مجله دیابت و متابولیسم ایران. فروردین و اردیبهشت ۱۴۰۱؛ دوره ۲۲ (شماره ۱) ۴۴-۳۴

**مقاله پژوهشی**

# تأثیر ۸ هفته تمرین هوازی بر شاخص‌های آتروژین، ائوتاکسین و IL-10 در زنان چاق

فهیمه کلهر[۱]، سجاد ارشدی*[۱]، اردشیر ظفری[۲]، عبدالعلی بنائی‌فر[۱]

## چکیده

**مقدمه**: چاقی یکی از ۱۰ مشکل نخست در حوزه‌ی سلامت و بهداشت است. هدف از انجام تحقیق پیش‌رو، تعیین تأثیر ۸ هفته تمرین هوازی بر شاخص‌های آتروژین، ائوتاکسین و IL-10 در زنان چاق بود.

**روش‌ها**: تحقیق کاربردی حاضر از نوع نیمه آزمایشی بود که برای انجام آن از بین زنان چاق ۳۰-۴۵ ساله‌ی دانشگاه آزاد تهران جنوب (۱۳۹۸-۱۳۹۹) ۳۰ نفر به‌صورت در دسترس انتخاب و به‌طور تصادفی به دو گروه تمرین هوازی و کنترل تقسیم شدند. ۲۴ ساعت قبل از شروع تمرین‌ها، ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها و متغیرهای تحقیق (آتروژین، ائوتاکسین و IL-10) در بافت خون اندازه‌گیری شد، سپس آزمودنی‌های گروه تجربی برنامه‌ی تمرین خود را به‌مدت ۸ هفته، ۳ جلسه در هفته و هر جلسه ۴۵-۳۰ دقیقه زیر نظر محقق انجام دادند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون تی وابسته و مستقل استفاده شد.

**یافته‌ها**: با توجه به عدم تفاوت در نمرات پیش آزمون مشخص شد گروه‌ها همسان بودند. همچنین مشخص شد ۸ هفته تمرین هوازی بر میزان ائوتاکسین، آتروژین و اینترلوکین-۱۰ در زنان چاق تأثیر معنی‌داری وجود دارد (P=0/001)

**نتیجه‌گیری**: با توجه به نتایج تحقیق پیشنهاد می‌شود زنان چاق از تمرینات هوازی جهت کاهش آثار منفی چاقی استفاده کنند.

**واژگان کلیدی**: تمرین هوازی، آتروژین، ائوتاکسین، IL-10، زنان چاق

۱- گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران

* ***نشانی***: تهران، میدان امام حسین(ع)، ابتدای خیابان دماوند، جنب بیمارستان بوعلی، پلاک ۹۹۴۴، مجتمع دانشگاهی علوم انسانی ولیعصر (عج)، تلفن: ۰۲۱۳۳۷۸۳۷۳۷، کد پستی: ۱۷۱۱۷۳۴۳۵۳، پست الکترونیک: s_arshadi@iau.ac.ir

**تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۲۷** **تاریخ درخواست اصلاح: ۱۴۰۱/۰۱/۲۲** **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۱/۲۵**

[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-16 ]

## مقدمه

شیوه‌ی زندگی غیر فعال و چاقی به‌عنوان یکی از ۱۰ مشکل برتر سلامتی توسط سازمان جهانی بهداشت تشخیص داده شده است [۱] طبق بررسی‌های انجام شده در ایران، اضافه وزن و چاقی وابسته به جنس هستند، به‌طوری که زنان نسبت به مردان بیشتر در معرض اضافه وزن قرار دارند و از طرفی عوامل فرهنگی، اجتماعی، اقتصادی و مؤلفه‌های متعددی مانند زندگی ماشینی، عدم تمایل کافی برای ورزش و تغذیه‌ی نامطلوب از عواملی هستند که بر اضافه وزن تأثیر می‌گذارند [۲].

همچنین یکی از مواردی که همراه با چاقی و اضافه وزن افزایش می‌یابد تجمع چربی در بدن به شکل بافت چربی است. که پپتیدهایی تحت عنوان آدیپوکین‌ها، سیتوکین‌های پیش التهابی و ضد التهابی (مانند آدیپونکتین، ائوتاکسین، اینترلوکین‌های-٤، ٦ و ۱۰) ترشح می‌کند که دارای اثرات آندوکرین و پاراکرینی هستند [۳]. به‌طور کلی آدیپوکین‌های مترشحه از بافت چربی در بسیاری از فعالیت‌های متابولیکی مانند تنظیم اشتها، حساسیت انسولینی، هزینه کرد انرژی، عملکرد قلبی-عروقی و التهاب دخالت دارند [٤]. بنابراین عدم تعادل در تولید و ترشح این آدیپوکین‌ها ممکن است موجب توسعه‌ی اختلالات متابولیکی و عروقی ناشی از چاقی شود [٥]. در این بین ائوتاکسین به‌عنوان یک آدیپوکین پیش التهابی مترشحه از بافت چربی شناخته شده است [٦]. تحقیقات نشان داده‌اند چاقی بر بیان ائوتاکسین تأثیر می‌گذارد و میزان ائوتاکسین پلاسما در افراد چاق بالا است [۷]. در همین رابطه گروهی از پژوهشگران گزارش کرده‌اند در آزمودنی‌های مبتلا به چاقی مرکزی، در مقایسه با افراد بدون چاقی مرکزی بافت چربی احشایی در مقایسه با بافت چربی زیر جلدی چهار و نیم برابر ائوتاکسین بیشتری ترشح می‌کند [۷]. همچنین گزارش شده است ائوتاکسین در پاتوژنز ابتلا به آسم نقش بارزی داشته و در تنظیم فراخوانی و فعالیت ائوزینوفیل‌ها در ریه، افزایش واکنش‌پذیری بالای برونش‌ها و آسیب بافتی و تغییر ساختار مسیر تنفسی دخالت دارد [۱]. به‌طور کلی بافت چربی منبع مهم التهاب سیستمیک در افراد چاق است و آدیپوکین ها و سیتوکین‌ها، رابط بالقوه‌ی چاقی با سایر اجزای سندرم متابولیک هستند [۸] و تغییرات در میزان آدیپوکین‌ها و سایتوکین ها در اثر فعالیت ورزشی، احتمالاً سرنخ خوبی برای پی بردن به اثرات سودمند فعالیت ورزشی است [۹]. در همین رابطه شواهد نشان می‌دهد اثر پیشگیری کننده‌ی ورزش ممکن است تا حدودی به اثر ضد التهابی ورزش منظم که موجب کاهش بافت چربی احشایی می‌گردد و یا به القای محیط ضد التهابی با هر جلسه تمرین مرتبط باشد [۱۰].

از سوی دیگر نقش ورزش در کاهش التهاب به اثبات رسیده است، اما در ارتباط با نقش ورزش بر اینترلوکین-۱۰ و سازِکار اثر آن، اطلاعات متناقضی وجود دارد [۱۲، ۱۱]، همین موضوع باعث شده است تا محققین همیشه در پی کشف این سؤال باشند که کدام تمرین بیشترین تأثیر را دارد؟ با این حال با مرور تحقیقات انجام شده، تحقیقی یافت نشد که ارتباط بین آتروژین، ائوتاکسین و اینترلوکین-۱۰ را بررسی کرده باشد. امّا با توجه به نقش بافت چربی در التهاب سیستمیک از یک طرف و نقش متغیرهای تحقیق در التهاب از طرف دیگر به‌نظر می‌رسد بین ائوتاکسین، آتروژین و اینترلوکین-۱۰ ارتباطی جهت تأثیر بر چاقی وجود داشته باشد.

آتروژین، یکی از ژن‌هایی است که در آتروفی عضلانی نقش دارد و جزء کلیدی سیستم یوبی کوئیتین-پروتئوزوم است که توسط عوامل رونویسی مربوط به آتروفی فعال می‌شود، مولکول دیگری است که به نوعی با چاقی و سازِکارهای آن مرتبط است [۱۳]. در این رابطه، مشاهده شده است که دوره‌های طولانی مدت عدم تحرک همچنین منجر به افزایش تولید گونه‌های اکسیژن واکنشی (ROS) در تارهای عضلانی می‌شود، که نشان می‌دهدROS می‌تواند یک عامل سیگنال دهی مهم باشد که موجب آتروفی عضلانی می‌شود. در عمل، افزایش ROS می تواند پروتئولیز را تسریع کرده و سنتز پروتئین را کاهش دهد [١٤]. کاهش سنتز پروتئین نیز با افزایش بیان ژن آتروژین همراه است. با توجه به نقش پروتئین‌ها در حفظ توده‌ی بدن، به‌نظر می‌رسد آتروژین می‌تواند از طریق تأثیر بر توده‌ی بدن در چاقی نقش داشته باشد.

همچنین نتایج تحقیقات حاکی از آن است که انجام فعالیت‌های ورزشی در شرایط ناشتایی فواید بیشتری در برخی پاسخ‌های

[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-16 ]

متابولیکی بدن دارد که از آن جمله بهبود کنترل گلایسمیک و افزایش حساسیت انسولین و در نتیجه تأثیر بر چاقی است. در همین زمان بیان ژن آتروژین نیز متعاقب فعالیت بدنی کاهش می یابد [۱۵]. بنابراین به‌نظر می‌رسد آتروژین به نوعی در چاقی و سازکارهای کنترل کننده‌ی آن نقش داشته باشد.

با توجه به مطالب فوق و اهمیت آتروژین، ائوتاکسین و اینترلوکین-۱۰ در چاقی از یک طرف و نقش فعالیت بدنی بر چاقی از طرف دیگرو از انجا که با مرور تحقیقات انجام شده در داخل و خارج از کشور تحقیقی در زمینه موضوع مورد نظر یافت نشد لذا تحقیق حاضر با هدف تعیین تأثیر ۸ هفته تمرین هوازی بر شاخص‌های آتروژین، ائوتاکسین و IL-10 در زنان چاق انجام شد. در همین رابطه محقق در پی کشف این سؤال است که آیا تمرین هوازی بر متغیرهای تحقیق تأثیر دارد یا خیر؟ در صورت مثبت بودن، میزان این متغیرها در اثر تمرین هوازی افزایش می یابد یا کاهش؟

## روش‌ها

تحقیق حاضر کاربردی و از نوع نیمه آزمایشی است. روش انجام تحقیق بدین‌صورت بود که محقق ابتدا، افراد واجد شرایط ورود به تحقیق طبق معیارهای ورود به تحقیق شامل (زنان چاق دارای نمایه‌ی توده‌ی بدنی بالای ۳۰، محدوده‌ی سنی ۳۰-۴۵ سال، فاقد درگیری کلیوی، عصبی، قلب-عروقی، مفصلی، زخم پای دیابتی، سابقه‌ی هیپوگلیسمی در دو ماه اخیر، بیماری افسردگی، بیماری نئوپلاستیک و عدم انجام فعالیت منظم هوازی) را از طریق نصب فراخوان در دانشگاه و مراجعه حضوری دانشجویان شناسایی کرده و پس از توضیح هدف و مراحل تحقیق به‌صورت جلسه‌ی حضوری برای افراد علاقه‌مند به شرکت در تحقیق، از بین افراد داوطلب ۳۰ نفر (براساس پیشینه‌ی تحقیق و اندازه گیری قد، وزن و سن جهت همسان کردن گروه‌ها) انتخاب شده و پس از تکمیل فرم رضایت‌نامه، به‌طور تصادفی به ۲ گروه تمرین هوازی (۱۰ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند. لازم به ذکر است که افرادی که در طی تحقیق به‌دلیل مشکلات جسمی یا عدم علاقه مایل به ادامه کار نبودند از تحقیق کنار گذاشته شدند. در ادامه متغیرهای تحقیق (ائوتاکسین، آتروژین و اینترلوکین-۱۰) در پیش‌آزمون اندازه‌گیری شده و آزمودنی‌های گروه تجربی تمرینات خود را زیر نظر محقق انجام دادند. ۴۸ ساعت پس از اتمام آخرین جلسه‌ی تمرینات مجددا اندازه‌گیری های مربوطه انجام شد. تمام مراحل تحقیق در محل دانشکده‌ی تربیت بدنی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب در سال ۱۳۹۸ انجام شد.

همچنین کلیه‌ی ملاحضات اخلاقی شامل کسب رضایت‌نامه جهت شرکت در تحقیق، اجازه خروج اختیاری به داوطلبان در هر زمان از تحقیق، در اختیار قرار دادن نتایج به آزمودنی‌ها مورد نظر قرار گرفت و کد اخلاق نیز از پژوهشگاه تربین بدنی دریافت شد.

### پروتکل تمرین هوازی

برای انجام پروتکل تمرین هوازی ابتدا ضربان قلب بیشینه‌ی آزمودنی‌ها با استفاده از فر مول زیر محاسبه شد:

$$MHR=208-(0.7 \times age)$$

تمرینات هوازی در هفته‌ی اول و دوم با ۶۰ درصد ضربان قلب بیشینه آغاز و هر دو هفته ۵ درصد بر شدت تمرینات افزوده شد تا در نهایت در هفته هشتم به ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه رسید. تمرینات هفته‌ای سه جلسه و هر جلسه به‌مدت ۳۰ تا ۴۵ دقیقه از هفته اول تا هفته هشتم انجام شد به اینگونه که در دو هفته اول کل مدت زمان فعالیت آزمودنی‌ها ۳۰ دقیقه بود و هر دو هفته ۵ دقیقه به این مدت زمان اضافه شد که در نهایت به ۴۵ دقیقه در هفته‌ی هشتم رسید [۱۶]. لازم به ذکر است که ضربان قلب آزمودنی‌ها در حین تمرین از طریق ضربان سنج پولار کنترل می‌شد.

پس از اتمام ۸ هفته نمونه‌های خونی شامل ۱۰ سی‌سی از ورید بازویی دست راست در شرایط ناشتایی و ۴۸ ساعت پس از اتمام پروتکل گرفته شد. نمونه‌های خونی تهیه شده با سرعت ۳۵۰۰ تا ۳۸۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شدند و تا زمان آنالیز نهایی در دمای ۲۰- درجه‌ی سانتی‌گراد قرار گرفتند. **همچنین میزان آتروژین**-۱: به روش الایزا با استفاده از کیت زلبیو آلمان با حساسیت ۰/۰۲ نانوگرم در میلی‌لیتر و ضریب تغییرات ۵ درصد

[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-16 ]

اندازه‌گیری شد. **میزان ائوتاکسین** به روش الایزای ساندیچی با کیت تجاری کازابیو بایوتچ کمپانی ووهان چین با حساسیت ۰/٦ نانوگرم و ضریب تغییرات ٤ درصد اندازه‌گیری شد. میزان **IL10**: توسط کیت الایزا ساخت شرکت کومابیوتک کره‌ی جنوبی با حساسیت ۵ پیکوگرم بر میلی‌لیتر و ضریب تغییرات ۰/۲ تا ۲/٤ درصد سنجیده شد.

در نهایت برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آمار توصیفی (میانگین و انحراف استاندارد) و آمار استنباطی (شپیرو ویلک، تی وابسته و تی مستقل) با استفاده از نرم‌افزار SPSS/21 در سطح معنی داری $\alpha \leq 0/05$ استفاده شد. نتایج نشان داد که توزیع داده‌ها در گروه‌ها و در مراحل مختلف نرمال بود.

## یافته‌ها

در جدول ۱ آمار توصیفی مربوط به متغیرهای تحقیق ارائه شده است که نتایج نشان دهنده همسان بودن گروه‌ها است. همچنین مشخص می‌شود که وزن، BMI و درصد چربی بدن بعد از تمرینات کاهش یافت.

**جدول۱- تغییرات ویژگی‌های دموگرافیک پیش و پس از ۸ هفته تمرین**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **استقامتی** | سن | ۳۳/٦ ± ۳/۵۵ | ۳۳/٦ ± ۳/۵۵ | – |
| | قد | ۱۵۹/۵ ± ۳/٦۵ | ۱۵۹/۵ ± ۳/٦۵ | – |
| | وزن | ۷۵/۷ ± ۵/۱۳ | ↓۷۲/٤۱ ± ۷/۳ | *۰/۰۰۲ |
| | BMI | ۳۰/۰۳ ± ۵/۱٤ | ↓۲۸/۵۷ ± ۵/۵٦ | *۰/۰۱۲ |
| | درصد چربی بدن | ۳۰/۱۵ ± ۲/۹٦ | ↓۲۸/۳۰ ± ۲/۹٦ | *۰/۰۱۸ |
| **کنترل** | سن | ۳٤/۷ ± ۳/۳ | ۳٤/۷ ± ۳/۳ | – |
| | قد | ۱٦٤/٦ ± ٤/۱ | ۱٦٤/٦ ± ٤/۱ | – |
| | وزن | ۸۱/۵ ± ٦/۱۵ | ↑۸۱/۷±٦/۷۹ | ۰/۰٦۸ |
| | BMI | ۳۰/٤۱ ± ۵/۷٦ | ↑۳۰/۵۸ ± ۵/۱۲ | ۰/۰۵۹ |
| | درصد چربی بدن | ۳۰/٤۸± ۳/٦۵ | ↑۳۰/۵٤± ۳/۸۹ | ۰/۰۵٦ |

نتایج تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از آزمون تی همبسته در جدول ۲ نشان داد تمرینات هوازی بر میزان ائوتاکسین در زنان چاق اثر دارد (P=0/001) به‌طوری‌که میزان ائوتاکسین در اثر تمرین هوازی کاهش یافت. در رابطه با آتروژین نیز مشخص شد که تمرین هوازی بر میزان آتروژین تأثیر معنی‌داری داشته (P=0/027) به‌طوری‌که میزان آتروژین افزایش یافت. همچنین مشخص شد که تمرین هوازی بر میزان اینترلوکین-۱۰ تأثیر معنی‌داری دارد (P=0/001) به‌طوری‌که میزان اینترلوکین-۱۰ بعد از تمرینات افزایش یافت.

[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-16 ]

**جدول ۲- نتایج آزمون تی وابسته مربط به تأثیر تمرین هوازی بر متغیرهای تحقیق**

| شاخص آماری / گروه | میانگین و انحراف معیار | درجه آزادی | ارزش t | ارزش P |
|---|---|---|---|---|
| **ائوتاکسین تمرین هوازی در پیش‌آزمون** | ۷۲۷/۹۱±٤۸/٤٦ | ۱۱ | ۹/۸۵۱ | ۰/۰۰۱ |
| **ائوتاکسین تمرین هوازی در پس‌آزمون** | ٦۱۹/۷۵±٦٦/٤٤ | | | |
| **آتروژین تمرین هوازی در پیش‌آزمون** | ٤/۳۲±۰/۳۹ | ۱۱ | ۲/٥٤۷ | ۰/۰۲۷ |
| **آتروژین تمرین هوازی در پس‌آزمون** | ٤/٤۷±۰/٤۳ | | | |
| **اینترلوکین-۱۰ تمرین هوازی در پیش‌آزمون** | ۸۹/٥۰±٤/٥۳ | ۱۱ | ٥/۳۹۰ | ۰/۰۰۱ |
| **اینترلوکین-۱۰ تمرین هوازی در پس‌آزمون** | ۱۰۲/۰۷±۸/۳۱ | | | |

جهت تأیید تأثیر تمرین هوازی بر متغیرهای تحقیق داده‌های گروه تجربی با گروه کنترل با استفاده از آزمون تی مستقل مقایسه شد که نتایج نشان داد بین دو گروه تفاوت معنی‌داری وجود دارد بنابراین می‌توان گفت تأثیر ایجاد شده در اثر برنامه‌ی تمرین هوازی در تحقیق حاضر است (جدول ۳).

**جدول ۳- نتایج آزمون تی مستقل مربط به مقایسه داده‌های دو گروه**

| شاخص آماری / گروه | درجه آزادی | ارزش t | ارزش P |
|---|---|---|---|
| **ائوتاکسین** | ۲۲ | ۹/۲۷٤ | ۰/۰۰۱ |
| **آتروژین** | ۲۲ | ۲/۳۲٦ | ۰/۰۰٤ |
| **اینترلوکین-۱۰** | ۲۲ | ٥/۷۲٦ | ۰/۰۰۱ |

## بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تمرینات هوازی بر میزان ائوتاکسین در زنان چاق اثر دارد. چاقی می‌تواند بر ائوتاکسین به عنوان یک آدیپوکاین پیش التهابی مترشحه از بافت چربی تأثیرگذار باشد. همان‌طور که نتایج تحقیق حاضر نشان داد تمرینات هوازی با کاهش سطوح ائوتاکسین در زنان چاق همراه بود. این یافته‌ی تحقیق حاضر با نتایج تحقیقات Cho و همکاران (۲۰۱٦) که نشان دادند تمرین هوازی به کاهش معنی‌دار سطوح ائوتاکسین منجر می‌شود، همخوان است [۱۷]. سازکارها و دلایل مختلفی برای تغییرات ائوتاکسین بعد از فعالیت ورزشی ذکر شده است. از دلایل مهم این است که غلظت در گردش ائوتاکسین با درصد چربی بدن ارتباط معنی‌داری دارد [۱۸]. با وجود ارتباط گردش ائوتاکسین با درصد چربی بدن احتمالاً تمرین ورزشی و نوع و شدت فعالیت ورزشی بسیار می‌تواند تأثیرگذار باشد. نوع تمرین و فعالیت ورزشی موجب کاهش آدیپوژنز و کاهش پیش‌سازهای سلول‌های چربی از طریق مصرف بیش‌تر چربی توسط تارهای عضلانی می‌شود [۱۹]. در تحقیق حاضر نیز تمرینات هوازی موجب کاهش معنی‌دار درصد چربی بدن در زنان چاق شد بنابراین می‌توان کاهش میزان ائوتاکسین در زنان چاق در تحقیق حاضر را به کاهش درصد چربی بدن زنان چاق متعاقب تمرین هوازی نسبت داد.

از آن‌جایی که ائوتاکسین در روند آدیپوژنز به مقادیر بیش‌تری ترشح می‌شود، ممکن است کاهش ترشح آن ناشی از کاهش سرعت سنتز چربی‌ها و ورود آن به چرخه‌ی متابولیسمی باشد [۲۰]؛ بنابراین کاهش میزان ائوتاکسین در زنان چاق در تحقیق حاضر می‌تواند از

[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-16 ]

دلایل مفید تمرین هوازی با شدت متوسط برای تنظیم بافت چربی باشد. با این حال نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های برخی تحقیقات هم‌خوان نیست. در تحقیق Qasem Nianو همکاران (۱۳۹۲) که به بررسی تأثیر ۸ هفته تمرین ورزشی ترکیبی تناوبی بر مقادیر پلاسمایی ائوتاکسین در نوجوانان دارای اضافه وزن و چاق پرداختند، تمرین ورزشی ترکیبی تناوبی موجب افزایش معنی‌دار غلظت ائوتاکسین پلاسما و کاهش مقاومت انسولین شده است [۱۸]. علت همسو نبودن نتایج فوق با یافته‌های تحقیق حاضر، می‌تواند به‌دلیل تفاوت در پروتکل تمرینی به‌ویژه و همچنین تفاوت در آزمودنی‌ها باشد.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تمرینات هوازی بر میزان آتروژین-۱ در زنان چاق اثر دارد. مطالعات متعددی تلاش کرده اند که سازِکارهای مؤثر در تغییرات آتروژین-۱ متعاقب تمرینات ورزشی را دریابند؛ بیان ژن آتروژین توسط دو عامل رونویسی FoxO و NF-KB تنظیم می‌شود. یافته‌ها نشان می‌دهند که افزایش در فعالیت NF-KB برای افزایش ناشی از IKKB در رونویسی آتروژین-۱ ضروری است و حداقل ۵۰ درصد تغییرات توده‌ی عضلانی ناشی از فعال‌شدن این ژن به فعال شدن NF-KB نسبت داده شده است [۲۱]. فاکتور رونویسی Foxo نیز در تحلیل عضلانی درگیرند و احتمالاً لیگازهای یونیکون لاین آتروژین-۱ را منعکس می‌کنند [۲۲]. التهاب سبب افزایش فعالیت p38 MAPK از طریق NF-KB می شود که این عوامل می‌تواند مسئول بیان آتروژن‌ها و تجزیه پروتئین‌ها (آتروفی) باشد [۲۳]. همچنین، مطالعاتی که روی سلول‌های جوندگان با استفاده از تکنیک‌های دارویی و یا مهار ژن بر روی آتروفی یا هایپرتروفی صورت گرفته است، نشان داده‌اند که تنظیم رونویسی آتروژین توسط مسیر سیگنالینگ وابسته به AKT Foxo انجام می‌شود [۲٤]. پاسخ آتروژین به فعالیت ورزشی نیز می‌تواند تحت تأثیر عوامل گوناگونی از جمله شدت و مدت فعالیت و یا تأثیر فعالیت‌های تکراری تغییر کند [۲۵]. بنابراین تمرین می‌تواند راهکار مناسبی برای کاهش عوارض چاقی باشد. با این حال در تحقیق حاضر، تمرینات هوازی با افزایش میزان آتروژین در زنان چاق همراه بود عدم امکان کنترل کامل تغذیه آزمودنی‌ها می‌تواند عامل احتمالی بالاتر بودن میزان آتروژین در تحقیق حاضر متعاقب تمرینات هوازی باشد.

تمرین هوازی با شدت کم و متوسط برای افزایش خواص آنتی اکسیدانی و کاهش تولید اکسیدان‌ها پیشنهاد شده است که منجر به کاهش آسیب‌های عضلانی و بهبود نیروی ایزومتریک می‌شود. علی‌رغم حفظ تار عضلانی مشاهده شده در گروه‌های تمرین کرده، کاهش تولید گونه‌های اکسیژن واکنشی ذاتی به‌دنبال تمرین هوازی می‌تواند کاهش بیان آتروژین-۱ را در گروه‌های تمرین کرده توجیه کند [۲٦].

اما مغایر با یافته‌ی تحقیق حاضر Gonçalves و همکاران (۲۰۱۷) در تحقیقی نشان دادند که ۸ هفته تمرین (دویدن روی تردمیل) تأثیر معنی‌داری بر میزان آتروژین در عضله‌ی اسکلتی موش‌های صحرایی نداشت [۲۷]. تناقض یافته‌های فوق با یافته تحقیق حاضر احتمالاً به نوع آزمودنی‌ها، شرایط بیماری و مدت زمان تمرین مربوط است. Kim و همکاران (۲۰۱۷) در تحقیقی به بررسی اثرات تمرین هوازی با شدت کم بر روی تجزیه پروتئین عضله‌ی اسکلتی یا سنتز در عضلات پلاتتاریس موش‌های اوورکتومی شده با رژیم غذایی پُر چرب پرداختند. تمرین هوازی بر روی تردمیل ۵ روز در هفته به‌مدت ۸ هفته انجام شد. نتایج نشان داد سطح آتروژین-۱ در گروه تمرین در مقایسه با گروه کنترل به‌طور معنی‌داری کاهش یافت [۲۸]. تناقض یافته‌های فوق با یافته تحقیق حاضر احتمالاً به‌شدت تمرین مربوط می باشد. در تحقیق فوق تمرینات با شدت کم اجرا شد.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تمرینات هوازی بر میزان اینترلوکین-۱۰ در زنان چاق اثر دارد. این نتیجه نشان می‌دهد که چاقی با افزایش التهاب همراه است و تمرینات هوازی می‌تواند باعث افزایش تولید سایتوکاین‌های ضد التهابی همچون IL-10 شود. این یافته تحقیق حاضر بیانگر اثربخشی تمرینات هوازی در تنظیم IL-10 در زنان چاق است که با برخی یافته‌های مطالعات قبلی همسو است. نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های پژوهش Dorneles و همکاران[1] (۲۰۱٦) که نتایج نشان دادند

[1] Dorneles et al

[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-16 ]

افراد چاق و دارای اضافه وزن مقادیر پایه IL-10 کمتری در مقایسه با گروه دیگر دارند همسو است. مقادیر IL-10 در هر دو بازه‌ی زمانی بلافاصله و ۳۰ دقیقه بعد از تمرین با شدت در هر دو گروه افزایش یافت [۲۹]. همچنین Membini و همکاران (۱۳۹۷) به بررسی تأثیر تمرینات تناوبی شدید بر سطوح سرمی اینترلوکین ۱۰ در مردان دارای اضافه وزن پرداختند. یافته‌ها نشان داد در سطح اینترلوکین ۱۰ سرم پس‌آزمون گروه تمرین، افزایشی معنی‌داری مشاهده گردید. با توجه به نتایج پژوهش حاضر به نظر می‌رسد پاسخ‌های التهابی به شدت تمرین بستگی دارد. بنابراین تمرینات با شدت متوسط و بالا می‌تواند اثر معناداری بر تغییرات عوامل التهابی همچون IL-10 داشته باشد. تمرینات هوازی روشی کارآمد برای کاهش چربی است [۳۰].

تمرین هوازی به‌طور مستقیم احتمالاً از طریق تغییر میزان تولید سایتوکین‌ها در بافت آدیپوز، عضله، و سلول‌های تک هسته‌ای و به‌طور غیرمستقیم به‌وسیله‌ی افزایش حساسیت‌های انسولینی، افزایش عملکرد اندوتلیال و کاهش وزن بدن موجب تغییر میزان اینترلوکین-۱۰ می‌گردد. با توجه به سازِکارهای مولکولی، تمرین هوازی با تنظیم منفی فعالیت عامل NF-κB سبب تنظیم ترشح IL-10 به‌وسیله‌ی منوسیت‌ها و سلول‌های T از طریق مسیر Th2 می‌شود [۳۱]. سازِکار احتمالی دیگر در تنظیم ترشح IL-10 متعاقب فعالیت هوازی منظم، تعادل بین سایتوکین‌های ترشح شده از Th1 و Th2 است که فعالیت هوازی منظم می‌تواند موجب تنظیم افزایشی در تولید سایتوکین‌های ترشح شده از سلول‌های Th2و تنظیم کاهشی نسبی در سایتوکین‌های ترشح شده از سلول‌های Th1 شود که در نهایت تعدیل سایتوکین‌های التهابی از جمله IL-10 منجر می‌شود [۳۲]. اثرات ضدالتهابی فعالیت ورزشی به‌مدت و شدت تمرین نیز بستگی دارد. بنابراین احتمال دارد که شدت تمرینات در مطالعه حاضر به حدی بوده که بتواند خاصیت ضدالتهابی را در گروه‌های تمرین القا کند و IL-10 را در این گروه تغییر دهد. شدت تمرین ممکن است یکی از عوامل تأثیرگذار باشد، ولی به‌دلیل نقش ضدالتهابی IL-10 به نظر می‌رسد که محیط در معرض آسیب بیشتر می‌تواند بر تغییرات آن تأثیرگذار باشد [۳۲].

سایتوکاین IL-10 یک سایتوکاین ضدالتهابی است و عملکرد بیولوژیکی اصلی آن تضعیف پاسخ‌های ایمنی سازشی است. سلول‌های Th2 منبع اصلی IL-10 هستند. این اینترلوکین تولید سایتوکاین پیش‌التهابی (به‌طور مثال TNF-α) را توسط مونوسیت ها، ماکروفاژها، سلول‌های T و NK مهار می‌کند [۳۳]. افزایش غلظت IL-10 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 [۳٤]. IL -10 می‌تواند تولید سایتوکاین‌های متعددی از قبیل TNF-α، IL-1β و IL -6 و گونه‌های اکسیژن واکنش‌پذیر را مهار و رهایش گیرنده‌های TNF-α را افزایش دهد که ممکن است اثرات TNF-α را مهار نماید [۳۵].

نتایج مطالعات کنترل شده تصادفی 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 درحالی‌که به‌نظر می‌رسد افزایش سطح فعالیت بدنی اغلب اثری ناچیز یا غیرقابل تشخیص بر شاخص‌های التهابی در آزمودنی‌های سالم و طبیعی دارد [۳۱]. مطالعات بیشتری برای شناخت سازِکار مولکولی اثر ضدالتهابی تمرینات ورزشی و بافت یا محلی که این عمل در آن ایجاد می‌شود، نیاز است. چون سایتوکاین‌های التهابی در گردش از محل‌های متعددی از قبیل ماکروفاژها، بافت چربی و عضلانی و سلول‌های گلیال در دستگاه عصبی مرکزی منشأ می‌گیرند [۳۱]. بنابراین، اهمیت بالینی بهبود شاخص‌های التهابی در برخی مطالعات هنوز نامشخص است.

سازِکار احتمالی دیگر در افزایش IL-10 متعاقب فعالیت ورزشی منظم، تعادل بین سایتوکین‌های ترشح شده از Th1 و Th2 است که فعالیت ورزشی منظم می تواند موجب ایجاد تنظیم افزایشی در تولید سایتوکین‌های ترشح شده از سلول‌های Th2و تنظیم کاهشی نسبی در سایتوکین‌های ترشح شده از سلول‌های Th1 شود که در نهایت افزایش سایتوکین‌های التهابی از جمله IL-10 منجر می‌شود [۳٦]. علاوه بر این، آدیپونکتین با تحریک سنتز پروستاگلاندین ترشح IL-2 را سرکوب کرده و در نهایت فعالیت لنفوسیت‌های B را در جهت بهبود التهاب تحت تأثیر قرار می

[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-16 ]

دهد. بنابراین، احتمال اینکه تمرین ورزشی از طریق افزایش ترشح آدیپوکین‌هایی نظیر آدیپونکتین سطوح IL-10 را تحت تأثیر قرار دهد نیز وجود دارد. از این‌رو، تغییر سطوح سرمی و پلاسمایی این سایتوکین نیز پیچیده بوده و از یک الگوی ثابت بر اثر برنامه‌های مختلف تمرینی تبعیت نمی‌کند که این موضوع در طراحی تمرین‌های ورزشی برای بیماران باید مدنظر قرار گیرد [۳۰].

در انتها لازم به ذکر است که با استفاده از نتایج این تحقیق دیدگاه روشنی در زمینه‌ی تأثیر تمرین هوازی بر متغیرهای تحقیق و در نتیجه‌ی چاقی در اختیار متخصصین و محققین قرار داده شد تا بدین‌وسیله بتوانند جهت به حداقل رساندن آثار منفی چاقی ببا دقت بیشتری برنامه‌ریزی داشته باشند. با این حال عدم دسترسی به تمام افراد جامعه، عدم کنترل شرایط روانی آزمودنی‌ها هنگام انجام تمرینات و عدم کنترل شرایط اقتصادی خانواده‌ها از محدودیت‌های تحقیق حاضراست که ممکن است برنتایج تحقیق تأثیر داشته باشد. همچنین تحقیق حاضر بر روی زنان چاق انجام شد بنابراین در تعمیم نتایج به مردان چاق باید نهایت دقت را در نظر گرفت و توصیه می‌شود تحقیقی مشابه تحقیق حاضر بر روی مردان چاق انجام شده و نتایج دو تحقیق مقایسه شود.

## نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر تأیید کننده‌ی تأثیر تمرین هوازی بر آتروژین، ائوتاکسین و IL-10 در زنان چاق است. لذا با توجه به نقش این فاکتورها در چاقی می‌توان به تأثیر مثبت پروتکل تمرین بر کاهش آثار منفی چاقی پی برد بنابراین استفاده از این تمرینات زیر نظر متخصص تربیت بدنی و طبق برنامه‌ی مشخص به زنان چاق توصیه می‌شود.

## سپاسگزاری

مقاله‌ی حاضر مستخرج از رساله‌ی دکتری خانم فهیمه کلهر است که در تاریخ ۱۳۹۸/۰۵/۱۹ در دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب به تصویب رسیده است. بدین‌وسیله محقق و همکاران او از تمام کسانی که در به ثمر رساندن رساله و مقاله حاضر همکاری نمودند صمیمانه تشکر و قدردانی می‌کنند. همچنین طرح تحقیق حاضر موفق به دریافت کد اخلاق به شماره‌ی IR.SSRI.REC.1399.644 از پژوهشگاه تربیت بدنی شد. در نهایت اینکه همه‌ی نویسندگان در نگارش اولیه مقاله یا بازنگری آن سهیم بودند و همه با تأیید نهایی مقاله‌ی حاضر، مسئولیت دقت و صحت مطالب مندرج در آن را می‌پذیرند.

## مآخذ

1. Ghorbanian B, Saberi Y. The effect of eight weeks of increased resistance training on serum eotaxin levels in overweight and obese men. *Armaghane danesh* 2016; 21(111): 321-334.
2. Gregor MF, Hotamisligil GS. Inflammatory mechanisms in obesity. *Annu Rev Immunol* 2011; 29:415-45.
3. Galic S, Oakhill JS, Steinberg GR. Adipose tissue as an endocrine organ. *Mol Cell Endocrinol* 2010; 316(2):129-39.
4. Bluher M. Vaspin in obesity and diabetes: pathophysiological and clinical significance. *Endocrine* 2012; 41(2):176-82.
5. Shibata R, Ouchi N, Takahashi R, Terakura Y, Ohashi K, Ikeda N. Omentin as a novel biomarker of metabolic risk factors. *Diabetology and Metabolism syndrome* 2012; 4:37-44.
6. Fantuzzi G, Chaldakov GN. Adipopharmacology of inflammation and insulin resistance. *Biomedical Reviews* 2006; 17: 43-51.
7. David A, Scott T. Obesity and Asthma. National jewish medical and research center, and university of Colorado health sciences center, denver and chaning laboratory. *Am J Respir Crit Care Med* 2006; 174: 112-9.
8. You T, Nicklas BJ. Effects of exercise on adipokines and the metabolic syndrome. *Curr Diab Rep* 2008; 8(1):7–11.
9. Choi KM, Kim JH, Cho GJ, Baik SH, Park HS, Kim SM. Effect of exercise training on plasma visfatin and eotaxin levels. *Eur J Endocrinol* 2007; 157: 437-42.
10. Bes-Rastrollo M, van Dam RM, Martinez-Gonzalez MA, Li TY, Sampson LL, Hu FB. Prospective study of dietary energy density and weight gain in women. *Am J Clin Nutr* 2008; 88(3):769-77.

[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-16 ]

11. Ranjbar R, Habibi AH, Abolfathi NN. The effect of aerobic interval training on IL-6 and IL-10 serum concentration in women with type II diabetes. *Arak Med Univ J* 2016; 19(112):36–45.
12. Hovanloo F, Tahereh A, Ahmadizad S. Effects of sprint interval and continuous endurance training on serum levels of inflammatory biomarkers. *J Diabetes Metab* 2013; 2(11):193–202.
13. Zhao J, Brault JJ, Schild A, Cao P, Sandri M, Schiaffino S, Lecker SH, Goldberg AL. FoxO3 coordinately activates protein degradation by the autophagic/lysosomal and proteaso-mal pathways in atrophying muscle cells. *Cell Metab* 2007; 6:472–483.
14. Powers SK, Smuder AJ, Criswell DS. Mechanistic links between oxidative stress and disuse muscle atrophy. *Antioxid Redox Signal* 2011; 15(9):2519–2528.
15. Hassan Abadi S, Sagheb Jo M, Mohammadnia Ahmadi M. Response of Serum Atherogen-1 and Insulin-like Growth Factor to Low-Fat Milk Consumption Following a Fasting Exercise Session in Overweight Young Men. *Journal of Isfahan Medical School* 2016; 34(408): 1406-1417.
16. Ciolac EG, Brech GC, Greve JM. Age does not affect exercise intensity progression among women. *The Journal of Strength & Condition Research* 2010; 24(11): 3023-31.
17. Cho SY, Roh HT. Effects of aerobic exercise training on peripheral brain-derived neurotrophic factor and eotaxin-1 levels in obese young men. *Journal of Physical Therapy Science* 2016; 28(4): 1355-8.
18. Qasem Nian A A, Gaini AA, Kurdi MR, Hedayati M, Rami M, Ghorbanian B. (2013). The effect of a periodic period of endurance training on plasma levels of eutoxin, adiponectin and insulin resistance, serum lipid profiles and body composition in overweight and obese adolescents. *Urmia Medical Journal* 24(6): 428-436.
19. Zeve D. The Response of White Adipose Progenitor *Cells to Physiological and Genetic Changes* (Doctoral dissertation). 2013.
20. Abu R Vasudevan, Huaizhu Wu, David B Corry, Christie M. Ballantyne. Eotaxin and Obesity. *J Clinical Endocrinology & Metabolism* 2005; (1): 256-61.
21. Junyent F, Verdaguer E, Folch J, Beas-Zarate C, Pallàs M, Auladell C, et al. Role of JNK in neurodegenerative diseases. *Recent Advances in Pharmaceutical Sciences II*, 2012; 37(2): 15-28.
22. Clarke BA, Drujan D, Willis MS, Murphy LO, Corpina RA, Burova E, et al. The E3 Ligase MuRF1 degrades myosin heavy chain protein in dexamethasone-treated skeletal muscle. *Cell Metab* 2007; 6(5): 376-385
23. Centeno C, Repici M, Chatton JY, Riederer BM, Bonny C, Nicod P, et al. Role of The JNK Pathway in NMDA-Mediatedxcitotoxicity of Cortical Neurons. *Cell Death Differ* 2007, 14:240-253
24. 24-Antoniou X, Falconi M, Di Marino D, Borsello T. JNK3 as a therapeutic target for neurodegenerative diseases. *J Alzheim Dis* 2011; 24:633–642.
25. Khorram Shahi S, Kurdi MR, Delfan M, Gaini AA, Safa M. The effect of five weeks of high-intensity interval training on the expression of miR-23a and Atrogin-1 genes in the twin muscle of diabetic male rats. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism* 2016; 18(5): 361-367.
26. Ribeiro MBT, Vinicius G, Jeffrey MH, Gisele NL, Rita de CM, Rosângela VA, et al. Resistance training regulates gene expression of molecules associated with intramyocellular lipids, glucose signaling and fiber size in old rats. *Sci Rep* 2017; 7: 8593.
27. Gonçalves NG, Cavaletti SH, Pasqualucci CA, Arruda Martins M, Lin CJ. Fructose ingestion impairs expression of genes involved in skeletal muscle's adaptive response to aerobic exercise. *Genes Nutr* 2017; 8: 12:33.
28. Kim H, Lee W. Low-intensity aerobic exercise training: inhibition of skeletal muscle atrophy in high-fat-diet-induced ovariectomized rats. *J Exerc Nutrition Biochem* 2017; 21(3):019-025.
29. Dorneles GP, Haddad DO, Fagundes VO, Vargas BK, Kloecker A, Romão PR, Peres A. High intensity interval exercise decreases IL-8 and enhances the immunomodulatory cytokine interleukin-10 in lean and overweight–obese individuals. *Cytokine* 2016; 77: 1-9.
30. Membini H, Islami Farsani M, Ab Abzadeh S, Barzegar H, Vahdat H. The effect of intense intermittent exercise on serum levels of irizin and interleukin-10 in overweight men. *Journal of Qom University of Medical Sciences* 2018; 12(2):35-44.
31. Nicklas BJ, Hsu FC, Brinkley TJ, Church T, Goodpaster BH, Kritchevsky SB. Exercise Training and Plasma C-Reactive Protein and Interleukin-6 in Elderly People. *Journal of the American Geriatrics Society* 2008; 56(11):2045-52.
32. Petersen AM, Pedersen BK. The antiinflammatory effect of exercise. *J Appl Physiol* 2005; 98(1):1154-1162.
33. Gleeson M, Bishop NC, Stensel DJ, Lindley MR, Mastana SS, Nimmo MA. The anti-inflammatory effects of exercise: mechanisms and implications for the prevention and treatment of disease. *Nature Reviews Immunology* 2011; 11(9):607–15.
34. Beavers KM, Brinkley TE, Nicklas BJ. Effect of exercise training on chronic inflammation. *Clinica Chimica Acta 2010*; 411(1):785-793.
35. Lira F, Rosa J, Yamashita A, Koyama C, Batista M Jr, Seelaender M. Endurance training induces depot-specific changes in IL-10/TNF-a ratio in rat adipose tissue. *Cytokine* 2009; 45:80–85.


[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-16 ]

36. Frydelund-Larsen L, Akerstrom T, Nielsen S, Keller P, Keller C, Pedersen BK. Visfatin mRNA expression in human subcutaneous adipose tissue is regulated by exercise. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism* 2007; 292(1):24- E31.

[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-16 ]

# The Effect of 8 Week Aerobic Training on Atrogin, Eotaxin and IL-10 Indices in Obese Women

Fahimeh Kalhor[1], Sajad Arshadi[1*], Ardeshir Zafari[2], Abdolali Banaeifar[1]

*1. Exercise Physiology, Islamic Azad University, South Tehran Branch, Tehran, Iran*
*2. Exercise Physiology, Islamic Azad University, Zanjan Branch, Zanjan, Iran*

## ABSTRACT

**Background:** Obesity has been recognized as one of the top 10 health problems by the World Health Organization. The purpose of the present study was to the effect of aerobic training on atrogin, eotaxin and IL-10 indices in obese women.
**Methods:** The present applied research was a quasi-experimental study in which 30 obese women aged 30-45 years were selected by available method from South Tehran Azad University (2016-2017) and randomly divided into two groups of aerobic exercise and control. 24 hours before the start of training, the individual characteristics of the subjects and the research variables (atrogen, eutoxin and IL-10) were measured in blood tissue, then the subjects of the experimental group had their training program for 8 weeks, 3 They performed one session per week and each session lasted 45-60 minutes under the supervision of a researcher. Dependent and independent t-test was used to analyze the data.
**Results**: Due to the lack of differences in pre-test scores, it was found that the groups were identical. It was also found that 8 weeks of aerobic exercise had a significant effect on the levels of eutoxin, atrogen and interleukin-10 in obese women ($p = 0.001$)
**Conclusion**: According to the research results, it is recommended that obese women exercise aerobically. Use to reduce the negative effects of obesity.

**Keywords**: Aerobic training, Atherogenic, Eotaxin, IL-10, Obese women

* No2, 34AllEY,sout misagh ST,tondgooyan highway, Postal cod:1893159554, Tell:0098-2155545043, Email: s_arshadi@iau.ac.ir

Copyright © 2022 Iranian Journal of Diabetes and Metabolism and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences.
licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited

[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-16 ]