Comparison between the effects of eight weeks of aerobic and resistance training on paraoxonase-1, arylesterase activity and lipid profile in obese girls

Ahmadi M., PhD[1], Abbassi Daloii A., PhD[2], Behbudi L., PhD[3]
1. Assistant Professor, Physical Education and Sports Science, Islamic Azad University Yadegar - e- Imam Khomeini (RAH) Shahre-rey Branch, Tehran, Iran (Corresponding Author), Tel:+98-21-44663981, mahmadi1376@gmail.com
2. Assistant Professor, Exercise Physiology Department, Islamic Azad University Ayatollah Amoli Branch, Amol, Iran.
3. Assistant Professor, Exercise Physiology Department, Islamic Azad University Islamshahr Branch, Islamshahr, Iran.

ABSTRACT

Background and Aim: The aim of this study was to make a comparison between the effects of eight weeks aerobic and resistance training on paraoxonase-1, arylesterase activity and lipid profile in obese girls.

Material and method: 30 obese women with mean values for age 30±5years, height 1.60±2m and weight 85.23±6.7kg, and body mass index of 31-33kg/m^2 were divided randomly into three aerobic exercise (n=10), resistance training (n=10) and control (n=10) groups. Experimental groups performed aerobic exercise on treadmill between 60 to 75% of heart rate reserve and resistance training between 55 to 75% 1RM for 8 weeks. Blood samples were taken from the subjects 48 hours before and 48 hours after training and also after 12 hours of fasting. Data were analyzed by use of ANOVA and Tukey post hoc test. P≤0.05was considered significant.

Results: The results showed that aerobic exercise had a significant effect on serum concentrations of paraoxonase-1 (P=0.001) and arylesterase (P=0.006) in obese girls. However, there was no significant difference between the effects of eight weeks of aerobic and resistance training on the plasma levels of cholesterol, triglycerides and LDL in obese girls (P≤0.05). Also, the results showed that plasma HDL levels significantly increased after eight weeks of aerobic training in obese girls (P=0.007). The effects of eight weeks of aerobic and resistance training on plasma VLDL level, were significantly different from those of the control group (P=0.001).

Conclusion: According to the results of this study, it seems that aerobic exercise can increase paraoxonase-1 and arylesterase plasma levels and also modify lipid profile which can result in reduced risk of cardiovascular diseases in obese people.

Key words: Obesity, Aerobic training, Resistance Training, Paraoxonase-1, Arylesterase.

Received: Jan 29, 2016 **Accepted:** Jun 6, 2016

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-12]

مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی کردستان / دوره بیست و یکم / مهر و آبان ۱۳۹۵/۹۳-۸۳

مقایسه تاثیر هشت هفته تمرین هوازی و مقاومتی بر فعالیت آنزیم پاراکسوناز-۱، آریل استراز و نیمرخ لیپیدی در دختران چاق

مژگان احمدی[۱]، **آسیه عباسی دلویی**[۲]، **لاله بهبودی**[۳]

۱. استادیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد یادگار امام خمینی (ره) شهر ری، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران (مولف مسئول)، تلفن ثابت: ۲۱-۴۴۶۶۳۹۸۱.
mahmadi1376@gmail.com

۲. استادیار فیزیولوژی ورزشی، واحد آیت الله آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران

۳. استادیار فیزیولوژی ورزشی، واحد اسلام شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اسلام شهر، ایران

چکیده

هدف: هدف از این تحقیق بررسی مقایسه تاثیر هشت هفته تمرین هوازی و مقاومتی بر فعالیت آنزیم پاراکسوناز-۱، آریل استراز و نیمرخ لیپیدی در دختران چاق بود.

روش‌بررسی: بدین منظور، ۳۰ زن چاق (سن ۵± ۳۰ سال، قد ۲± ۱/۶۰ متر، وزن ۶/۷±۸۵/۲۳ کیلوگرم و شاخص توده بدنی۳۳-۳۱کیلوگرم/ مجذور متر) انتخاب و به طور تصادفی به سه گروه تمرین هوازی(۱۰ نفر)، تمرین مقاومتی(۱۰ نفر) و کنترل(۱۰ نفر) تقسیم شدند. گروه‌های تجربی، تمرین هوازی روی تردمیل با شدت ۶۰ تا ۷۵٪ ضربان قلب ذخیره و تمرین مقاومتی با شدت ۵۵ تا ۷۵٪ 1RM را به مدت هشت هفته انجام دادند. نمونه‌های خون آزمودنی‌ها ۴۸ ساعت قبل و بعد از پروتکل تمرینی و ۱۲ ساعت بعد از ناشتایی جمع‌آوری شد. داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یکطرفه و آزمون تعقیبی توکی در سطح $P\leq ۰/۰۵$ تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد تمرین هوازی بر غلظت آنزیم پاراکسوناز-۱ (P=۰/۰۰۱) و آریل استراز (P=۰/۰۰۶) در دختران چاق اثر معناداری داشت. با این وجود، بین اثر هشت هفته فعالیت هوازی و مقاومتی بر کلسترول، تری‌گلیسرید، LDL پلاسما، در دختران چاق تفاوت معناداری وجود نداشت(P>۰/۰۵). همچنین، نتایج نشان داد پس از هشت هفته فعالیت هوازی سطوح HDL پلاسما در دختران چاق به طور معناداری افزایش یافت(P=۰/۰۰۷). بین اثر هشت هفته فعالیت هوازی و مقاومتی بر VLDL پلاسما با گروه کنترل نیز تفاوت معناداری وجود داشت(P=۰/۰۰۱).

نتیجه‌گیری: با توجه نتایج تحقیق حاضر به نظر می‌رسد تمرین هوازی می‌تواند با افزایش سطوح آنزیم پاراکسوناز-۱ و آریل استراز و همچنین اصلاح نیمرخ لیپیدی، خطر بیماری قلبی-عروقی در افراد دارای چاقی را کاهش دهد.

واژه‌های کلیدی: چاقی، تمرین هوازی، تمرین مقاومتی، پاراکسوناز-۱، آریل استراز

وصول مقاله: ۹۴/۱۱/۱۰ اصلاحیه نهایی: ۹۵/۳/۸ پذیرش: ۹۵/۳/۱۷

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-12]

مقدمه

امروزه نقش فعالیت بدنی در زمینه تغییر سبک زندگی مورد توجه محققان علوم مختلف به خصوص متخصصان فیزیولوژی ورزشی قرار گرفته و این افراد درصددند موثرترین شیوه های فعالیت ورزشی را در راستای کارآمدی ورزش به عنوان بخش مهمی از سبک زندگی سالم و بهداشتی در درمان و پیشگیری بسیاری از بیماری‌های مرتبط با بی تحرکی از جمله بیماریهای قلبی و عروقی توسعه دهند. در راستای این تحقیقات یکی از موضوعات مورد توجه محققین، ارتباط بین چاقی و فاکتورهای مربوط به آن و اثر فعالیت ورزشی بر آنهاست (۱).

یکی از شایع‌ترین اختلالات لیپیدی در افراد چاق، بالا بودن سطح تری گلیسرید و کاهش HDL-C است. بالا بودن سطح HDL-C یکی از قوی‌ترین عوامل جلوگیری کننده بیماری‌های قلبی - عروقی محسوب می‌شود. HDL-C می تواند LDL-C را در مقابل آسیب اکسیداتیو محافظت کرده و از ایجاد LDL-C اکسید شده جلوگیری کند (۲). یکی از عوامل مطرح شده در تعدیل اکسیداسیون لیپیدها، آنزیم پاراکسوناز-۱ است.

نقش و اهمیت آنزیم PON در پاتوژنز بیماری‌های مختلف از جمله چاقی و سندرم متابولیک در مطالعات مختلف تأیید شده است (۵-۳). پاراکسوناز سرمی انسان (PON)[1] آنزیمی است که توسط کبد سنتز می‌شود و وارد جریان خون شده و بوسیله HDL منتقل می شود که دارای خاصیت آنتی اکسیدانی و قدرت محافظت در برابر عواملی همچون اکسیداسیون لیپیدها و لیپوپروتئین‌های کم چگال است. همچنین این آنزیم قادر به متابولیزه کردن پراکسیداسیون چربی‌هاست و ممکن است پاسخ‌های عفونی در سلول‌های دیواره شریانی را تعدیل کند (۶). تحقیقات نشان داده اند که در حیوانات چاق و دارای سندرم متابولیک، فعالیت PON سرمی کاهش می یابد (۷)، در این رابطه تحقیقات نشان داده اند که سطوح PON سرمی در انسان های چاق کاهش می یابد و سطوح آن با افزایش هیدروپروکسید لیپید در HDLs و LDLs مرتبط می باشد (۸).

مطالعات نشان داده اند که فعالیت آنزیم تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند سن، جنس (۱۰و۹و۷) و همچنین فعالیت ورزشی (۱۵-۱۱) قرار می گیرد.

در همین راستا، نلکیکن و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند یک دوره برنامه تمرین هوازی منظم فعالیت PON در زنان میانسال را بهبود می بخشد (۱۱). همچنین اتلی (۲۰۱۳) مشاهده کرد که سطوح پاراکسوناز و آریل استراز پس از دوره سه روزه فوتبال در بازیکنان فوتبال به طور معنی داری نسبت آزمودنی های غیر فعال بالاتر بود (۱۲). تاس و همکاران (۲۰۱۲) نیز در پژوهشی نشان دادند سطوح PON پس از ۸ هفته دوی اینتروال کاهش غیر معناداری داشت اما کاهش آریل استراز معنادار بود. در گروه دوی تداومی پس از تمرین تفاوت معناداری در سطوح PON وجود داشت هرچند که تفاوت سطح آریل استراز معنادار نبود (۱۳). از طرفی ارسلان و همکاران (۲۰۰۲) افزایش سطوح پاراکسوناز بعد از یک دوره فعالیت منظم را گزارش کردند (۱۴). با این وجود، بریتیس و همکاران (۲۰۰۰) در تحقیقی اثر ۲ هفته تمرین با ۲۴ ساعت در هر هفته را بر آریل استراز دو گروه از مردان ورزشکار و بی تحرک مقایسه کردند و گزارش دادند که بعد از دو هفته تمرین تغییری در آریل استراز دو گروه وجود ندارد (۱۵). اگرچه مطالعاتی در خصوص اثر تمرین بر شاخص های هموستازی و لیپوپروتئین های سرمی آزمودنی های دارای اضافه وزن و چاق انجام شده (۲۲-۱۶)؛ اما اطلاعات اندک و متناقضی در مورد اثر نوع و میزان فعالیت های بدنی بر فعالیت پاراکسوناز-۱ و تعامل بین فعالیت این آنزیم با فعالیت بدنی وجود دارد. به طوری که در برخی مطالعات تغییری در غلظت سرمی پاراکسوناز-۱ متعاقب تمرین استقامتی در

[1] - Paraoxonase (PON)

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-12]

افراد چاق گزارش نشده است (۲۲-۱۶). در حالی که در برخی دیگر از تحقیقات افزایش غلظت آن متعاقب تمرین در افراد مبتلا به سندرم متابولیک گزارش شده است (۲۲-۱۶). لذا، به دلیل وجود نتایج متناقض در مورد ارتباط بین فعالیت PON و آریل استراز با سطوح لیپیدی، و انواع فعالیت بدنی، این مطالعه به منظور بررسی مقایسه تاثیر هشت هفته تمرین هوازی و مقاومتی بر فعالیت آنزیم پاراکسوناز-۱، آریل استراز و نیمرخ لیپیدی در دختران چاق انجام شد.

روش بررسی

با توجه به طرح تحقیق که در آن گروه های مختلف آزمودنی های انسانی (گروه تمرین و گروه کنترل) در دو مرحله (پیش از انجام تمرین و پس از انجام ۸ هفته تمرین) به لحاظ برخی متغیرها بررسی شدند، و در اجرای آن امکان کنترل تمامی عوامل اثرگذار بر متغیرهای اندازه‌گیری شده نیز وجود ندارد، روش انجام تحقیق حاضر نیمه تجربی و از نوع کاربردی است. جامعه تحقیق حاضر را زنان چاق مراجعه کننده به باشگاه های ورزشی شهرستان آمل در سال ۱۳۹۴ تشکیل دادند. دامنه سنی آزمودنی های این تحقیق (۳۴-۲۷) سال است. این افراد از مراجعه کنندگان داوطلب به باشگاه های شهرستان آمل انتخاب شدند. همگی آنان زنان چاق غیر فعال بودند. برای انتخاب نمونه ی آماری، پرسشنامه بین مراجعه کنندگان به باشگاه های شهرستان آمل توزیع شد و از آنان درخواست شد که در صورت تمایل داوطلبانه در این تحقیق شرکت کنند. در این دعوت نامه توضیحات لازم در رابطه با شیوه ی اجرای تحقیق و برنامه ی تمرینی هم ارائه شد، بر این اساس، از کسانی که اعلام آمادگی کردند دعوت شد تا در جلسه توجیهی شرکت کنند و در پایان ۳۰ آزمودنی که واجد شرایط این تحقیق بودند به طور تصادفی ساده به سه گروه تمرین هوازی (۱۰ نفر)، تمرین مقاومتی (۱۰ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند.

اجرای برنامه تمرین هوازی و مقاومتی

برای اجرای برنامه تمرین هوازی پس از اندازه‌گیری ویژگی‌های آنتروپومتری، طی دو هفته‌ی اول تمرینات، شرکت کنندگان به تدریج با تمرین اصلی آشنا شدند. در این مرحله آزمودنی‌های گروه تجربی تا پایان هفته هشتم در یک برنامه تمرین هوازی دویدن روی تردمیل با شدت ۵۵ تا ۶۵٪ ضربان قلب ذخیره و شیب صفر درجه سانتی گراد، سه جلسه در هفته و حداقل ۳۵ دقیقه در هر جلسه شرکت نمودند. همچنین هر جلسه ۱۰ دقیقه راه رفتن و حرکات کششی برای گرم کردن، و ۵ دقیقه راه رفتن و حرکات کششی برای سرد کردن در نظر گرفته شد.

یک هفته قبل از شروع برنامه‌ی تمرینات مقاومتی، آزمودنی‌ها به سالن تمرین دعوت شدند و برنامه تمرینات، نام ایستگاه‌ها و نحوه‌ی کار با دستگاه‌های بدن‌سازی به آنها آموزش داده شد. از آزمودنی‌ها خواسته شد شد تا یک ست ۱۵ تکراری را در هر یک از ایستگاه‌ها با دستگاه‌های مربوطه انجام دهند. بعد از ۴۸ ساعت آزمودنی - ها به سالن بدنسازی آمده تا آزمون یک تکرار بیشینه با توجه به فرمول برزسکی، با تعداد تکرار کمتر از ۱۰ برای هر ایستگاه را انجام دهند.

فرمول برزسکی = وزن به کیلوگرم / [۱/۰۲۷۸ – (۰/۲۷۸ × تکرار)]

۷۲ ساعت بعد از تعیین یک تکرار بیشینه، دو جلسه تمرین در نظر گرفته شد تا آزمودنی‌ها آمادگی اولیه را بدست آورند و با زمان بندی تمرین بین ایستگاه‌ها و نوبت‌ها آشنا شوند. بعد از انجام این تمرینات آماده‌سازی، برنامه ی تمرینی به مدت هشت هفته آغاز شد.

تمرینات گروه قدرتی شامل ۸ هفته و هر هفته سه جلسه بود. برنامه تمرین شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن (دویدن آرام، نرمشی وکششی) و سپس انجام شش حرکت ایستگاهی بود. ایستگاه‌ها به ترتیب شامل حرکات پرس پا، پرس سینه، پشت بازو، جلو بازو، حرکت شکم، کشش جانبی، سرکول و نیم اسکات است. ایستگاه‌ها طوری تنظیم شدند که گروه

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-12]

عضلات بزرگ بدن را تقویت کنند و دو ایستگاه پشت سر هم عضلات مشابهی را تقویت نکنند. برنامه تمرین در هر جلسه شامل چهار نوبت، نوبت اول با شدت ۵۵٪یک تکرار بیشینه و نوبت‌های بعدی با شدت‌های ۶۰، ۶۵، ۷۰ و ۷۵٪ یک تکرار بیشینه انجام شد. هر نوبت به‌ترتیب ۱۰، ۱۱و۱۲ تکرار بود. زمان استراحت بین نوبت‌ها ۶۰ ثانیه و پس از پایان تمرینات هر ایستگاه به مدت دو دقیقه استراحت تعیین گردید. اصل اضافه بار به گونه‌ای اعمال شد که بعد از هر چهار هفته تمرین، یک آزمون یک تکرار بیشینه برای هر فرد در هر ایستگاه انجام گردید.

اکسیژن مصرفی بیشینه و ضربان قلب بیشینه:

اکسیژن مصرفی آزمودنی ها با استفاده از آزمون نوارگردان بروس به شرح زیر برآورد شد:

پروتکل ده مرحله ای نوارگردان بروس با سرعت ۲/۷۴ کیلومتر بر ساعت و شیب ۱۰٪ آغاز می شود و درصد شیب (۲۸٪) و سرعت (۱۲/۰۷) نوارگردان افزایش می یابد. آزمون تا زمانی ادامه می یابد که آزمودنی خسته شده و قادر به ادامه آزمون نباشد. زمان آزمون به دقیقه و تا دو رقم اعشار از لحظه ی شروع تا زمانی که فرد قادر به ادامه فعالیت نباشد اندازه گیری و محاسبه می گردد و به صورت کسری از دقیقه در معادلات برآوردی جهت برآورد توان هوازی مورد استفاده قرار می گیرد. سپس با استفاده از فرمول زیر، حداکثر اکسیژن مصرفی برحسب میلی لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه برآورد شد:

VO_{2max} زنان = (۴/۳۸ × زمان اجرای آزمون) – ۳/۹

برای ارزیابی متغیرهای بیوشیمیایی عمل خون گیری پس از ۱۲ تا ۱۴ ساعت ناشتایی و در دو مرحله قبل و بعد از ۸ هفته (۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین) از سیاهرگ آنتی کوبیتال دست چپ آزمودنی‌ها در حالت استراحتی و در وضعیت نشسته (۱۰ میلی لیتر خون) گرفته شد.

ارزیابی سطح فعالیت آنزیم پاراکسوناز-۱ (PON-1)

فعالیت آنزیم آنتی اکسیدانتی PON_{-1} با افزودن 50 µl (0.05 ml) از سرم یا پلاسمای خون افراد تحت مطالعه به 2 ml از بافر تریس–اسید کلریدریک ۱۰۰ میلی مولار (2 ml. Tris-HCl 100 mmol/L, pH=8) که حاوی کلرید کلسیم ۲ میلی مولار ($CaCl_2$ 2 mmol/L) و سوبسترای پاراکسون ۵/۵ میلی مولار (Paraoxon 5.5mmol/L) اجرا و ارزیابی می شود. سپس سرعت تولید محصول پارانیتروفنول (که یک محصول زرد رنگ است) در طول موج 405nm و در دمای 25 °C در مقابل بلانک به کمک اتوآنالایزر یا اسپکتروفتومتریک می تواند بیانگر سطح فعالیت آنزیم PON_{-1} باشد. محلول بلانک با افزودن 50 µl (0.05 ml) از آب مقطر دو بار تقطیر به 2 ml از بافر تریس- اسید کلریدریک ۱۰۰ میلی مولار (2 ml. Tris-HCl 100 mmol/L, pH=8) که حاوی کلرید کلسیم ۲ میلی مولار ($CaCl_2$ 2 mmol/L) و سوبسترای پاراکسون ۵/۵ میلی مولار (Paraoxon 5.5 mmol/L) بدست می آید. سپس تغییرات جذب در دقیقه ($\Delta OD/min$) را محاسبه نموده که در ارتباط با ضریب جذب مولی پاراکسون جهت تعیین فعالیت آنزیم آنتی اکسیدانتی PON_{-1} استفاده می شود. فعالیت آنزیم PON_{-1} در سرم یا پلاسمای خون افراد تحت مطالعه بر مبنای واحد Iu/L گزارش می شود.

ارزیابی سطح فعالیت آنزیم آریل استراز (ARE)

فعالیت آنزیم ARE با افزودن 50 µl (0.05 ml) از پلاسمای خون افراد تحت مطالعه به ۲ میلی لیتر از بافر تریس- اسید کلریدریک ۲۰ میلی مولار (2 ml. Tris-HCl 20 mmol/L, pH=8) که حاوی کلرید کلسیم ۱ میلی مولار ($CaCl_2$ 1 mmol/L) و سوبسترای فنیل استات یک میلی مولار (Phenyl acetat 1 mmol/L) است اجرا و ارزیابی می‌شود. سپس سرعت تولید محصول نیتروفنوکسید (یک محصول زرد رنگ) در طول موج

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-12]

405nm و در دمای 25 °C در مقابل بلانک به کمک اتوآنالایزر یا اسپکتروفتومتریک می‌تواند بیانگر سطح فعالیت آنزیم ARE باشد. تهیه محلول بلانک نیز مثل روش فوق بوده و به جای سرم از آب مقطر استفاده می‌شود. سپس تغییرات جذب در دقیقه (ΔOD/min) را محاسبه نموده که در ارتباط با ضریب جذب مولی فنیل استات، می‌تواند جهت تعیین فعالیت آنزیم آنتی اکسیدانی آنزیم ARE استفاده شود. فعالیت آنزیم ARE در سرم یا پلاسمای خون افراد تحت مطالعه بر مبنای واحد Iu/L گزارش می‌شود.

برای بررسی همگنی واریانس‌ها در پیش آزمون، از آزمون لوین استفاده شد. برای اطمینان از طبیعی بودن توزیع متغیرها، از آزمون کلموگرف-اسمیرنف استفاده شد. بعد از اینکه طبیعی بودن توزیع داده ها مشخص گردید، برای مقایسه متغیرهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی روش آماری آنالیز واریانس یکطرفه و در صورت مشاهده معناداری از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. تمامی محاسبات با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۲۲ انجام شد و سطح معناداری آزمون‌ها P<۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

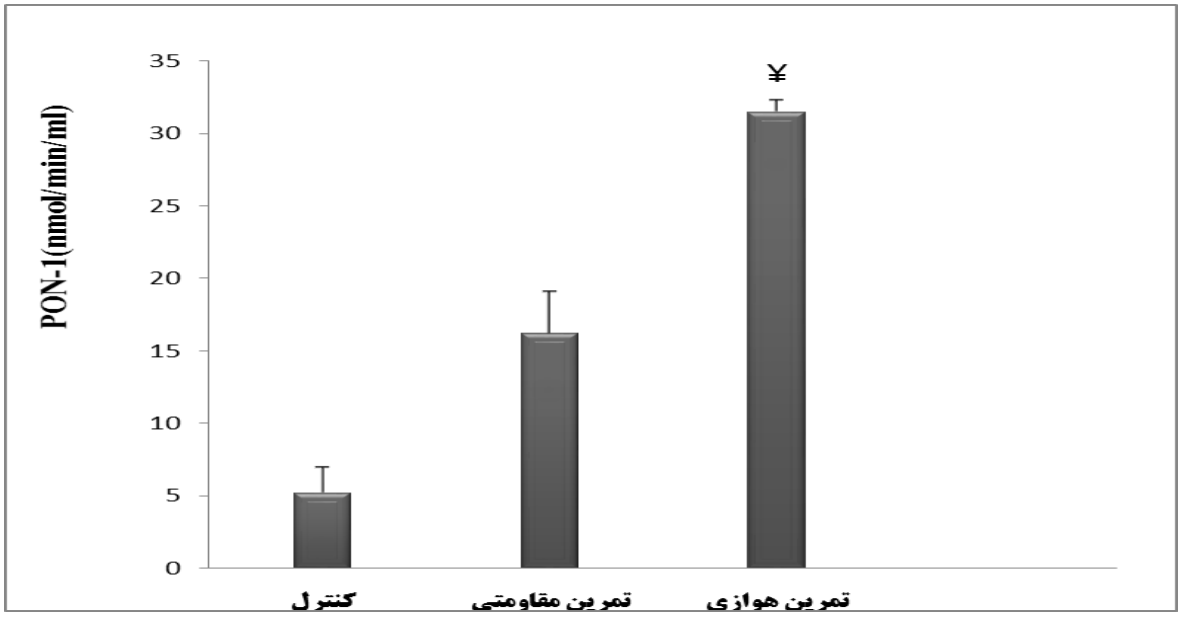
یافته‌ها

در جدول ۱ میانگین و انحراف معیار مربوط به ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها آورده شده است. نتایج نشان داد که بین اثر هشت هفته تمرین استقامتی و مقاومتی بر غلظت آنزیم پاراکسوناز-۱ پلاسما در دختران چاق تفاوت وجود داشت و این تفاوت در دو گروه تمرین هوازی و کنترل معنادار بود (P=۰/۰۰۱) (نمودار۱). همچنین، بین اثر هشت هفته تمرین استقامتی و مقاومتی بر غلظت آریل استراز پلاسما در دختران چاق تفاوت معنی داری وجود داشت و این تفاوت در دو گروه تمرین هوازی و کنترل معنادار بود (P=۰/۰۰۶) (نمودار۲). نتایج آزمون تحلیل واریانس مربوط به کلسترول، تری گلیسرید، HDL، LDL و VLDL پلاسما در گروه-های مختلف در جدول ۲ آورده شده است. نتایج نشان داد که بین اثر هشت هفته فعالیت هوازی و مقاومتی بر کلسترول، تری گلیسیرید، LDL پلاسما، در دختران چاق تفاوت معناداری وجود نداشت. با این وجود، بین اثر هشت هفته فعالیت هوازی و مقاومتی بر HDL پلاسما در دختران چاق تفاوت وجود داشت و این تفاوت بین دو گروه تمرین هوازی و کنترل معنادار بود (جدول ۳). همچنین، بین اثر هشت هفته فعالیت هوازی و مقاومتی بر VLDL پلاسما در دختران چاق تفاوت وجود داشت و این اختلاف در گروه های تمرین مقاومتی و هوازی با گروه کنترل معنادار بود (جدول۴).

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار مربوط به ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها

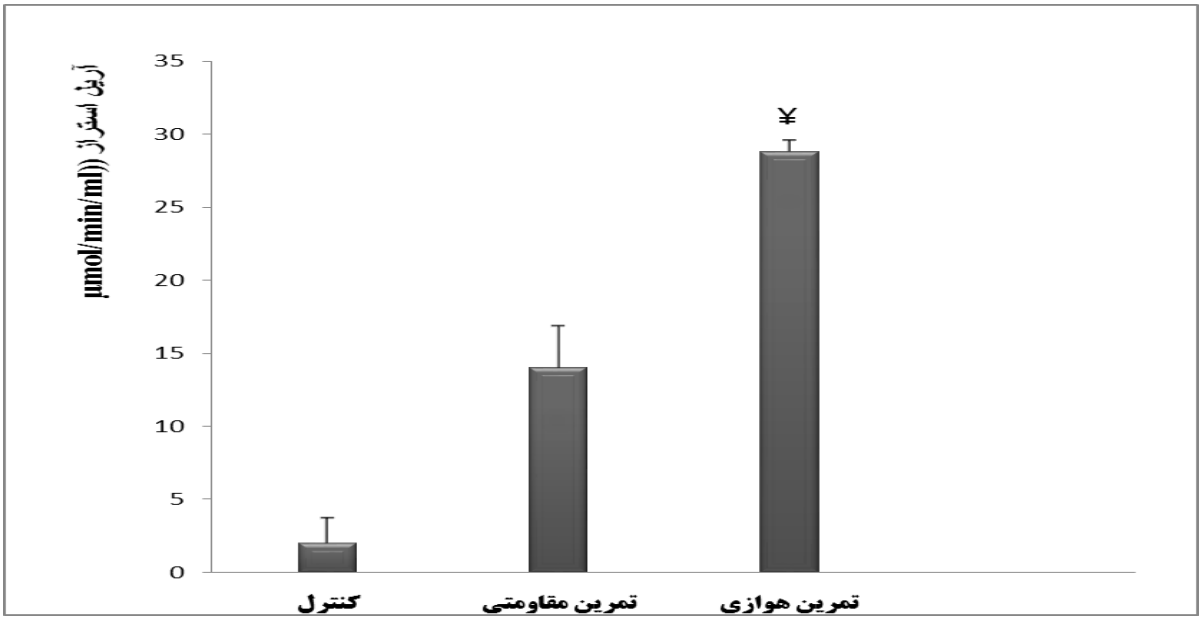
گروه / متغیر	کنترل	تمرین مقاومتی	تمرین هوازی
سن (سال)	۳۰/۱۰ ± ۲/۱۳	۳۰/۶۰ ± ۲/۵	۳۱/۱۲ ± ۱/۵۶
قد (متر)	۱/۶۲ ± ۰/۰۴	۱/۶۱ ± ۰/۰۶	۱/۵۹ ± ۱/۰۲
وزن (کیلوگرم)	۸۵/۵۶ ± ۵/۰۶	۸۴/۹۳ ± ۶/۵۲	۸۵/۰۲ ± ۸/۲۶
BMI (کیلوگرم/مجذور متر)	۳۲/۴۰ ± ۱/۵۱	۳۳/۵۸ ± ۱/۳۶	۳۳/۰۴ ± ۲/۲۸
درصد چربی (درصد)	۳۹/۷۲ ± ۸/۴۲	۳۵/۸۲ ± ۶/۳۴	۳۲/۵۰ ± ۲/۶۳
حداکثر اکسیژن مصرفی (کیلوگرم در دقیقه برحسب میلی لیتر)	۳۰/۹۰ ± ۲/۲۳	۲۸/۹۵ ± ۴/۴۱۹	۳۲/۵۰ ± ۲/۶۳

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-12]



*تفاوت معنی دار نسبت به گروه کنترل

نمودار ۱. تغییرات آنزیم پاراکسوناز-۱ پلاسما در گره های تجربی و کنترل



*تفاوت معنی دار نسبت به گروه کنترل

نمودار ۲. تغییرات آریل استراز پلاسما در گره های تجربی و کنترل

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-12]

جدول ۲. نتایج آزمون تحلیل واریانس مربوط به کلسترول، تری گلیسرید، HDL،LDL و VLDL پلاسما در گروه‌های مختلف

متغیر		میانگین مجذورات	نسبت F	سطح معناداری
کلسترول پلاسما (mg/dL)	بین گروه ها	۲۸۲/۲۶۷	۱/۳۷۵	۰/ ۲۷۰
	درون گروه	۲۰۵/۲۵۴		
تری گلیسرید پلاسما (mg/dL)	بین گروه ها	۶۵/۲۱۰	۰/۰۵۴	۰/ ۹۴
	درون گروه	۱۲۰۴/۵۴۳		
HDL پلاسما (mg/dL)	بین گروه ها	۱۳۵/۱۰۰	۵/۸۴۵	* ۰/ ۰۰۸
	درون گروه	۲۳/۱۱۵		
LDL پلاسما (mg/dL)	بین گروه ها	۴۱۸/۵۳۹	۲/۵۱۳	۰/ ۱
	درون گروه	۱۶۶/۵۳۹		
VLDL پلاسما (mg/dL)	بین گروه ها	۴۲/۹۷۲	۸/۶۸۹	* ۰/ ۰۰۱
	درون گروه	۴/۹۴۶		

جدول ۳. نتایج آزمون توکی تغییرات HDL پلاسما در گروه های مختلف

گروه	گروه	اختلاف میانگین	سطح معناداری
تمرین مقاومتی	تمرین هوازی	-۱/۹۰	۰/۶۵
	کنترل	۵/۲۰	۰/۰۵۷
تمرین هوازی	کنترل	۷/۱۰	* ۰/۰۰۷

جدول ۴. نتایج آزمون توکی تغییرات VLDL پلاسما در گروه های مختلف

گروه	گروه	اختلاف میانگین	سطح معناداری
تمرین هوازی	تمرین مقاومتی	۰/۵۰	۰/۸۶
	کنترل	-۳/۳۱	*۰/۰۰۷
تمرین مقاومتی	کنترل	-۳/۸۱	* ۰/۰۰۲

بحث

نتایج تحقیق حاضر نشان داد بین اثر هشت هفته تمرین استقامتی و مقاومتی بر غلظت آنزیم پاراکسوناز-۱ پلاسما در دختران چاق تفاوت وجود داشت و این تفاوت در دو گروه تمرین هوازی و کنترل معنادار بود. همچنین، در تحقیق حاضر تفاوت معناداری بین اثر هشت هفته تمرین هوازی بر غلظت آریل استراز پلاسما در دختران چاق با گروه کنترل مشاهده شد. همخوان با نتایج تحقیق حاضر، کاسلا-فیلهو و همکاران (۲۰۱۱) روی آزمودنی زن و مرد مبتلا به سندرم متابولیک، متعاقب فعالیت بدنی روی دوچرخه کارسنج به مدت ۳ ماه، افزایش در سطح پاراکسوناز-۱ سرمی را گزارش کردند (۲۱). همچنین در مطالعه توماس و همکاران (۲۰۰۲) افزایش سطح پاراکسوناز-۱ متعاقب ۱۶ هفته تمرین هوازی گزارش شد (۲۳). در مطالعه اوتاکا و همکاران (۲۰۱۰) روی افراد ورزشکار (۲۲) و مطالعه گلدهامر و همکاران (۲۰۰۷) روی بیماران مبتلا به سندرم متابولیک، افزایش در سطح پاراکسوناز-۱ مشاهده شده است (۲۴). با این وجود، نتایج

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-12]

تحقیق حاضر با برخی از تحقیقات انجام شده قبلی ناهمخوان است. ریچتر و همکاران (۲۰۰۵) پس از ۱۲ هفته تمرین استقامتی در بزرگسال (زن و مرد) مبتلا به سندرم متابولیکی، عدم تغییر در سطح پاراکسوناز-۱ سرم را گزارش کردند (۲۵). همچنین، ایچر و همکاران (۲۰۱۲) اثر ۶ ماه فعالیت بدنی هوازی با شدت پایین به همراه رژیم غذایی در زنان چاق بزرگسال را بررسی و عدم تغییر غلظت سرمی پاراکسوناز-۱ را گزارش کردند (۱۶). در مطالعه روبرتز و همکاران (۲۰۰۶) نیز عدم تغییر معنی‌دار سطح پاراکسوناز-۱ در مردان چاق بزرگسال بعد از تمرین هوازی بر روی تردمیل با شدت ۸۵-۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب، گزارش گردید (۲۰). در مقابل تاس و همکاران در مردان جوان دو روش تمرین استقامتی دوی تناوبی با شدت ۸۰-۶۰ درصد حداکثر ضربان قلب و دوی تداومی با شدت ۷۰-۵۰ درصد حداکثر ضربان قلب به مدت ۸ هفته بر روی سطح پاراکسوناز-۱ را مورد بررسی قرار دادند و کاهش سطح PON1 گزارش شد (۱۳). در تحقیق تاس و همکاران بیان شد که احتمالا کاهش پاراکسوناز-۱ به خاطر استرس اکسیداتیو ناشی از نوع تمرین و عامل سن است. آن ها بیان کردند که نوع، مدت و شدت برنامه‌های تمرینی، ویژگی افراد، مدت زمان اندازه گیری قبل و بعد از برنامه، روش‌های متفاوت و انجام پژوهش در محیط های مختلف می‌توانند بر سطوح آنتی اکسیدان افراد موثر باشد (۱۳). ناهمخوانی نتایج در تحقیقات فوق با تحقیق حاضر می‌تواند با چند عامل ارتباط داشته باشد. این احتمال وجود دارد که نوع پاسخ و سازگاری در گروه‌های سنی به شرایط فیزیولوژیکی که در آن قرار گرفته‌اند؛ متفاوت باشد. همانطور که گفته شد سن عامل تعیین کننده فعالیت پاراکسوناز-۱ است (۱۶). نتایج مطالعات انسانی نشان داده فعالیت سرم PON1 در هنگام تولد بسیار پایین است و در طول زمان افزایش می‌یابد. فعالیتPON1 در زمان بزرگسالی، تقریبا در طول زمان ثابت است. در افراد میانسال با گسترش شرایط فشار اکسایشی ممکن است فعالیت پاراکسوناز-۱ کاهش یابد (۲۶). همچنین نوع فعالیت ورزشی به کار رفته نیز اثرات متفاوتی را بر سیستم‌های ترشحی و متابولیسمی می‌گذارد (۱۳). مطالعات نشان داده رژیم غذایی پرچرب در درازمدت می‌تواند منجر به چاقی و سندرم متابولیک شده و در نهایت منجر به کاهش سطح پاراکسوناز-۱ گردد (۲۶). با این حال فعالیت بدنی می‌تواند منجر به تغییر سطوح سرمیPON1 در افراد چاق گردد. بنابراین برای روشن‌تر شدن مکانیسم مولکولی پاراکسوناز-۱ و تغییرات آن در بدن در اثر فعالیت‌های ورزشی انجام تحقیقات بیشتر ضرورت دارد. به نظر می‌رسد ورزش شدید از طریق بالا بردن روند پراکسیداسیون چربی، که در واقع به کاهش PON1 می‌انجامد، موجب فشار اکسایشی می‌شود (۲۳) و توسعه شرایط فشار اکسایشی، در تغییر فعالیت PON1 و ARE موثر است (۲۷) در کل می‌توان اظهار داشت که ایجاد تغییر در فعالیت PON1 و ARE سرم، احتمالا به تحریک وابسته به تمرین شدید و مداوم نیاز دارد و شاید تفاوت معنادار گروه استقامتی و کنترل در این پژوهش به همین دلیل باشد. گزارش شده که فعالیت پاراکسوناز ممکن است در طی التهاب تغییر کند. گونه‌های فعال اکسیژن بوسیله نوتروفیل‌های فعال شده در طی پاسخ التهابی تولید شده و آن‌ها در بافت‌های آسیب دیده بوسیله ی التهاب ایجاد می‌شوند (۲۸).

از طرفی، نتایج تحقیق حاضر نشان داد بین اثر هشت هفته فعالیت هوازی و مقاومتی بر کلسترول، تری گلیسرید، LDL پلاسما، در دختران چاق تفاوت معناداری وجود نداشت. با این وجود، اثر هشت هفته تمرین هوازی بر HDL آزمودنی‌ها در مقایسه با گروه کنترل معنادار بود. همچنین در این پژوهش هشت هفته تمرین هوازی و مقاومتی در VLDL پلاسما اثر معناداری را در دو گروه در مقایسه با گروه کنترل ایجاد کرد. در همین راستا، سردار و

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-12]

همکاران عدم تغییر در کلسترول تام، LDL و HDL بعد از ۸ هفته تمرینات منظم در افراد دیابتی را مشاهده کردند. اما میزان TG و درصد چربی کاهش معنی‌داری نشان داد (۲۹). همچنین، گائینی و همکاران کاهش LDL-C را در طی تمرین هوازی تناوبی و تداومی گزارش کرده‌اند (۳۰). در حالی که در مطالعه کاسلافیلهو و همکاران (۲۰۱۱) تمرین ورزشی کوتاه مدت بر سطح سرمی و خواص HDL در بیماران سندرم متابولیک تغییری در LDL ایجاد نکرد (۲۱). محققان واکنش HDL به فعالیت ورزشی را به چند عامل نسبت می‌دهند، از جمله: شدت، مدت، آزمودنی و سطح پایه لیپوپروتئین متفاوت (۳۱). از نظر سازوکارهای درگیر در روند کاهش میزان LDL می‌توان گفت اجرای فعالیت‌های ورزشی موجب افزایش فعالیت آنزیم لیپوپروتئین لیپاز و موجب کاتابولیسم لیپوپروتئین‌های غنی از تری‌گلیسرید می‌گردد. بافت‌های چربی دارای مویرگ های متعدد و اعصاب اتونومیک هستند. از این رو همه اعمال متابولیک آنها توسط عوامل هورمون های تیروئیدی، جنسی و عصبی کنترل می‌شود و تنها یک علت را نمی‌توان برای افزایش و یا کاهش یک متغیر ذکر کرد (۲۱). یکی از علل مهم افزایش لیپولیز، تحریک گیرنده-های بتاآدرنرژیک است که در تمرین هوازی کاهش می-یابد و در نهایت به افزایش لیپولیز منجر می‌شود که سبب می‌گردد مقدار کلسترول غیراستریفیه ذرات LDL-c افزوده شود و از مقدار پروتئین این ذرات کاسته شود. در مطالعه حاضر بررسی‌ها نشان داد که سطح کلسترول، تری-گلیسرید و LDL-C در هر دو گروه تمرینی تفاوت معناداری با گروه کنترل نداشت، فقط تغییر در سطح HDL در گروه هوازی نسبت به کنترل معنادار بود. محققین نشان داده‌اند مکانیسم تغییرات HDL-C متعاقب تمرین پیچیده است (۲۲). به نظر می‌رسد در مطالعه حاضر شدت و مدت تمرین برای تغییر معنادار HDL-C در زنان چاق کافی بوده است. افزایش غلظت HDL-C بعد از دوره تمرین ممکن است مربوط به کاهش غلظت فعالیت CETP باشد. CETP مسئولیت حمل چربی‌ها در ملکول HDL-C و سایر لیپوپروتئن‌ها را بر عهده دارد. کاهش CETP منجر به کاهش کاتابولیسم HDL-C است و سرانجام غلظت HDL-c را افزایش می‌دهد (۳۲). یکی از محدودیت‌های تحقیق حاضر استفاده از حجم نمونه‌های اندک می‌باشد بنابراین احتملا بتوان با استفاده از جامعه آماری بزرگ‌تر به تبیین بهتر نتایج پرداخت.

نتیجه گیری

به طور کلی، در رابطه با اثر فعالیت ورزشی بر سطوح آنزیم های پاراکسوناز-۱ و آریل استراز تحقیقات اندکی وجود دارد، نتایج پژوهش حاضر نشان داد تمرین سبب افزایش سطوح این آنزیم ها می شود. به طور خلاصه با توجه به نتایج تحقیق حاضر، به نظر می‌رسد تمرین هوازی می‌تواند با افزایش سطوح آنزیم پاراکسوناز-۱ و آریل استراز و همچنین اصلاح نیمرخ لیپیدی، خطر بیماری قلبی عروقی در افراد دارای چاقی را کاهش دهد.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر برگرفته از طرح پژوهشی است که کلیه اعتبار مالی آن توسط معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه آزاد اسلامی شهر ری واحد یادگار امام خمینی (ره) تامین شده است. بدین وسیله تشکر خالصانه خود و همکارانم را از آن واحد محترم ابراز می دارم.

Reference

1.Rashtchizadeh N, Ghorbanihaghjo A, Mir Momeni MM, Ghoran MG and Hashemzadeh J. Effects of aqueous garlic extract on paraoxonase and arylesterase activity in rats. Urmia Medical Journal 2010; 21: 260-266.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-12]

2.Wang Z, Nakayama T. Inflammation, a link between obesity and cardiovascular disease. Mediators Inflamm 2010; 18:1-17.
3.Camps J, Marsillach J, Joven J. The paraoxonases: role in human diseases and methodological difficulties in measurement. Crit Rev Clin Lab Sci 2009; 46:83-106.
4.Agirbasli M, Tanrikulu A, Erkus E, Azizy M, Sevim BA, Kaya Z, et al. Serum paraoxonase-1 activity in children: the effects of obesity and insulin resistance. Acta Cardiol 2014; 69:679-85.
5.Krzystek-Korpacka M, Patryn E, Hotowy K, Czapińska E, Majda J, Kustrzeba-Wójcicka I, et al. Paraoxonase (PON)-1 activity in overweight and obese children and adolescents: association with obesity-related inflammation and oxidative stress. Adv Clin Exp Med 2013; 22:229-36.
6.Noto H, Hashimoto Y, Satoh H, Hara M, Iso-o N, Togo M, et al. Exclusive association of paraoxonase 1 with high density lipoprotein particles in apolipoprotein A-I deficiency. Biochem Biophys Res Commun 2001; 289:395-401.
7.Moyà Elena Thomàs, Yolanda Gómez-Pérez, Miguel Fiol, Magdalena Gianotti, Isabel Lladó, Ana M Proenza. Gender related differences in paraoxonase 1 response to high-fat diet-induced oxidative stress. Obesity 2008; 16:2232–2238.
8.Ferretti G, Bacchetti T, Moroni C, Savino S, Liuzzi A, Balzola F, Bicchiega V.Paraoxonase activity in high density lipoproteins: a comparison between healthy and obese females. J Clin Endocrinol Metab 2005; 90:1728–1733.
9.Aviram M, Rosenblat M. Paraoxonases and cardiovascular diseases: pharmacological and nutritional influences. Curr Opin Lipidol 2005; 16:393-399.
10.Rainwater DL, Rutherford S, Dyer TD, Rainwater ED, Cole SA, VandeBerg JL, et al. Determinants of variation in human serum paraoxonase activity. Heredity 2009; 102: 147-154.
11.Nalcakan GS, Rana V, Faruk T, Mesut NM, Zeki OS, Oguz K. Effects of aerobic training on serum paraoxonase activity and its relationship with PON1-192 phenotypes in women. Journal of Sport and Health Science 2015; 10:1-7.
12.Atli M. Serum paraoxonase activity and lipid hydroperoxide levels in adult football players after three days football tournament. Afr Health Sci 2013; 13:565-70.
13.Tas M, Zorba E, Yaman M. Comparison of the effects of different training methods on arylesterase activity and paraxonase activity levels in hot environment. TOJRAS: The Online Journal of Recreation and Sport, 2012; 1: 1-8
14.Arslan C, Gulcu F, Gursu MF. Effects of oxidation stress caused by acute and chronic exercise on levels of serum metabolities, paraoxonase and arylesterase activities. 28 Meeting of the Federation of European Biochemical ocieties; 2002; 22: 20-25.
15.Britez F, Travacio M, Gambino G, Wikinski R. Regular exercise improve lipid and antioxidant profile. Abstracts of XIIth international symposium on atherosclerosis, Stockholm, Sweden 2000; 162: 25-29.
16.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 2012; 20:2057-62.
17.Amouzad Mahdirejei H, Aghababaeian A, Mirsaiedii M, Fadaei Reyhan Abadei S, Abbaspour Seyedii A. Effect of 8 weeks of resistance training on hemostasis indices and lipid profile in adult men. J Gorgan Uni Med Sci. 2014; 16:21-8. [in Persian]

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-12]

18.Ramezanpour MR, Khosravi A. Effect of 8 weeks aerobic training and peanut consumption on lipoprotein serum levels in overweight and obese men. J Gorgan Uni Med Sci 2013; 15:52-8. [in Persian]
19.Kouhi F, Moradi F, Absazadegan M. Effect of resistance training on serum interleukin-18 and C-reactive protein in obese men. J Gorgan Uni Med Sci 2014; 16:1-8. [in Persian]
20.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 2006; 101:1727-32.
21.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; 107:1168-72.
22.Otocka-Kmiecik A, Lewandowski M, Stolarek R, Szkudlarek U, Nowak D, Orlowska-Majdak M. Effect of single bout of maximal exercise on plasma antioxidant status and paraoxonase activity in young sportsmen. Redox Rep 2010;15:275-81
23.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; 43:713-20.
24.Goldhammer E, Ben-Sira D, Zaid G, Biniamini Y, Maor I, Lanir A, Sagiv M. Paraoxonase activity following exercise-based cardiac rehabilitation program. J Cardiopulm Rehabil Prev 2007; 27:151-4.
25.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; 94:1306-11.
26.Cakmak A, Zeyrek D, Atas A, Erel O. Paraoxonase activity in athletic adolescents. Pediatr Exerc Sci 2010; 22:93-104.
27.Jaound L, Milocheritch C, Khalli A. Paraoxonase activity is reduced during HDL oxidation and is an indicator of HDL antioxidant capacity. Free Radic Res 2003; 37:77-83.
28.Koc S, Aksoy N, Bilinc H, Duygu F, Uysal IÖ, Ekinci A. Paraoxonase and arylesterase activity and total oxidative/anti-oxidative status in patients with chronic adenotonsillitis. International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology 2011; 75: 1364–1367.
29.Sardar MA, Gaeini A, Ramezani J. The effect of 8-weeks of regular physical activity on blood glucose, body mass index, maximal oxygen uptake (Vo2max) and risk factors cardiovascular diseases in patients with type of 1 diabetes mellitus. Endocrine & Metabolism Research Center 2008; 10: 91-97.
30.Gaeini AA, Kazemi F, Behzaree A. The effects of excessive aerobic continuous and interval training programs on plasma lipoproteins and serum CRP in women. J Kerman Univ Med Sci 2012; 9: 277-86.
31.Lewis G, Mladen V, Patricia H, Adria G. Fatty acids mediate the acute extrahepatic effects of insulin on blood flow in obese men. J Clin Ivst 1990; 85:1844-1852.
32.D'hooge R, Hellinckx T, Van Laethem C, Stegen S, De Schepper J, Van Aken S, et al. Influence of combined aerobic and resistance training on metabolic control, cardiovascular fitness and quality of life in adolescents with type 1 diabetes: a randomized controlled trial. Clin Rehabil 2011; 25:349-59.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-12]