi S, Klein I. Thyroid hormone and the cardiovascular system. *Minerva Endocrinol*

- 2004; 29(3): 139-50.
- [9] Antunes TT, Gagnon A, Chen B, Pacini F, Smith TJ, Sorisky A. Interleukin-6 release from human abdominal adipose cells is regulated by thyroid-stimulating hormone: effect of adipocyte differentiation and anatomic depot. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2006; 290(6): E1140-4.
- [10] Virta LJ, Eskelinen SI. Prevalence of hypothyroidism in Finland--a nationwide prescription study. *Eur J Clin Pharmacol* 2011; 67(1): 73-7.
- [11] Dardano A, Ghiadoni L, Plantinga Y, Caraccio N, Bemì A, Duranti E, Taddei S, Ferrannini E, Salvetti A, Monzani F. Recombinant human thyrotropin reduces endothelium-dependent vasodilation in patients monitored for differentiated thyroid carcinoma. *J Clin Endocrinol Metab* 2006; 91(10): 4175-8.
- [12] Maratou E, Hadjidakis DJ, Kollias A, Tsegka K, Peppas M, Alevizaki M, Mitrou P, Lambadiari V, Boutati E, Nikzas D, Tountas N, Economopoulos T, Raptis SA, Dimitriadis G. Studies of insulin resistance in patients with clinical and subclinical hypothyroidism. *Eur J Endocrinol* 2009; 160(5): 785-90.
- [13] de Moura Souza A, Sichieri R. Association between serum TSH concentration within the normal range and adiposity. *Eur J Endocrinol* 2011; 165(1): 11-5.
- [14] Rotondi M, Magri F, Chiovato L. Thyroid and obesity: not a one-way interaction. *J Clin Endocrinol Metab* 2011; 96(2): 344-6.
- [15] Marzullo P, Minocci A, Tagliaferri MA, Guzzaloni G, Di Blasio A, De Medici C, Aimaretti G, Liuzzi A. Investigations of thyroid hormones and antibodies in obesity: leptin levels are associated with thyroid autoimmunity independent of bioanthropometric, hormonal, and weight-related determinants. *J Clin Endocrinol Metab* 2010; 95(8): 3965-72.
- [16] Amati F, Dubé JJ, Stefanovic-Racic M, Toledo FG, Goodpaster BH. Improvements in insulin sensitivity are blunted by subclinical hypothyroidism. *Med Sci Sports Exerc* 2009; 41(2): 265-9.
- [17] Lakka TA, Laaksonen DE. Physical activity in prevention and treatment of the metabolic syndrome. *Appl Physiol Nutr Metab* 2007; 32(1): 76-88.
- [18] Xiang GD, Pu J, Sun H, Zhao L, Yue L, Hou J. Regular aerobic exercise training improves endothelium-dependent arterial dilation in patients with subclinical hypothyroidism. *Eur J Endocrinol* 2009; 161(5): 755-61.
- [19] Kijin K. Change of body composition, blood concentrations of lipid profiles and thyroid hormone after exercise training in hypothyroid rat. Department of physical Education 2012; 21(1): 65-71.
- [20] Lambers S, Van Laethem C, Van Acker K, Calders P. Influence of combined exercise training on indices of obesity, diabetes and cardiovascular risk in type 2 diabetes patients. *Clin Rehabil* 2008; 22(6): 483-92.
- [21] van Loon LJ. Use of intramuscular triacylglycerol as a substrate source during exercise in humans. *J Appl Physiol* (1985) 2004; 97(4): 1170-87.
- [22] Rahimi N, Marandi SM, Kargarfard M. THE effect of eight weeks aquatic training on lipid

- profile of patients who suffer from type ii diabetes. Journal of Isfahan Medical School (I.U.M.S) 2011; 29(148): 988-96. (Persian)
- [23] Cauza E, Hanusch-Enserer U, Strasser B, Ludvik B, Metz-Schimmerl S, Pacini G, Wagner O, Georg P, Prager R, Kostner K, Dunky A, Haber P. The relative benefits of endurance and strength training on the metabolic factors and muscle function of people with type 2 diabetes mellitus. Arch Phys Med Rehabil 2005; 86(8): 1527-33.
- [24] Gutin B<sup>1</sup>, Barbeau P, Owens S, Lemmon CR, Bauman M, Allison J, Kang HS, Litaker MS. Effects of exercise intensity on cardiovascular fitness, total body composition, and visceral adiposity of obese adolescents. Am J Clin Nutr 2002; 75(5): 818-26.
- [25] Mack MG, Shaddox LA. Changes in short-term attitudes toward physical activity and exercise of university personal wellness students. College Student Journal 2004; 38(4): 587-93.
- [26] Nicklas BJ, Hsu FC, Brinkley TJ, Church T, Goodpaster BH, Kritchevsky SB, Pahor M. Exercise training and plasma C-reactive protein and interleukin-6 in elderly people. J Am Geriatr Soc 2008; 56(11): 2045-52.
- [27] Leick L, Lindegaard B, Stensvold D, Plomgaard P, Saltin B, Pilegaard H. Adipose tissue interleukin-18 mRNA and plasma interleukin-18: effect of obesity and exercise. Obesity (Silver Spring) 2007; 15(2): 356-63.
- [28] Zhang YF, Yang YS, Hong J, Gu WQ, Shen CF, Xu M, Du PF, Li XY, Ning G. Elevated serum levels of interleukin-18 are associated with insulin resistance in women with polycystic ovary syndrome. Endocrine 2006; 29(3): 419-23.
- [29] Church TS, Barlow CE, Earnest CP, Kampert JB, Priest EL, Blair SN. Associations between cardiorespiratory fitness and C-reactive protein in men. Arterioscler Thromb Vasc Biol 2002; 22(11): 1869-76.
- [30] Toruner F, Altinova AE, Karakoc A, Yetkin I, Ayvaz G, Cakir N, Arslan M. Risk factors for cardiovascular disease in patients with subclinical hypothyroidism. Adv Ther 2008; 25(5): 430-7.
- [31] Tuzcu A, Bahceci M, Gokalp D, Tuzun Y, Gunes K. Subclinical hypothyroidism may be associated with elevated high-sensitive c-reactive protein (low grade inflammation) and fasting hyperinsulinemia. Endocr J 2005; 52(1): 89-94.
- [32] Peppia M, Betsi G, Dimitriadis G. Lipid abnormalities and cardiometabolic risk in patients with overt and subclinical thyroid disease. J Lipids 2011; 2011: 575840.
- [33] Kalantar Hormozi MR, Nabipour I, Assadi M, Asadipouya K, Amini A, Ranjbar Omrani GH. Subclinical hyperthyroidism, review article. Iranian South Medical Journal (ISMJ); 2013; 16(3): 268-75.
- [34] Knudsen N, Laurberg P, Rasmussen LB, Bülow I, Perrild H, Ovesen L, Jørgensen T. Small differences in thyroid function may be important for body mass index and the occurrence of obesity in the population. J Clin Endocrinol Metab 2005; 90(7): 4019-24.
- [35] Fox CS, Pencina MJ, D'Agostino RB, Murabito JM, Seely EW, Pearce EN, Vasani RS. Relations of thyroid function to body weight:

- cross-sectional and longitudinal observations in a community-based sample. *Arch Intern Med* 2008; 168(6): 587-92.
- [36] Wang Z, Nakayama T. Inflammation, a link between obesity and cardiovascular disease. *Mediators Inflamm* 2010; 2010: 535918.
- [37] Kok P, Roelfsema F, Langendonk JG, Frölich M, Burggraaf J, Meinders AE, Pijl H. High circulating thyrotropin levels in obese women are reduced after body weight loss induced by caloric restriction. *J Clin Endocrinol Metab* 2005; 90(8): 4659-63.
- [38] Gullu S, Altuntas F, Dincer I, Erol C, Kamel N. Effects of TSH-suppressive therapy on cardiac morphology and function: beneficial effects of the addition of beta-blockade on diastolic dysfunction. *Eur J Endocrinol* 2004; 150(5): 655-61.
- [39] Shomon M. The thyroid hormone breakthrough; Overcoming sexual and hormonal problems at every age. Tehran: Katibe Mehr, 2006: p: 256. (Persian)
- [40] Ciloglu F, Peker I, Pehlivan A, Karacabey K, Ilhan N, Saygin O, Ozmerdivenli R. Exercise intensity and its effects on thyroid hormones. *Neuro Endocrinol Lett* 2005; 26(6): 830-4.
- [41] Bijeh N, Hosseini SA, Hejazi K. The effect of aerobic exercise on serum C - reactive protein and leptin levels in untrained middle-aged women. *Iran J Public Health* 2012; 41(9): 36-41.
- [42] Nayebifar SH, Afzalpour ME, Saghebjo M, Hedayati M, Shirzaee P. The effect of aerobic and resistance training on serum C Reactive protein, lipid profile and body composition in overweight women. *Modern Care* 2012; 8(4): 186-96. (Persian)
- [43] Zolfaghary M, Taghian F, Hedayati M. Comparing the effect of green tea extract consumption, aerobic exercise and combination of these two methods on CRP level in obese women. *Razi J of Medical Science* 2013; 20(110): 8-21. (Persian)