

تاثیر یک دوره تمرین طناب‌زنی بر سطوح آنزیم پاراکسوناز-۱، مقاومت انسولینی و نیم‌رخ لیپیدی در دختران غیرفعال

چکیده

دریافت: ۱۳۹۶/۰۲/۲۰ ویرایش: ۱۳۹۶/۰۴/۲۶ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۴/۳۰ آنلاین: ۱۳۹۶/۰۴/۳۱

بهلول قربانیان*

فریبا شکرالهی

گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران.

زمینه و هدف: پاراکسوناز-۱ از مهمترین آنزیم‌های حذف‌کننده‌ی رادیکال‌های آزاد و از محافظ‌های اصلی لیپوپروتئین در برابر ترکیبات اکسید کننده می‌باشد. هدف این مطالعه بررسی تاثیر هشت هفته تمرینات طناب‌زنی بر سطوح آنزیم پاراکسوناز-۱ (PON1)، مقاومت انسولینی و نیم‌رخ لیپیدی در دختران غیرفعال بود.

روش بررسی: این مطالعه نیمه تجربی از آذر تا بهمن ماه ۱۳۹۵ در دانشگاه شهید مدنی آذربایجان شهرستان تبریز انجام شد. در این مطالعه ۲۰ دختر دارای اضافه وزن و چاق غیرفعال ۲۰ تا ۲۵ سال به صورت آزمودنی‌های در دسترس انتخاب و به‌طور تصادفی در گروه‌های تمرین (۱۰ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) قرار گرفتند. پروتکل تمرین شامل طناب‌زنی به مدت هشت هفته، چهار روز در هفته و ۴۵ دقیقه هر جلسه بود. نمونه‌های خونی جهت ارزیابی سطوح آنزیم پاراکسوناز-۱ و دیگر متغیرهای خونی در پیش و پس از تمرین گرفته شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد پس از مداخله تمرین در گروه تجربی مقادیر تمام متغیرها (غیر از لیپوپروتئین کم چگال) تغییر معنادار داشت. همچنین در مقایسه با گروه کنترل مقادیر آنزیم پاراکسوناز-۱ ($P=0/024$) و بیشینه اکسیژن مصرفی ($P=0/006$) افزایش معنادار و شاخص مقاومت انسولینی ($P=0/028$)، تری‌گلیسرید ($P=0/046$) و درصد چربی بدن ($P=0/001$) کاهش معنادار داشتند.

نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه نشان داد انجام تمرین طناب‌زنی به مدت هشت هفته باعث ایجاد تغییرات مثبت در متغیرهای آنزیم پاراکسوناز-۱، شاخص مقاومت انسولینی، حداکثر اکسیژن مصرفی و برخی شاخص‌های لیپیدی و تن‌سنجی در دختران جوان دارای اضافه وزن و چاق گردید از این رو به نظر می‌رسد این نوع تمرین می‌تواند برای کنترل وزن و پیشگیری از بیماری‌های ناشی از اضافه وزن و چاقی مفید باشد.

کلمات کلیدی: آنزیم پاراکسوناز ۱، نیم‌رخ لیپیدی، تمرین طناب‌زنی، دختران دارای اضافه وزن و چاق.

* نویسنده مسئول: کیلومتر ۳۵ جاده تبریز، آذرشهر، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، گروه علوم ورزشی.
تلفن: ۰۴۱-۳۴۳۳۷۳۴
E-mail: b.ghorbanian@azaruniv.ac.ir

مقدمه

زیادی از جمله بیماری‌های قلبی-عروقی، دیابت، پرفشارخونی، افزایش کلسترول و تری‌گلیسرید خون، آرتروز، آسم و انواع مشخصی از سرطان همراه است.^۱ نشان داده شده تمرین و فعالیت بدنی می‌تواند این عوامل خطرزا را تعدیل نماید.^{۲،۳} فعالیت منظم بدنی از طریق افزایش حساسیت انسولینی و لیپوپروتئین پرچگال و کاهش تری‌گلیسرید و لیپوپروتئین کم چگال، باعث بهبود متابولیسم چربی و گلوکز می‌شود. همچنین تمرینات طولانی‌مدت می‌تواند از

برخلاف هشدارهای جهانی و تلاش برای شناساندن پیامدهای چاقی، میزان شیوع چاقی در جهان دامن‌گیر شده، به طوری که بیش از یک میلیارد نفر به آن مبتلا هستند. اضافه وزن و چاقی دومین علت بروز مرگ و میر در دنیا است که سالانه در حدود ۳۰۰۰۰۰ نفر را به کام مرگ می‌کشاند.^۱ داشتن اضافه وزن و چاقی با عوارض جسمانی

طریق افزایش انتقال‌دهنده‌های گلوکز به درون سلول‌های عضلانی، افزایش سوسترهای گیرنده انسولین و همچنین افزایش توده عضلانی، سبب افزایش پاسخ‌دهی بدن به انسولین شده و حساسیت به انسولین را افزایش داده و در پیشگیری از چاقی و عوارض آن مفید باشد.^۴

آنزیم پاراکسوناز-۱ (PONI) یک آنزیم استراز وابسته به کلسیم است که در کبد تولید می‌شود. این آنزیم که در انسان توسط ژن پاراکسوناز-۱ کدگذاری شده در ساختمان خود دارای ۳۵۴ آمینواسید بوده و وزن مولکولی آن ۴۵ کیلو دالتون می‌باشد.^۵ بررسی‌ها نشان داد که آنزیم پاراکسوناز-۱ یک عامل کلیدی برای توسعه بیماری‌های قلبی-عروقی است. این آنزیم دارای اثرات آنتی‌آتروژنیک بوده به‌طوری‌که از طریق هیدرولیز بیولوژیک فسفولیپیدهای اکسید شده، مانع بروز و پیشرفت بیماری‌های آتروژنی به‌ویژه قلبی-عروقی می‌شود.^۶

پژوهش‌ها نشان دادند که نقش عمده لیپوپروتئین پرچگال، حذف کلسترول از دیواره عروق و انتقال آن به کبد می‌باشد. پاراکسوناز-۱ از آنزیم‌های اصلی لیپوپروتئین پرچگال است که نقش مهمی در خواص آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌آتروژنیک این لیپوپروتئین ایفا نموده و افزون بر محافظت از اکسید شدن لیپوپروتئین پرچگال، باعث افزایش غلظت سرمی آن نیز می‌گردد.^۶ همچنین از اکسیداسیون لیپوپروتئین و تشکیل لیپوپروتئین کم چگال اکسید شده در شرایط آزمایشگاهی جلوگیری می‌نماید. این آنزیم عامل انتقال سریع کلسترول به واسطه لیپوپروتئین پرچگال بوده و یکی از فعال‌کننده‌های اصلی آنزیم لیپوپروتئین لیپاز که در اثر کاهش وزن و یا هنگام ورزش رخ می‌دهد، می‌باشد. همچنین این آنزیم یکی از مهمترین آنزیم‌های حذف‌کننده‌ی رادیکال‌های آزاد عمل می‌کند.^۷

برخی از پژوهش‌ها نشان داد که تغییراتی در شیوه زندگی افراد چاق، مانند آموزش، کاهش وزن و ورزش‌های هوازی به‌طور چشمگیری سطح پاراکسوناز-۱ را افزایش می‌دهد.^۹ از طرفی شرایطی مانند دیابت، بیماری تیروئید، سندرم متابولیک، نارسایی کلیوی و افزایش سن با کاهش فعالیت پاراکسوناز-۱ همراه می‌باشد. در بیماران دیابتی نشان داده شده است که پاراکسوناز-۱ به‌عنوان یک آنزیم ضد دیابتیک عمل می‌کند و اثر خود را از طریق اثر ضداکسیدانی و تحریک انسولین از طریق سلول‌های بتا اعمال

می‌کند.^۹ داده‌های اندک و متناقضی در مورد اثر نوع و میزان فعالیت‌های بدنی بر فعالیت پاراکسوناز-۱ و تعامل بین فعالیت این آنزیم با فعالیت بدنی به ویژه تمرین استقامتی وجود دارد. به‌طوری‌که در برخی مطالعات تغییری در غلظت سرمی پاراکسوناز-۱ به‌دنبال تمرین استقامتی در افراد چاق گزارش نشده است.^{۱۱} در حالی‌که افزایش غلظت آن در پی تمرین هوازی در افراد مبتلا به سندرم متابولیک گزارش شده است.^۹ در برخی از بررسی‌ها، کاهش سطح پاراکسوناز-۱ گزارش شده است.^{۱۲}

تغییرات در میزان برخی عوامل از جمله پاراکسوناز-۱، مقاومت به انسولین و نیمرخ‌های چربی بر اثر فعالیت ورزشی، می‌تواند سر نخ خوبی برای پی بردن به تأثیرات سودمند فعالیت ورزشی در افراد دارای اضافه وزن و چاق باشد. در اهمیت فعالیت ورزشی گفته شده است که نداشتن فعالیت ورزشی منظم، چهارمین عامل خطر ساز بیماری‌های عروق کرونر است و فعالیت ورزشی منظم با تأثیراتی که بر چربی‌های خون می‌گذارد، بیماری‌های عروق کرونر قلب را نیز تا ۵۰٪ کاهش می‌دهد.^{۱۴}

همچنین مطالعات اخیر نشان می‌دهند که با تمرینات منظم می‌توان لیپوپروتئین با چگالی کم را بین ۵ تا ۱۰٪ کاهش و در پی آن لیپوپروتئین با چگالی بالا را ۳ تا ۶٪ افزایش داد.^{۱۵}

دانشکده پزشکی-ورزشی آمریکا به‌عنوان بزرگترین سازمان پزشکی ورزشی جهان پیشنهاد کرده است جهت تأثیرگذاری بهینه و ماندگاری افراد در ورزش، بهتر است فعالیت‌های ورزشی به‌شیوه‌ی متناوب انجام شوند.^{۱۶}

پروتکل تمرینی انتخابی برای این پژوهش طناب زدن می‌باشد که ورزش تناوبی هوازی و توام با نشاط و تفریح می‌باشد. مشخصه‌های طناب زدن شبیه تمرینات هوازی و استقامتی مانند آهسته دویدن و دوچرخه‌سواری است.

بنابراین با توجه به تناقض‌های موجود در اندک مطالعات پیشین و استفاده از پروتکل تمرینی طناب‌زنی در این مطالعه که افزون بر ایجاد اثرات و سازگاری‌های موردنظر، با مزایایی چون سادگی اجراء، کم هزینه بودن و تناوبی بودن اجرا همراه می‌باشد.

این مطالعه با هدف بررسی اثر هشت هفته تمرینات طناب زنی بر سطوح آنزیم پاراکسوناز-۱، مقاومت انسولینی و نیم رخ لیپیدی در دختران دارای اضافه وزن و چاق انجام شده است.

روش بررسی

بیشینه اکسیژن مصرفی (زان) = $65/81 - 60/1847 \times 0.1$ (دقیقه) ضربان قلب)

تمرین استقامتی تناوبی شامل هشت هفته (چهار جلسه در هفته و هر جلسه ۴۵ دقیقه) فعالیت تناوبی فزاینده طناب زنی بود. در آغاز و پایان برنامه تمرینی، ۱۰ دقیقه گرم کردن و پنج دقیقه سرد کردن با حرکات کششی پیش‌بینی شده بود. برنامه تمرینی در جدول ۱ به صورت کامل و با جزئیات آن ارائه شده است.

خون‌گیری (۱۰ ml) از ورید بازو و در حالت نشسته در دو مرحله، یک روز پیش از اولین جلسه‌ی تمرین (پیش‌آزمون) و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه‌ی تمرین در هفته‌ی هشت و پس از ۱۰ تا ۱۲ ساعت ناشتایی انجام شد. این مدت زمان برای اطمینان از عدم تاثیرگذاری کوتاه‌مدت فعالیت ورزشی بود. پس از پایان خون‌گیری، نمونه‌ها در لوله‌های محتوی ماده ضد انعقاد (۳ تا ۴ mg/ml اتیلن دی‌آمین تترااستیک اسید) ریخته شده و سپس از طریق سانتریفوژ در دور ۱۵ تا ۳۰ هزار، سرم جدا شده و در 80°C برای آنالیزهای بعدی فریز شد. سطح سرمی پاراکسوناز-1 از طریق روش الایزای ساندریجی (Paraoxonase-1 (PON1) ELISA kit (Glory Science Co., Ltd, TX, USA) قند خون با استفاده از روش رنگ‌سنجی آنزیمی، انسولین سرم با استفاده از روش الایزای ساندریجی، کلسترول تام با روش نورسنجی آنزیمی، تری‌گلیسرید با روش آنزیمی کالری‌متری (شرکت پارس آزمون، ایران) و لیپوپروتئین پرچگال با روش آنزیمی کالری‌متری اندازه‌گیری شد. (پنج مورد آخر به‌وسیله کیت‌های (Pars Azmoon Inc., Tehran, Iran). لیپوپروتئین کم چگال سرم از طریق معادله فریدوالد و همکاران بر اساس فرمول زیر برآورد شد.^{۲۳}

= لیپوپروتئین کم چگال

$0.5 \times \text{تری‌گلیسرید-لیپوپروتئین پرچگال-کلسترول تام}^*$

برای تعیین مقاومت انسولینی در حالت ناشتا، با استفاده از مقادیر گلوکز خون و انسولین اندازه‌گیری شده، از ارزیابی مدل هموستاز استفاده شد.^{۲۴}

\times (میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) گلوکز [شاخص مقاومت انسولینی

$4.05 \times (\text{میکروبیوت بر میلی‌لیتر) انسولین}$

جهت تجزیه و تحلیل آماری و مقایسه گروه‌ها، پس از تأیید توزیع نرمال داده‌ها با استفاده از Kolmogorov-Smirnov test، از

روش این مطالعه از نوع نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون، با یک گروه تجربی و یک گروه شاهد بود. پس از اینکه پروپوزال طرح در کمیته پژوهش و اخلاق دانشکده دانشگاه شهید مدنی آذربایجان طی شماره ۲۱۷/د/۲۰۵۸۵ به تصویب رسید، با توجه به اهداف این پژوهش، هماهنگی‌های لازم و جلب همکاری داوطلبانه آزمودنی‌ها انجام گرفت و گردآوری داده‌ها پس از تهیه ابزارهای لازم به شکل میدانی و آزمایشگاهی انجام شد. به‌دنبال فراخوان عمومی و پس از تکمیل فرم رضایت‌نامه و تکمیل پرسشنامه سلامت و سابقه ورزشی و معاینه به‌وسیله پزشک، اندازه‌گیری شاخص‌های قد، وزن، شاخص توده بدن و اندازه‌گیری دور کمر و دور باسن برای تعیین چاقی مرکزی انجام شد. پس از مشخص شدن وضعیت اضافه وزن و چاقی، از بین افراد داوطلب ۲۰ نفر دانشجوی دختر دارای اضافه وزن یا چاق با میانگین سنی $21/8 \pm 2/6$ سال، وزن $70/6 \pm 3/6$ kg و شاخص توده بدنی $28/21 \pm 3/08$ kg/m² به‌طور تصادفی ساده انتخاب و در دو گروه کنترل (۱۰ نفر) و تمرین (۱۰ نفر) قرار گرفتند.

افراد مورد مطالعه دارای شرایطی همچون شاخص توده بدنی $25 \leq \text{kg/m}^2$ ، جنس زن، گروه سنی ۲۰ تا ۲۵ سال، غیر فعال و بدون برنامه ورزشی منظم، عدم استفاده از دخانیات، عدم ابتلا به بیماری‌های مزمن، تنفسی، متابولیکی، قلبی-عروقی، کلیوی، کبدی و یا سایر بیماری‌های مزمن و دارای برنامه غذایی کمابیش مشابه بودند. گروه تمرین در یک برنامه‌ی تمرین طناب‌زنی هشت هفته‌ای شرکت کردند، درحالی‌که گروه شاهد در مدت پژوهش روش زندگی معمول خود را دنبال کردند. در این مطالعه شاخص‌های آنترپومتریکی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها شامل قد و وزن که به‌ترتیب با استفاده از قدسنج و ترازوی استاندارد و با دقت ۰/۱ cm و ۰/۱ kg، شاخص توده‌ی بدن با استفاده از فرمول وزن بدن تقسیم بر مجذور قد به متر، درصد چربی بدن نیز توسط (Yagami Caliper, 0.2mm sensitivity (Inc, Nagoya, Japan) و با استفاده از معادله سه نقطه‌ای جکسون پولاک (Jackson/Pollock 3-Site Caliper Method tool)، اندازه‌گیری شد.^{۲۷} همچنین، بیشینه اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها به وسیله آزمون پله کویین (Queen's College step test, QCT) و از طریق فرمول زیر ارزیابی شد.^{۲۸}

Paired samples t-test و Independent samples t-test استفاده شد. تمامی داده‌ها به صورت میانگین \pm انحراف معیار ارایه شده‌اند و تمامی محاسبات با استفاده از SPSS software, version 20 (IBM SPSS, Armonk, NY, USA) در سطح معناداری $P \leq 0/05$ انجام شد.

یافته‌ها

در گروه کنترل بین میانگین‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون در هیچ‌یک از متغیرها تفاوت معنادار وجود نداشت اما در گروه تمرین بین میانگین‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون همه متغیرها به غیر از لیپوپروتئین کم چگال اختلاف معنادار وجود داشت ($P < 0/05$) (جدول ۲).

همچنین پس از هشت هفته تمرین طناب‌زنی در گروه تمرین، مقادیر آنزیم پاراکسوناز-۱، حداکثر بیشینه مصرفی و لیپوپروتئین پرچگال افزایش داشت که این افزایش در مقایسه با گروه کنترل در خصوص آنزیم پاراکسوناز-۱ ($P = 0/024$) و بیشینه اکسیژن مصرفی ($P = 0/006$) معنادار بود و مقادیر شاخص مقاومت انسولینی ($P = 0/028$)، تری‌گلسیرید ($P = 0/046$)، انسولین ($P = 0/026$) و درصد چربی بدن ($P = 0/001$) کاهش معنادار داشتند ($P < 0/05$). تغییرات در سایر متغیرها معنادار نبود ($P > 0/05$) (جدول ۳).

بحث

یافته‌های این پژوهش نشان داد که پس از هشت هفته تمرین

هوازی تناوبی در قالب طناب‌زنی، تغییرات درون‌گروهی اغلب متغیرهای مورد مطالعه در گروه تجربی معنادار بود. همچنین این تغییرات در مقایسه با گروه شاهد در متغیرهای آنزیم پاراکسوناز-۱، انسولین، شاخص مقاومت انسولینی، تری‌گلسیرید، بیشینه اکسیژن مصرفی و درصد چربی بدن نیز معنادار بود. افزایش سطوح سرمی آنزیم پاراکسوناز-۱ در این مطالعه با یافته‌های برخی مطالعات همسو^{۱۹-۲۳} و با یافته‌های برخی مطالعات دیگر که کاهش یا عدم تغییر معنادار را گزارش نموده‌اند ناهمسو می‌باشد.^{۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴}

برای مثال Amouzad و همکاران در مطالعه اثر چهار هفته تمرین دوی استقامتی تناوبی با شدت ۶۵٪ ضربان قلب بیشینه در ۱۶ مرد چاق با میانگین سنی حدود ۴۰ سال،^{۱۹} Casella-Filho و همکاران در بررسی اثر سه ماه فعالیت بدنی روی دوچرخه کارسنج در آزمودنی زن و مرد مبتلا به سندرم متابولیک،^{۲۰} Tomás و همکاران به دنبال ۱۶ هفته تمرین هوازی،^{۲۱} Otocka و همکاران در مطالعه روی افراد ورزشکار^{۲۲} و Goldhammer و همکاران در مطالعه روی بیماران مبتلا به سندرم متابولیک،^{۲۳} افزایش معنادار سطح سرمی آنزیم پاراکسوناز-۱ را گزارش نمودند. در مقابل Richter و همکاران در مطالعه اثر ۱۲ هفته تمرین استقامتی دویدن روی ۳۲ آزمودنی بزرگسال (مرد و زن) دارای سندرم متابولیک،^{۲۴} Aicher و همکاران اثر شش ماه فعالیت بدنی هوازی با شدت پایین به همراه رژیم غذایی در ۱۰۰ زن چاق بزرگسال^{۱۱} و Roberts و همکاران اثر سه هفته تمرین هوازی روی تردمیل با شدت ۸۵٪-۷۰٪ بیشینه ضربان قلب همراه با رژیم غذایی در ۲۲ مرد چاق بزرگسال،^{۱۰} عدم تغییر معنادار پاراکسوناز-۱ و Tas و همکاران در مطالعه اثر دو روش تمرین دوی استقامتی تناوبی با

جدول ۱: برنامه تمرین طناب‌زنی

سرد کردن (پنج دقیقه)	فعالیت (۳۰ دقیقه)	شدت فعالیت (پرش در دقیقه)	گرم کردن (۱۰ دقیقه)	هفته
	یک دقیقه فعالیت، ۳۰ ثانیه استراحت	۶۰		۱
	۱/۵ دقیقه فعالیت، ۳۰ ثانیه استراحت	۶۰		۲
	دو دقیقه فعالیت، ۳۰ ثانیه استراحت	۶۰		۳
حرکات کششی	۲/۵ دقیقه فعالیت، ۳۰ ثانیه استراحت	۷۰	دویدن نرم و حرکات کششی	۴
	سه دقیقه فعالیت، ۳۰ ثانیه استراحت	۸۰		۵
	۳/۵ دقیقه فعالیت، ۳۰ ثانیه استراحت	۹۰		۶
	چهار دقیقه فعالیت، ۳۰ ثانیه استراحت	۹۰		۷
	چهار دقیقه فعالیت، ۳۰ ثانیه استراحت	۹۰		۸

جدول ۲: نتایج Paired samples t-test پیش و پس از مداخله در گروه‌های مورد مطالعه

متغیر	گروه کنترل (۱۰ نفر)		گروه تمرین (۱۰ نفر)	
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
سن (سال)	۲۲/۲±۱/۸۸	-	۲۱/۱±۲/۴۶	-
قد (cm)	۱۶۰/۰±۳/۳	-	۱۶۱/۸±۰/۴	-
وزن (kg)	۶۹/۲۷±۳/۶۷	۰/۴۵	۶۷/۱۵±۳/۹۸	۰/۰۰۱ [‡]
درصد چربی بدن	۳۴/۱۴±۱/۸۷	۰/۴۷	۳۱/۰۳±۱/۹۶	۰/۰۰۱ [‡]
شاخص توده بدنی (kg/m ²)	۲۸/۲۱±۳/۰۸	۰/۴۲	۲۷/۸±۳/۰۵	۰/۰۰۱ [‡]
حداکثر اکسیژن مصرفی (ml/kg)	۲۵/۷۴±۲/۵۶	۰/۸۵	۲۶/۰۴±۳/۱۲	۰/۰۰۶ [‡]
آنزیم پاراکسوناز (ng/ml)	۵۸/۶۷±۲۰/۴۹	۰/۳۶	۶۸/۲±۱۵/۳	۰/۲۴
قند خون ناشتا (mg/dl)	۸۲/۰۳±۱۷/۰۹	۰/۹۴	۷۹/۵۸±۱۶/۵	۰/۰۴ [‡]
انسولین (U/ml)	۹/۸۸±۵/۸۶	۰/۹۱	۴/۵±۳/۹	۰/۰۴۳
شاخص مقاومت انسولینی	۲/۰۸±۱/۴۳	۰/۹۸	۰/۸۶±۰/۷	۰/۰۴۴ [‡]
لیپوپروتئین کم چگال (mg/dl)	۹۴/۵۷±۲۴/۴	۰/۰۸۹	۷۷/۵۶±۲۷/۱۵	۰/۳۶
کلسترول تام (mg/dl)	۱۵۵/۸۷±۱۸/۸۳	۰/۱۱	۱۳۸/۶±۲۲/۳۴	۰/۰۰۱ [‡]
تری‌گلیسرید (mg/dl)	۹۸/۳۳±۵۸/۶۸	۰/۱۳	۵۲/۹۶±۳۰/۰۲	۰/۰۰۱ [‡]
لیپوپروتئین پرچگال (mg/dl)	۴۱/۶۳±۱۱/۳	۰/۹	۵۰/۴۱±۱۰/۳۷	۰/۰۰۱ [‡]

داده‌ها به‌صورت میانگین و انحراف استاندارد، † نشانه معناداری تفاوت میانگین‌های گروه تمرین و کنترل، سطح معناداری (P<۰/۰۵).

جدول ۳: نتایج Independent samples t-test پیش و پس از مداخله در گروه‌های مورد مطالعه

	پیش‌آزمون		پس‌آزمون	
	گروه کنترل (۱۰ نفر)	گروه تمرین (۱۰ نفر)	گروه کنترل (۱۰ نفر)	گروه تمرین (۱۰ نفر)
سن (سال)	۲۲/۱±۲/۸۸	۰/۲۴	۲۱/۱±۲/۴۶	۰/۳۸
قد (cm)	۱۶۰/۳±۰/۳	۰/۲۱	۱۶۱/۸±۰/۴	۰/۴۲
وزن (kg)	۶۹/۲۷±۳/۶۷	۰/۲۰	۶۷/۱۵±۳/۹۸	۰/۳۸
درصد چربی بدن	۳۴/۱۴±۱/۸۷	۰/۴۵	۳۱/۰۳±۱/۹۶	۰/۰۰۱ [‡]
شاخص توده بدنی (kg/m ²)	۲۸/۲۱±۳/۰۸	۰/۷۶	۲۷/۸±۳/۰۵	۰/۴۷۷
حداکثر اکسیژن مصرفی (ml/kg)	۲۵/۷۴±۲/۵۶	۰/۲۴	۲۶/۰۴±۳/۱۲	۰/۰۰۶ [‡]
آنزیم پاراکسوناز (ng/ml)	۵۸/۶۷±۲۰/۴۹	۰/۹	۶۸/۲±۱۵/۳	۰/۰۲۴ [‡]
قند خون ناشتا (mg/dl)	۸۲/۰۳±۱۷/۰۹	۰/۱۰	۷۹/۵۸±۱۶/۵	۰/۸۶
انسولین (U/ml)	۹/۸۸±۵/۸۶	۰/۲۲	۴/۵±۳/۹	۰/۰۲۶ [‡]
شاخص مقاومت انسولینی	۲/۰۸±۱/۴۳	۰/۵۹	۰/۸۶±۰/۷	۰/۰۲۸ [‡]
لیپوپروتئین کم چگال (mg/dl)	۹۴/۵۷±۲۴/۴	۰/۱۹	۷۷/۵۶±۲۷/۱۵	۰/۱۷۵
کلسترول تام (mg/dl)	۱۵۵/۹۶±۱۸/۸۳	۰/۱۷	۱۳۸/۵۷±۲۲/۳۴	۰/۰۹۳
تری‌گلیسرید (mg/dl)	۹۸/۳۳±۵۸/۶۸	۰/۳۵	۵۲/۹۶±۳۰/۰۲	۰/۰۴۶ [‡]
لیپوپروتئین پرچگال (mg/dl)	۴۱/۶۳±۱۱/۳	۰/۱۷	۵۰/۴۱±۱۰/۳۷	۰/۰۸۶

داده‌ها به‌صورت میانگین و انحراف استاندارد، † نشانه معناداری تفاوت میانگین‌های گروه تمرین و کنترل، سطح معناداری (P<۰/۰۵).

می‌باشد. به نظر می‌رسد پلی‌مورفیسم‌های یاد شده افزون بر تغییر غلظت خود لیپوپروتئین‌ها، اجزا تشکیل دهنده آن‌ها به‌ویژه اسیدهای چرب تشکیل دهنده فسفولیپیدها را دچار تغییر می‌کند و از این طریق بر فعالیت لیپوپروتئین پرچگال تاثیرگذار خواهند بود. بنابراین نتیجه تاثیر تمرینات ورزشی بر فعالیت آنزیم پاراکسوناز-۱ تحت تاثیر پلی‌مورفیسم ۱۹۲- پاراکسوناز-۱ قرار می‌گیرد.

از طرفی شماری از پژوهش‌های اخیر بر ویژگی آنتی‌اکسیدانی آنزیم پاراکسوناز ۱ متمرکز شده‌اند. پژوهش‌ها نشان داده است که با کاهش میزان مواد آنتی‌اکسیدانی بدن از فعالیت پاراکسوناز-۱ نیز کم می‌شود. آنزیم پاراکسوناز-۱ عامل جریان سریع کلسترول به‌واسطه لیپوپروتئین پرچگال بوده و با کاهش وزن و فعال شدن آنزیم لیپوپروتئین لیپاز در اثر ورزش همراه است، همچنین گردش لیپوپروتئین پرچگال را در خون محدود می‌کند و در انسان‌ها تمرین ورزشی با افزایش پاراکسوناز-۱ موجب افزایش ظرفیت سیستم آنتی‌اکسیدانی و کاهش اکسیداسیون لیپیدها و تغییرات کاهشی وزن را نیز به همراه دارد و این آنزیم یکی از مهمترین آنزیم‌های حذف کننده‌های رادیکال‌های آزاد و از محافظ‌های اصلی لیپوپروتئین در برابر ترکیبات اکسیدکننده می‌باشد و به همراه شاخص‌های لیپیدی از موارد تشخیصی مناسب برای پیشگیری از چاقی و بیماری‌های قلبی-عروقی می‌باشد.^{۱۱، ۱۲، ۲۵}

با توجه به کاهش شاخص‌های ترکیب بدنی بویژه چربی بدن و بهبود شاخص‌های لیپیدی و افزایش معنادار آنزیم پاراکسوناز-۱ در اثر تمرین، به نظر می‌رسد که نوع، شدت و مدت تمرین به‌کار رفته در پژوهش کنونی برای مقابله با چاقی، اضافه وزن و اثرات آن مناسب بوده است. هرچند برای روشن‌تر شدن مکانیسم مولکولی آنزیم پاراکسوناز-۱ و تغییرات آن در بدن در اثر فعالیت‌های ورزشی به‌ویژه تمرین استقامتی، انجام تحقیقات بیشتر ضرورت دارد.

در این مطالعه شاخص مقاومت انسولین و انسولین سرم کاهش معنادار داشته‌اند که این یافته با نتیجه یافته‌های برخی مطالعات ناهمسو و با برخی دیگر همسو می‌باشد.^{۳۰-۳۷} این مطالعات سازوکارهای مؤثر بر هموستاز گلوکز و انسولین در پاسخ به فعالیت را بیان کرده‌اند که از آن جمله می‌توان به افزایش فعالیت گلیکوزن سنتاز و هگزوکیناز، افزایش پیام‌رسانی پس‌گیرنده‌ای انسولین، افزایش پروتئین انتقال دهنده گلوکز، کاهش رهایی و افزایش پاک شدن

شدت ۸۰-۶۰ بیشینه ضربان قلب و دوی تداومی با شدت ۷۰٪-۵۰ بیشینه ضربان قلب به مدت هشت هفته در مردان جوان، کاهش سطح پاراکسوناز-۱ را گزارش نمودند.^{۱۲}

یادگویی موجود در این پژوهش‌ها به احتمال ناشی از فاکتورهایی مانند ژنتیک، شیوه زندگی، سطح آمادگی بدنی اولیه، جنس، سن آزمودنی‌ها و همچنین نوع، شدت، مدت تمرینات، روش‌های متفاوت در محیط‌های مختلف به کارگرفته شده و مسایل تغذیه‌ای که بر فعالیت آنزیم پاراکسوناز-۱ و سطوح آنتی‌اکسیدانی اثرگذار هستند می‌باشد. در این ارتباط Tas و همکاران بازگو کردند که کاهش پاراکسوناز-۱ احتمالاً به خاطر استرس اکسیداتیو ناشی از نوع تمرین و عامل سن باشد، آن‌ها بیان کردند که نوع، مدت و شدت برنامه‌های تمرینی، ویژگی افراد، مدت زمان اندازه‌گیری پیش و پس از برنامه، روش‌های متفاوت و انجام پژوهش در محیط‌های مختلف، می‌تواند بر سطوح آنتی‌اکسیدان افراد مؤثر باشد.^{۱۲} همچنین درباره عامل سن بیان نمودند که این احتمال وجود دارد که نوع پاسخ و سازگاری در گروه‌های سنی به شرایط فیزیولوژیکی که در آن قرارگرفته‌اند، متفاوت باشد. سن عامل تعیین کننده فعالیت پاراکسوناز-۱ است. نتایج مطالعات انسانی نشان داده فعالیت پاراکسوناز-۱ سرم در هنگام تولد بسیار پایین است و در طول زمان افزایش می‌یابد. در زمان بزرگسالی، کمابیش در طول زمان فعالیت پاراکسوناز-۱ ثابت است.^{۳۶} در افراد میانسال با گسترش شرایط فشار اکسایشی ممکن است فعالیت پاراکسوناز-۱ کاهش یابد.^{۱۱} همچنین نوع فعالیت ورزشی به کار رفته نیز اثرات متفاوتی را بر سیستم‌های ترشحی و متابولیسمی می‌گذارد.^{۱۲} همچنین در زمینه اثر تغذیه و رژیم غذایی برخی مطالعات نشان داده‌اند که رژیم غذایی پرچرب در درازمدت می‌تواند منجر به چاقی و سندرم متابولیک شده و در نهایت منجر به کاهش سطح آنزیم پاراکسوناز-۱ گردد.^{۳۷، ۳۸}

از طرفی Tomás و همکاران در مطالعه روی افراد حامل آلل QQ، که افزایش سطح آنزیم پاراکسوناز-۱ را به دنبال ۱۶ هفته تمرین هوازی گزارش نمودند،^{۱۲} پلی‌مورفیسم‌های مختلف آنزیم پاراکسوناز-۱ را مسئول تغییر فعالیت و غلظت آن و همچنین تغییرات پلاسمایی لیپوپروتئین پرچگال در جمعیت‌های مختلف عنوان نمودند. آن‌ها بیان داشتند که پلی‌مورفیسم Q192R بر فعالیت آنزیم پاراکسوناز-۱ تاثیر گذاشته و مسئول ویژگی هیدرولیز آنزیم برای سوسترا

مقادیر آن‌ها در آزمودنی‌ها برمی‌گردد عامل بعدی شدت و حجم تمرین می‌تواند باشد.

در این پژوهش میزان بیشینه اکسیژن مصرفی افزایش معنادار یافت. این افزایش افزون بر تایید مداخله برنامه‌ی تمرین هوازی تناوبی، چه بسا نتیجه سازگاری‌های متابولیسم هوازی است. در این میان افزایش ظرفیت اکسیداتیو عضلات، افزایش در کل هموگلوبین، افزایش سوخت و ساز چربی و کاهش گلیکولیز، افزایش حجم پایان دیاستولی، کاهش حجم پایان سیستولی و در پی آن افزایش حجم ضربه‌ای از عوامل احتمالی افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی می‌باشند.^{۳۱،۳۲}

نتایج این مطالعه نشان داد، انجام تمرین طناب‌زنی به مدت هشت هفته باعث ایجاد تغییرات مثبت در متغیرهای آنزیم پاراکسوناز-۱، شاخص مقاومت انسولینی، بیشینه اکسیژن مصرفی و برخی شاخص‌های لیپیدی و تن‌سنجی در دختران جوان دارای اضافه وزن و چاق گردید. از این رو به نظر می‌رسد این نوع تمرین (به‌عنوان یک فعالیت هوازی تناوبی) را می‌توان برای کنترل وزن و پیشگیری از بیماری‌های ناشی از اضافه وزن و چاقی و حفظ تندرستی جامعه به‌ویژه افراد دارای اضافه وزن و چاق توصیه نمود.

سپاسگزاری: این مقاله حاصل بخشی از پایان‌نامه تحت عنوان "تأثیر هشت هفته تمرین طناب‌زنی به‌همراه مکمل گیاه خرفه بر سطوح آنزیم پاراکسوناز-۱، شاخص مقاومت انسولینی و نیم‌رخ لیپیدی در دختران اضافه وزن و چاق" در مقطع کارشناسی ارشد رشته فیزیولوژی فعالیت بدنی و تندرستی می‌باشد که در سال ۱۳۹۵ در گروه علوم ورزشی با حمایت مالی دانشگاه شهید مدنی آذربایجان انجام شده است.

اسیدهای چرب آزاد، افزایش رهایی گلوکز از خون به عضله به علت افزایش مویرگ‌های آن و تغییرات در ترکیب عضله به منظور افزایش برداشت گلوکز اشاره کرد.

از یافته‌های دیگر این مطالعه کاهش معنادار تری‌گلسیرید و عدم کاهش معنادار کلسترول تام، لیپوپروتئین پرچگال و لیپوپروتئین کم چگال در مقایسه با گروه شاهد بود. کاهش معنادار تری‌گلسیرید، شاید ناشی از بهبود سازوکار برداشت و مصرف آن‌ها در بافت عضله در اثر تمرین باشد.^{۱۷} بررسی‌ها نشان می‌دهد که یکی از عوامل اثرگذار در تغییرات لیپیدها، سطوح اولیه آن‌ها پیش از تمرین می‌باشد. هر چقدر سطوح اولیه بالا باشد میزان تغییرات بیشتر خواهد بود. عامل مهم دیگر به حجم و شدت تمرین مربوط می‌شود. هرچه شدت و حجم تمرین زیاد باشد، اثر آن روی پروفایل‌های چربی به‌ویژه در مورد لیپوپروتئین پرچگال، لیپوپروتئین کم چگال خون بیشتر خواهد بود. برای نمونه در پژوهشی که Shearman و همکاران با استفاده از یک پروتکل تمرینی کم شدت (۵۰ تا ۶۰٪ ضربان قلب بیشینه) روی مردان بزرگسال انجام دادند، نشان دادند که بعد از شش هفته تغییرات لیپوپروتئین پرچگال و لیپوپروتئین کم چگال ناچیز بوده ولی با ادامه تمرین پس از چهارده هفته تغییرات هر دو فاکتور معنادار بوده است.^{۳۱} همچنین در بررسی William و همکاران بر روی افراد بزرگسال با شدت‌های تمرینی متفاوت، نشان دادند که بیشترین تأثیر بر غلظت فاکتورهای یاد شده را تمرین با شدت زیاد و حجم بالا داشته است. تمرین با شدت کم یا متوسط و حجم کم، بیشتر روی اندازه (سایز) لیپوپروتئین‌ها اثر داشته است.^{۳۲} از این رو به نظر می‌رسد عامل اصلی در عدم تغییر معنادار کلسترول، لیپوپروتئین پرچگال و لیپوپروتئین کم چگال در این مطالعه در درجه اول به نرمال بودن

References

- Greenberg AS, Obin MS. Obesity and the role of adipose tissue in inflammation and metabolism. *Am J Clin Nutr* 2006;83(2):461S-465S.
- Mathieu P, Poirier P, Pibarot P, Lemieux I, Després JP. Visceral obesity: the link among inflammation, hypertension, and cardiovascular disease. *Hypertension* 2009;53(4):577-84.
- Wilund KR. Is the anti-inflammatory effect of regular exercise responsible for reduced cardiovascular disease? *Clin Sci (Lond)* 2007;112(11):543-55.
- Ghorbanian B, Saberi Y. The effects of eight weeks of progressive resistance training on cotaxin serum levels in overweight and obese men. *Armaghane Danesh* 2016;21(4):321-34.
- Aviram M, Vaya J. Paraonase 1 activities, regulation, and interactions with atherosclerotic lesion. *Curr Opin Lipidol* 2013;24(4):339-44.
- El-Lebedy D, Kafoury M, Abd-El Halcem D, Ibrahim A, Awadallah E, Ashmawy I. Paraonase-1 gene Q192R and L55M polymorphisms and risk of cardiovascular disease in Egyptian patients with type 2 diabetes mellitus. *J Diabetes Metab Disord* 2014;13:124.
- Farid AS, Horii Y. Modulation of paraonases during infectious diseases and its potential impact on atherosclerosis. *Lipids Health Dis* 2013;23(11):92.

8. Konecsos P, Seres I, Harangi M, Páll D, Józsa L, Bajnok L, et al. Favorable effect of short-term lifestyle intervention on human paraoxonase-1 activity and adipokine levels in childhood obesity. *J Am Coll Nutr* 2011;30(5):333-9.
9. Sang H, Yao S, Zhang L, Li X, Yang N, Zhao J, et al. Walk-run training improves the anti-inflammation properties of high-density lipoprotein in patients with metabolic syndrome. *J Clin Endocrinol Metab* 2015;100(3):870-9.
10. Roberts CK, Ng C, Hama S, Eliseo AJ, Barnard RJ. Effect of a short-term diet and exercise intervention on inflammatory/anti-inflammatory properties of HDL in overweight/obese men with cardiovascular risk factors. *J Appl Physiol (1985)* 2006;101(6):1727-32.
11. Aicher BO, Haser EK, Freeman LA, Carnie AV, Stonik JA, Wang X, et al. Diet-induced weight loss in overweight or obese women and changes in high-density lipoprotein levels and function. *Obesity (Silver Spring)* 2012;20(10):2057-62.
12. Tas M, Zorga E, Yaman M. Comparison of the effects of different training methods on arylesterase activity and paraoxonase activity levels in hot environment. *Online J Recreation Sport* 2012;1(1).
13. Iborra RT, Ribeiro IC, Neves MQ, Charf AM, Lottenberg SA, Negrão CE, et al. Aerobic exercise training improves the role of high-density lipoprotein antioxidant and reduces plasma lipid peroxidation in type 2 diabetes mellitus. *Scand J Med Sci Sports* 2008;18(6):742-50.
14. Yokoyama H, Oishi M, Kawai K, Sone H; Japan Diabetes Clinical Data Management Study Group. Reduced GFR and microalbuminuria are independently associated with prevalent cardiovascular disease in Type 2 diabetes: JDDM study 16. *Diabet Med* 2008;25(12):1426-32.
15. Silva DA, Petroski EL, Pelegrini A. Effects of aerobic exercise on the body composition and lipid profile of overweight adolescents. *Rev Bras Ciênc Esporte* 2014;36(2):295-309.
16. Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39(8):1423-34.
17. Ghorbanian B, Nourazarian M, Saberi Y. The effect of one period of progressive resistance training on plasma levels of omentin-1, insulin resistance, non-high density lipoprotein and some cardiovascular risk factors in men. *Qom Univ Med Sci J* 2017;11(2):94-103.
18. Andrade CH, Cianci RG, Malaguti C, Corso SD. The use of step tests for the assessment of exercise capacity in healthy subjects and in patients with chronic lung disease. *J Bras Pneumol* 2012;38(1):116-24.
19. Amouzad Mahdijreji T, Berarei AR, Farzanegi P, Ahmadi M. Effect of four weeks of endurance training on serum level of paraoxonase-1 and Lipid profile in non-athlete obese men. *J Gorgan Univ Med Sci* 2014;16(3):9-15.
20. Casella-Filho A, Chagas AC, Maranhão RC, Trombetta IC, Cesena FH, Silva VM, et al. Effect of exercise training on plasma levels and functional properties of high-density lipoprotein cholesterol in the metabolic syndrome. *Am J Cardiol* 2011;107(8):1168-72.
21. Tomás M, Elosua R, Sentí M, Molina L, Vila J, Anglada R, et al. Paraoxonase1-192 polymorphism modulates the effects of regular and acute exercise on paraoxonase1 activity. *J Lipid Res* 2002;43(5):713-20.
22. Otocka-Kmiecik A, Lewandowski M, Stolarek R, Szkudlarek U, Nowak D, Orłowska-Majdak M. Effect of single bout of maximal exercise on plasma antioxidant status and paraoxonase activity in young sportsmen. *Redox Rep* 2010;15(6):275-81.
23. Goldhammer E, Ben-Sira D, Zaid G, Biniamini Y, Maor I, Lanir A, et al. Paraoxonase activity following exercise-based cardiac rehabilitation program. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2007;27(3):151-4.
24. Richter B, Niessner A, Penka M, Grdić M, Steiner S, Strasser B, et al. Endurance training reduces circulating asymmetric dimethylarginine and myeloperoxidase levels in persons at risk of coronary events. *Thromb Haemost* 2005;94(6):1306-11.
25. Kulka M. A review of paraoxonase 1 properties and diagnostic applications. *Pol J Vet Sci* 2016;19(1):225-32.
26. Cakmak A, Zeyrek D, Atas A, Erel O. Paraoxonase activity in athletic adolescents. *Pediatr Exerc Sci* 2010;22(1):93-104.
27. AbouAssi H, Slentz CA, Mikus CR, Tanner CJ, Bateman LA, Willis LH, et al. The effects of aerobic, resistance, and combination training on insulin sensitivity and secretion in overweight adults from STRRIDE AT/RT: a randomized trial. *J Appl Physiol (1985)* 2015;118(12):1474-82.
28. Alipour Y, Abbassi Dalouii A, Barari A, Abdi A. Effects of resistance training on serum levels of under carboxylated osteocalcin, adiponectin and insulin sensitivity in obese women. *Tehran Univ Med J* 2015;73(9):668-73.
29. Hamedinia, MR, Haghighi AH. Effects of resistance training on insulin resistance and adiponectin levels in moderately obese men. *J Sci Mov Iran* 2005;1(6):71-81. [Persian]
30. Malin SK, Gerber R, Chipkin SR, Braun B. Independent and combined effects of exercise training and metformin on insulin sensitivity in individuals with prediabetes. *Diabetes Care* 2012;35(1):131-6.
31. Shearman J, Micklewright D, Hardcastle J, Hamlin M. The Effect of physical activity on serum lipids, lipoprotein, and apolipoproteins. *Arch Exerc Health Dis* 2010;1(2):43-9.
32. Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39(8):1423-34.

The effects of rope training on Paraoxonase-1 enzyme, insulin resistance and lipid profiles in inactive girls

Bahloul Ghorbanian Ph.D.*
Fariba Shokrollahi M.Sc.

Department of Sport Sciences,
Faculty of Education and
Psychology, Azarbaijan Shahid
Madani University, Tabriz, Iran.

*Corresponding author: Department of Sport Sciences, Faculty of Education and Psychology, Azarbaijan Shahid Madani University, Kilometer 35 Road Tabriz, Azarshahr, Tabriz, Iran.
Tel: +98- 41- 34327534
E-mail: b.ghorbanian@azaruniv.ac.ir

Abstract

Received: 10 May 2017 Revised: 17 Jul. 2017 Accepted: 21 Jul. 2017 Available online: 22 Jul. 2017

Background: Paraoxonase-1 (PON1) is one of the most important enzymes for removal of the free radicals, and the main protective factor for lipoproteins against oxidative agents. The purpose of this study was to investigate the effects of eight weeks' rope training on paraoxonase-1 enzyme, insulin resistance and lipid profiles in inactive overweight and obese girls.

Methods: This quasi-experimental study was conducted in Iranian Azarbaijan Shahid Madani University of Tabriz, from November 2016 to January 2017. In this study, 20 healthy overweight and obese in-active girls (20-25 Yr) volunteered and randomly assigned into exercise (n=10) and control (n=10) groups. Exercise protocol was rope training was 8 week for 4 day per week in 45 minute per day. Some anthropometric indexes of subjects were measured before and after exercise. A fasting blood sample was collected as pre-test and post-test, followed by 48 hours of physical inactivity to measure serum levels of PON1 enzyme, Insulin, lipid profiles and other blood variables. Analysis of the data was performed by paired and independent samples t-tests by using the SPSS software, version 20 (IBM, Armonk, NY, USA). The criterion of statistical significance was set as $P < 0.05$.

Results: The paired samples t-test results showed that after exercise intervention, in exercise group, the values of all variables (except low-density lipoprotein) were significantly changed. Also, to compare with control group, the values of PON1 enzyme ($P=0.024$) and maximum oxygen consumption ($P=0.006$) significantly increased and insulin resistance index ($P=0.028$), triglyceride ($P=0.046$) and body fat percent ($P=0.001$) were significantly decreased ($P < 0.05$).

Conclusion: The results of this study showed that performing rope training for 8 weeks induced positive changes in paraoxonase-1 enzyme, insulin resistance index, maximum oxygen consumption and some lipid and anthropometric indices in overweight and obese young girls. Therefore, according to these results, rope training, as an aerobic activity it can be useful for all people especially in overweight and obese to control blood fats, body composition and prevent diseases due to obesity such as cardiovascular disease.

Keywords: exercise, insulin resistance, lipids, obesity, overweight, paraoxonase-1, women.