

## اثر چهار هفته تمرین استقامتی بر سطح سرمی آنزیم پاراکسوناز-۱ و نیمرخ لیپیدی مردان چاق غیرورزشکار

طالب عموزاد مهدیرجی\*<sup>۱</sup>، دکتر علی رضا براری<sup>۲</sup>، دکتر پروین فرزادنگی<sup>۳</sup>، دکتر مهران احمدی<sup>۴</sup>

۱- کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساری. ۲- استادیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آمل.

۳- استادیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساری. ۴- دکتری علوم آزمایشگاهی بالینی.

### چکیده

**زمینه و هدف:** پاراکسوناز-۱ عامل مهم جلوگیری از اکسیداسیون لیپیدها و تشکیل اکسید لیپوپروتئین کم چگال است. مطالعات متناقضی از اثر فعالیت بدنی بر پاراکسوناز-۱ وجود دارد. این مطالعه به منظور تعیین اثر چهار هفته تمرین استقامتی بر سطح سرمی آنزیم پاراکسوناز-۱ و نیمرخ لیپیدی مردان چاق غیرورزشکار انجام شد.

**روش بررسی:** در این کارآزمایی بالینی ۱۶ مرد چاق غیرورزشکار سالم به صورت تصادفی در دو گروه هشت نفری کنترل و مداخله قرار گرفتند. افراد گروه مداخله به مدت چهار هفته، هفته‌ای سه جلسه با شدت ۸۰-۶۵ درصد ضربان قلب بیشینه به دویدن استقامتی تناوبی پرداختند. نمونه‌گیری خون ۴۸ ساعت قبل از اولین جلسه تمرین و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین در حالت ناشتا ۱۲ ساعته انجام شد و سطح سرمی پاراکسوناز-۱ و نیمرخ لیپیدی شامل کلسترول، تری‌گلیسرید، لیپوپروتئین کم چگال و لیپوپروتئین پرچگال با روش ELISA اندازه‌گیری شدند.

**یافته‌ها:** غلظت پاراکسوناز-۱ بعد از دوره تمرین در گروه مداخله ۱۵/۵۷ درصد افزایش ( $P < ۰/۰۵$ ) و در گروه کنترل ۱۹/۲۵ درصد کاهش غیرمعنی دار داشت. در انتهای مطالعه و مقایسه برون‌گرومی، غلظت سرمی پاراکسوناز-۱ در گروه مداخله نسبت به گروه کنترل افزایش آماری معنی‌دار نشان داد ( $P < ۰/۰۵$ ). در انتهای مطالعه و مقایسه برون‌گرومی سطح سرمی لیپوپروتئین کم چگال در گروه مداخله نسبت به گروه کنترل کاهش آماری معنی‌داری یافت ( $P < ۰/۰۵$ ).

**نتیجه‌گیری:** چهار هفته تمرین استقامتی سبب افزایش غلظت سرمی پاراکسوناز-۱ و کاهش لیپوپروتئین کم چگال مردان چاق گردید.

**کلید واژه‌ها:** چاقی، تمرین استقامتی، پاراکسوناز-۱، لیپوپروتئین کم چگال، لیپوپروتئین پرچگال، مرد

\* نویسنده مسؤول: طالب عموزاد مهدیرجی، پست الکترونیکی taleb.amoozad@gmail.com

نشانی: ساری، جاده خزر آباد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساری، تلفن و نمابر ۰۱۵۱-۲۱۳۳۷۱۵

وصول مقاله: ۹۲/۸/۷، اصلاح نهایی: ۹۳/۱/۱۸، پذیرش مقاله: ۹۳/۱/۲۷

### مقدمه

عوامل جلوگیری کننده بیماری‌های قلبی - عروقی محسوب می‌شود. HDL-C می‌تواند 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. پاراکسوناز-۱ استراز وابسته به کلسیم است که در کبد تولید می‌شود (۳). پاراکسوناز-۱ آنزیمی مستقر بر HDL-C است که می‌تواند نقش مهمی در خواص آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌آتروژنیک لیپوپروتئین‌ها ایفاء کند. همچنین از اکسیداسیون لیپوپروتئین‌ها و تشکیل LDL-C اکسید شده در شرایط آزمایشگاهی جلوگیری نماید (۳). پاراکسوناز-۱ حتی ذرات HDL-C را از اکسید شدن محافظت می‌نماید و منجر به افزایش غلظت HDL-C

چاقی یکی از شایع‌ترین اختلالات متابولیکی در کشورهای صنعتی و در حال توسعه است. از پیامدهای پاتولوژیکی چاقی بیماری‌های قلبی - عروقی و سندرم متابولیک است. سندرم متابولیک با علائمی نظیر چاقی، اختلال لیپیدها و اکسیداسیون آنها، افزایش قندخون، غلظت‌های نامناسب لیپوپروتئین پرچگال (high-density lipoprotein: HDL) لیپوپروتئین کم چگال (low-density lipoprotein: LDL) شناخته شده و از عوامل اصلی مرتبط با بیماری‌های قلبی - عروقی است (۱). یکی از شایع‌ترین اختلالات لیپیدی در افراد چاق، بالا بودن سطح تری‌گلیسرید و کاهش HDL-C است. بالا بودن سطح HDL-C یکی از قوی‌ترین

استفاده از ترازوی دیجیتال (سکا، آلمان) اندازه‌گیری شد. درصد چربی بدن از روش اندازه‌گیری ضخامت چربی زیرپوستی در سه نقطه سه‌سریازو، شکم و فوق‌خاصره توسط کالیپر به دست آمد.

برنامه تمرین استقامتی گروه مداخله شامل چهار هفته و هر هفته سه جلسه بود. یک جلسه تمرین شامل ۱۵ دقیقه گرم کردن با انواع دویدن، حرکات کششی و نرمشی و برنامه اصلی تمرین استقامتی شامل دویدن تناوبی همراه با استراحت فعال با نسبت دو به یک بود. آزمودنی‌ها در هفته اول با شدت ۶۵ درصد ضربان قلب بیشینه دویدند که در هفته چهارم شدت تمرین به ۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه رسید. بدین ترتیب که در پایان هر هفته پس از سنجش میزان ضربان قلب تمرین و استراحت فعال آزمودنی‌ها، ۵ درصد به شدت تمرین هر فرد افزوده شد. آزمودنی‌ها در مرحله اصلی تمرین استقامتی، ۴ تکرار دویدن ۸ دقیقه‌ای (۸۰-۶۵ درصد ضربان قلب بیشینه) و با فاصله استراحت فعال ۴ دقیقه‌ای (۵۰-۳۵ درصد ضربان قلب بیشینه) مابین هر تکرار را انجام دادند (۱۱).

برای اندازه‌گیری حداکثر توان هوازی از آزمون زیر بیشینه پله Katch-McArdle استفاده گردید. بدین ترتیب که آزمودنی در مدت ۳ دقیقه با قرار گرفتن مقابل پله ۴۱/۳ سانتی‌متری همزمان با ریتم متروном هر دقیقه ۲۴ بار گام برداشت و مجموع تعداد کل گام‌ها در ۳ دقیقه برابر ۷۲ گام بود. پس از پایان آزمون، فرد در وضعیت ایستاده باقی ماند و پس از ۵ ثانیه ضربان قلب وی در مدت ۱۵ ثانیه شمارش شد. تعداد ضربان حاصله در عدد ۴ ضرب و ضربان قلب در یک دقیقه به دست آمد. سپس با کمک فرمول زیر حداکثر اکسیژن مصرفی افراد محاسبه شد. آزمون فوق قبل از شروع تمرینات و بعد از پایان دوره تمرین برای همه آزمودنی‌ها اجرا گردید.

میزان حداکثر اکسیژن مصرفی (دقیقه/کیلوگرم بر میلی‌لیتر) از تعداد ضربان قلب در دقیقه ضرب در عدد ۰/۴۲ منهای عدد ۱۱۱/۳۳ به دست آمد. ضربان قلب بیشینه از فرمول «سن برحسب سال منهای عدد ۲۲۰» محاسبه شد. شدت تمرین با استفاده از ضربان‌سنج پولار کنترل شد. در انتهای هر جلسه نیز سرد کردن با اجرای دویدن نرم، حرکات کششی و نرمشی به مدت ۱۰ دقیقه انجام گردید.

نمونه‌گیری خون ۴۸ ساعت قبل از اولین جلسه تمرین و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین در حالت ناشتا ۱۲ ساعته انجام شد. برای مشابه‌سازی زمان نمونه‌گیری به منظور کنترل ریتم شبانه‌روزی، نمونه‌گیری در ابتدا و انتهای بررسی در ساعت ۸ صبح به عمل آمد. از ورید بازویی دست راست آزمودنی‌ها ۱۰ سی‌سی خون گرفته شد و نمونه‌ها در لوله‌های حاوی ماده ضدانعقاد خون جمع‌آوری و به سرعت سانتریفوژ (با سرعت ۲۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه) شد و پلاسما به دست آمده تا زمان آزمایش در

سرم نیز می‌گردد (۴). نقش اصلی HDL-C، برداشتن کلسترول از دیواره شریان و انتقال آن به کبد است (۴). با این وجود، هرگاه HDL-C از آنزیم‌هایی از جمله پاراکسوناز-۱ حمایت نشود؛ نمی‌تواند وظیفه خود را به خوبی انجام دهد و احتمال بروز ضایعه نیز در عروق خونی وجود خواهد داشت (۳).

اگرچه مطالعاتی در خصوص اثر تمرین مقاومتی بر شاخص‌های هموستاز و لیپوپروتئین‌های سرمی مردان دارای اضافه وزن و چاق انجام شده (۷-۵)؛ اما اطلاعات 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. به طوری که در برخی مطالعات تغییری در غلظت سرمی پاراکسوناز-۱ متعاقب تمرین استقامتی در افراد چاق گزارش نشده است (۴ و ۸). در حالی که افزایش غلظت آن متعاقب تمرین هوازی در افراد مبتلا به سندرم متابولیک گزارش شده است (۹ و ۱۰). این مطالعه به منظور تعیین اثر چهار هفته تمرین استقامتی بر سطح سرمی آنزیم پاراکسوناز-۱ و نیم‌رخ لیپیدی مردان چاق غیرورزشکار انجام شد.

### روش بررسی

این کارآزمایی بالینی روی ۱۶ مرد چاق غیرورزشکار سالم با میانگین سنی ۳۹/۸۲±۲/۹۸ سال، وزن ۹۷/۷۶±۱۳/۳۱ کیلوگرم و میانگین نمایه توده بدنی ۳۵/۱۶±۴/۱۷ با شرکت داوطلبانه در شهرستان گلوگاه در سال ۱۳۹۲ انجام شد. از مرکز ثبت کارآزمایی بالینی ایران کد ثبت با شماره IRCT۲۰۱۳۱۰۰۲۱۱۷۷۲۴ دریافت گردید.

شرایط ورود به مطالعه شامل نمایه توده بدنی بیش از ۳۰، عدم وجود هرگونه بیماری قلبی-عروقی، کلیوی، کبدی، عمل جراحی و مصرف نکردن عامل‌های دخانیات بود. همچنین آزمودنی‌ها در مرحله درمان با رژیم‌های غذایی و دارویی خاص نبودند و تا قبل از انجام این پژوهش نیز سابقه انجام تمرین منظم هوازی را نداشتند. همچنین تفاوت عمده‌ای از نظر رژیم غذایی و میزان انرژی مصرفی بین شرکت‌کنندگان وجود نداشت. از آزمودنی‌ها رضایت‌نامه کتبی آگاهانه شرکت در مطالعه اخذ شد.

چاقی با توجه به محاسبه نمایه توده بدنی (مجذور قد به متر تقسیم بر وزن به کیلوگرم) مشخص گردید. نمایه توده بدنی کمتر از ۱۹ لاغر، ۱۹-۲۵ طبیعی، ۲۵-۳۰ اضافه وزن و بیش از ۳۰ چاق در نظر گرفته شد. همچنین نسبت دور کمر به باسن (WHR) از تقسیم محیط دور کمر به دور مفصل ران به دست آمد.

آزمودنی‌های واجد شرایط با توجه به همگن‌سازی براساس سن و درصد چربی به صورت تصادفی در دو گروه هشت نفری کنترل و مداخله قرار گرفتند.

قد توسط دستگاه قدسنج (مارک سهند، ساخت ایران) و وزن با

همبستگی پیرسون استفاده گردید. تمامی داده‌ها به صورت میانگین و انحراف استاندارد ارائه شدند. محاسبه‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS-16 انجام شد و سطح معنی‌داری آزمون‌ها کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

#### یافته‌ها

سن گروه‌های کنترل و مداخله به ترتیب  $39/50 \pm 3/8$  سال و  $40/11 \pm 2$  سال و قد گروه‌های کنترل و مداخله به ترتیب  $173/93 \pm 12/2$  سانتی‌متر و  $175/55 \pm 3/6$  سانتی‌متر بود. در ابتدای مطالعه حداکثر ضربان قلب بیشینه گروه‌های کنترل و مداخله به ترتیب  $169/87 \pm 11/7$  تعداد در دقیقه و  $181/33 \pm 4/8$  تعداد در دقیقه بود. مشخصات بدنی و عملکردی آزمودنی‌ها قبل و پس از تمام چهار هفته تمرین استقامتی در جدول یک آمده است. در آزمودنی‌های گروه مداخله میانگین مقادیر وزن بعد از دوره تمرین ۱/۳ درصد کاهش آماری معنی‌دار ( $P < 0/012$ ) و در آزمودنی‌های گروه کنترل اندکی افزایش غیرمعنی‌دار داشت.

فریزر و در دمای منفی ۸۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. غلظت پاراکسوناز-۱ به روش ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay) و با استفاده از کیت‌های مخصوص انسانی (Glory ScienceCo)، ساخت چین) استفاده شد. حساسیت روش اندازه‌گیری برای سطح سرمی پاراکسوناز-۱، ۱-۱۵۰ نانومول بر لیتر بود. تراکم تری‌گلیسرید و کلسترول تام با روش آنزیماتیک با استفاده از کیت شرکت پارس آزمون (ساخت ایران) اندازه‌گیری گردید. همچنین برای اندازه‌گیری غلظت HDL-C و LDL-C سرم با روش آنزیماتیک با استفاده از کیت شرکت پیشتاز طب (ساخت ایران) اندازه‌گیری شد.

پس از تایید توزیع نرمال داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف؛ برای تجزیه و تحلیل آماری و مقایسه درون‌گروهی متغیرها از آزمون t وابسته و برای مقایسه متغیرهای بین‌گروهی از آزمون t مستقل استفاده شد. همچنین برای تعیین ارتباط پاراکسوناز-۱ با سایر متغیرهای اندازه‌گیری شده از ضریب

جدول ۱: میانگین مشخصات بدنی و عملکردی گروه کنترل و مداخله ابتدای مطالعه و انتهای هفته چهارم در مردان جاق غیرورزشکار

متغیر	گروه	میانگین و انحراف استاندارد		t وابسته	p-value	t مستقل	p-value
		ابتدای مطالعه	انتهای هفته ۴				
وزن (کیلوگرم)	کنترل	$103/9 \pm 12/28$	$104/1 \pm 12/14$	۰/۳۳	۰/۷۵۰	۲/۱۶	۰/۰۴ *
مداخله	کنترل	$92/2 \pm 12/2$	$91 \pm 11/9$	۳/۲۶	۰/۰۱۲ *		
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)	کنترل	$23/16 \pm 3/16$	$23/82 \pm 2/91$	۲/۱۴	۰/۰۶۹	۰/۵۹	۰/۵۶
مداخله	کنترل	$29/94 \pm 4$	$28/49 \pm 3/85$	۳/۵۸	۰/۰۰۷ *		
درصد چربی بدن	کنترل	$28/57 \pm 1/50$	$28/64 \pm 1/85$	۰/۳۸	۰/۷۱۵	۲/۹۰	۰/۰۱ *
مداخله	کنترل	$27/71 \pm 2/45$	$27 \pm 2/36$	۳/۷۳	۰/۰۰۶ *		
نسبت دور کمر به باسن (WHR)	کنترل	$27/71 \pm 2/45$	$27 \pm 2/36$	۳/۷۳	۰/۰۰۶ *	۰/۴۵	۰/۶۵
مداخله	کنترل	$0/98 \pm 0/17$	$0/97 \pm 0/19$	۱/۴۵	۰/۱۹۰		
حداکثر اکسیژن مصرفی (VO2max)	کنترل	$69/59 \pm 10/40$	$69/22 \pm 14/25$	۰/۴۱	۰/۶۸۸	۲/۳۳	۰/۰۳ *
مداخله	کنترل	$47/72 \pm 9/17$	$50/22 \pm 7/90$	۲/۷۲	۰/۰۲۶ *		
ضربان قلب استراحت	کنترل	$74/87 \pm 8/75$	$74 \pm 8/60$	۱/۵۹	۰/۱۵۵	۱/۹۶	۰/۰۶
مداخله	کنترل	$69/44 \pm 7/09$	$67/11 \pm 4/78$	۴/۶۶	۰/۰۰۲ *		

\* تفاوت آماری معنی‌دار درون‌گروهی

جدول ۲: میانگین شاخص‌های بیوشیمیایی گروه کنترل و مداخله ابتدای مطالعه و انتهای هفته چهارم در مردان جاق غیرورزشکار

متغیر	گروه	میانگین و انحراف استاندارد		t وابسته	p-value	t وابسته	p-value
		ابتدای مطالعه	انتهای هفته ۴				
پاراکسوناز-۱ (نانومول بر لیتر)	کنترل	$188/25 \pm 85/53$	$152 \pm 71/280$	۱/۴۹	۰/۱۷	۲/۷۴	۰/۰۱ *
مداخله	کنترل	$296/11 \pm 255/33$	$342/22 \pm 284/64$	۲/۴۷	۰/۰۳ *		
کلسترول (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	کنترل	$182/12 \pm 43/69$	$190/12 \pm 48/52$	۰/۵۵	۰/۵۹	۱/۱۰	۰/۲۸
مداخله	کنترل	$211/88 \pm 34/23$	$204/22 \pm 30/31$	۲/۰۸	۰/۰۷		
تری‌گلیسرید (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	کنترل	$150 \pm 47/74$	$153/87 \pm 63/55$	۰/۱۴	۰/۸۸	۰/۵۸	۰/۵۶
مداخله	کنترل	$236 \pm 162$	$207/22 \pm 90$	۰/۶۱	۰/۵۵		
لیپوپروتئین با چگالی بالا (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	کنترل	$38/37 \pm 3/24$	$37/87 \pm 4/94$	۰/۲۴	۰/۸۱	۰/۷۴	۰/۴۶
مداخله	کنترل	$41/66 \pm 4/24$	$39 \pm 4/35$	۱/۳۰	۰/۲۲		
لیپوپروتئین با چگالی پایین (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	کنترل	$106/50 \pm 22/77$	$113/62 \pm 36/74$	۰/۸۷	۰/۴۱	۲/۱۵	۰/۰۵ *
مداخله	کنترل	$123/55 \pm 20/15$	$111/33 \pm 18/35$	۲/۲۵	۰/۰۵ *		

\* تفاوت آماری معنی‌دار درون‌گروهی، \*\* تفاوت آماری معنی‌دار بین‌گروهی

گردید (۱۲). در مطالعه Aicher و همکاران اثر ۶ ماه فعالیت بدنی هوازی با شدت پایین به همراه رژیم غذایی در ۱۰۰ زن چاق بزرگسال بررسی و عدم تغییر غلظت سرمی پاراکسوناز-۱ گزارش شد (۴). در مطالعه Roberts و همکاران عدم تغییر معنی‌دار سطح پاراکسوناز-۱ در ۲۲ مرد چاق بزرگسال بعد از ۲۱ روز تغییر در رژیم غذایی و تمرین هوازی بر روی ترمیل با شدت ۸۵-۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب، گزارش گردید (۸). در مقابل Tas 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 پاراکسوناز-۱ گزارش شد (۱۴). هم راستا با نتایج مطالعه حاضر مطالعه Casella-Filho و همکاران روی ۳۰ فرد (زن و مرد) مبتلا به سندرم متابولیک، متعاقب فعالیت بدنی روی دو چرخه کارسنج به مدت ۳ ماه، افزایش در سطح پاراکسوناز-۱ سرمی گزارش شده است (۹). همچنین در مطالعه Tomás و همکاران روی افراد حامل آلل QQ، افزایش سطح پاراکسوناز-۱ متعاقب ۱۶ هفته تمرین هوازی گزارش شد (۱۳). در مطالعه Otocka-Kmiecik و همکاران (۱۰) روی افراد ورزشکار و مطالعه Goldhammer و همکاران (۱۶) روی بیماران مبتلا به سندرم متابولیک، افزایش در سطح پاراکسوناز-۱ مشاهده شده است.

از آنجایی که مکانسیم روشنی از عملکردهای پاراکسوناز-۱ و اثر فعالیت ورزشی به ویژه تمرین استقامتی هنوز به درستی مشخص نیست؛ توضیح نتایج متناقض تحقیقات به درستی امکان‌پذیر نیست. تحقیقات نشان داده عمل عمده آنزیم پاراکسوناز-۱ مقابله با رادیکال‌های آزاد و مهار تنش‌های اکسیداتیو است که با کاهش میزان مواد آنتی‌اکسیدان بدن از فعالیت این آنزیم کم می‌شود و برعکس با مصرف مواد آنتی‌اکسیدان از جمله ویتامین‌های E و C بر فعالیت آن افزوده می‌شود (۱۳ و ۱۵).

ناهمخوانی نتایج در تحقیقات فوق با مطالعه ما 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. سن عامل تعیین‌کننده فعالیت پاراکسوناز-۱ است (۴). نتایج مطالعات انسانی نشان داده فعالیت سرم پاراکسوناز-۱ در هنگام تولد بسیار پایین است و در طول زمان افزایش می‌یابد. فعالیت پاراکسوناز-۱ در زمان بزرگسالی، تقریباً در طول زمان ثابت است. در افراد میانسال با گسترش شرایط فشار اکسایشی ممکن است فعالیت پاراکسوناز-۱ کاهش یابد (۳). همچنین نوع فعالیت ورزشی به کار رفته نیز اثرات متفاوتی را بر سیستم‌های تشریحی و متابولسمی می‌گذارد (۱۴). آزمودنی‌های

مقایسه برون‌گروهی وزن آزمودنی‌های گروه مداخله در مقایسه با گروه کنترل تفاوت آماری معنی‌داری نشان داد ( $P < 0/04$ ). در گروه مداخله و کنترل میانگین مقادیر شاخص توده بدنی در مرحله پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون کاهش نشان داد و این تغییرات در گروه مداخله معنی‌دار بود ( $P < 0/07$ ). چهار هفته تمرین استقامتی در گروه مداخله نسبت به گروه کنترل اثری بر شاخص توده بدنی نداشت. مقادیر حداکثر اکسیژن مصرفی گروه مداخله در مرحله پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون افزایش نشان داد ( $P < 0/26$ ) و در مقایسه برون‌گروهی این میزان در گروه مداخله نسبت به گروه کنترل افزایش نشان داد ( $P < 0/03$ ).

نتایج حاصل از اندازه‌گیری پاراکسوناز-۱ و شاخص‌های نیم‌رخ لیپیدی در جدول ۲ آمده است.

غلظت پاراکسوناز-۱ بعد از دوره تمرین در گروه مداخله ۱۵/۵۷ درصد افزایش ( $P < 0/03$ ) و در گروه کنترل ۱۹/۲۵ درصد کاهش غیرمعنی‌دار داشت. در انتهای مطالعه و مقایسه برون‌گروهی، غلظت سرمی پاراکسوناز-۱ در گروه مداخله نسبت به گروه کنترل تفاوت آماری معنی‌دار نشان داد ( $P < 0/01$ ).

میانگین سطح سرمی LDL-C در گروه مداخله ۶/۳۸ درصد کاهش ( $P < 0/05$ ) و در گروه کنترل ۲/۵۸ درصد کاهش غیرمعنی‌دار نشان داد. در انتهای مطالعه و مقایسه برون‌گروهی سطح سرمی LDL-C در گروه مداخله نسبت به گروه کنترل تفاوت آماری معنی‌داری داشت ( $P < 0/05$ ).

پس از چهار هفته تمرین استقامتی سطح سرمی کلسترول، تری‌گلیسرید و HDL-C در گروه مداخله در مرحله پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون کاهش غیرمعنی‌داری یافت و این مقادیر در مقایسه برون‌گروهی نیز بین گروه‌های کنترل و مداخله از نظر آماری معنی‌دار نبود. از طرفی ارتباط آماری معنی‌داری بین غلظت سرمی پاراکسوناز-۱ با متغیرهای کلسترول، تری‌گلیسرید، LDL-C و HDL-C یافت نشد.

## بحث

با توجه به نتایج این مطالعه چهار هفته تمرین استقامتی سبب افزایش معنی‌دار غلظت سرمی پاراکسوناز-۱ و کاهش معنی‌دار LDL-C در گروه مداخله گردید؛ ولی در سطح سرمی کلسترول، تری‌گلیسرید و HDL-C تغییری حاصل نشد.

درباره اثرات ورزش بر غلظت پاراکسوناز-۱ اختلاف نظر وجود دارد. برخی از محققان کاهش و یا عدم تغییر غلظت سرمی پاراکسوناز-۱ را گزارش داده‌اند (۱۵ و ۱۲) که با نتایج مطالعه ما همسو نیست. در مطالعه انجام شده Richter و همکاران روی ۱۲ هفته تمرین استقامتی دویدن در ۳۲ بزرگسال (زن و مرد) مبتلا به سندرم متابولیک، عدم تغییر در سطح پاراکسوناز-۱ سرم گزارش

کاهش می‌یابد 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 (۱۵ و ۱۸). این مسأله موجب افزایش قطر ذرات LDL-C و کاهش چگالی آنها می‌شود. بنابراین کاهش ذرات LDL-C در اثر فعالیت‌های ورزشی می‌تواند نشان‌دهنده اثر مثبت ورزش بر دستگاه قلبی - عروقی باشد (۱۹).

در مطالعه ما بررسی درون‌گروهی نشان داد که سطح سرمی کلسترول، تری‌گلیسرید و HDL-C در گروه مداخله کاهش داشت؛ ولی این کاهش معنی‌دار نبود و در گروه کنترل نیز تغییر چندانی نشان نداد. محققین معتقدند سطح HDL-C به‌سختی تحت تأثیر تمرین قرار می‌گیرند (۲۰). در مطالعه حاضر شاید شدت و مدت تمرین برای تغییر معنی‌داری HDL-C در افراد چاق کافی نبوده باشد. محققین نشان داده‌اند مکانیسم تغییرات HDL-C متعاقب تمرین پیچیده است (۲۰). آنزیم‌هایی مانند لیپوپروتئین لیپاز و پروتئین‌های حامل استر کلستریل (Cholesterylester transfer protein: CETP) نقش مهمی در تغییر غلظت HDL-C بازی می‌کنند. لیپوپروتئین لیپاز از طریق هیدرولیز تری‌گلیسرید سرم مهم‌ترین عامل در تغییر غلظت HDL-C است. کاهش غلظت HDL-C بعد از دوره تمرین ممکن است مربوط به افزایش غلظت فعالیت CETP باشد. CETP مسؤولیت حمل چربی‌ها را در مولکول HDL-C و سایر لیپوپروتئین‌ها برعهده دارد. افزایش CETP مجوزی برای تندسازی کاتابولیسم HDL-C (کاهش نیمه عمر) است و سرانجام غلظت HDL-C را کاهش می‌دهد (۲۰). از سویی در مطالعه حاضر میزان HDL-C اولیه شرکت‌کنندگان نسبتاً بالا و میزان کلسترول و تری‌گلیسرید آنان در حد طبیعی بود و شاید به همین دلیل شاخص‌های لیپیدی تغییرات متفاوتی نشان ندادند.

یکی از محدودیت‌های این مطالعه تعداد کم آزمودنی‌ها بود که ممکن است تا حدی به عدم تفاوت معنی‌دار متغیرها در بین گروه‌ها مرتبط باشد.

### نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که چهار هفته تمرین استقامتی سبب افزایش غلظت سرمی پاراکسوناز-۱ و کاهش LDL-C مردان چاق غیرورزشکار می‌گردد.

### تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان‌نامه آقای طالب عموزاد مهدیرچی برای اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته تربیت بدنی از دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساری بود. بدین‌وسیله از آقایان قدیر ذهبی و مطلب رضی به‌خاطر مشارکت در مطالعه؛ سپاسگزاری می‌گردد.

مطالعه حاضر افرادی چاق با دامنه سنی ۳۵-۴۵ سال بودند که پروتکل تمرین استقامتی دویدن تناوبی را با چهار تکرار هشت دقیقه‌ای و در بین هر تکرار چهار دقیقه استراحت فعال انجام دادند و تمرینات با شدت ۸۰-۶۵ درصد حداکثر ضربان قلب بیشینه اجرا شد. در تحقیق Tas و همکاران بیان شد که احتمالاً کاهش پاراکسوناز-۱ به خاطر استرس اکسیداتیوی ناشی از نوع تمرین و عامل سن است (۱۴). همچنین به نظر می‌رسد که یکی از دلایل کاهش ۱۹/۲۵ درصد پاراکسوناز-۱ در گروه کنترل به دلیل نوع رژیم غذایی آزمودنی‌ها باشد. 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 (۳). در مطالعه ای فعالیت پاراکسوناز-۱ سرم مردان سالم بعد از مصرف یک وعده غذایی غنی شده با چربی، تا حدود ۸ ساعت ۲۷ درصد کاهش یافت و اما تا ۱۲ ساعت به مقدار معمول بازگشت و جایگزینی چربی اشباع شده رژیمی، فعالیت سرم پاراکسوناز-۱ را در مردان و زنان سالم تا حدود ۶ درصد کاهش داد (۱۷). به‌رحال برای روشن‌تر شدن مکانیسم مولکولی پاراکسوناز-۱ و تغییرات آن در بدن در اثر فعالیت‌های ورزشی به ویژه تمرین استقامتی، انجام تحقیقات بیشتر ضرورت دارد.

یکی دیگر از یافته‌های مهم مطالعه حاضر کاهش معنی‌دار سطح سرمی LDL-C در گروه مداخله بود. سطح سرمی LDL-C در گروه مداخله نسبت به گروه کنترل تفاوت معنی‌داری داشت. همچنین پس از چهار هفته تمرین استقامتی تفاوت آماری معنی‌داری در سطح سرمی کلسترول، تری‌گلیسرید و HDL-C در گروه مداخله نسبت به کنترل مشاهده نشد. این نتایج با برخی از تحقیقات همخوانی دارد (۹). گائینی و همکاران نیز کاهش LDL-C را در طی تمرین هوازی تناوبی و تداومی گزارش کرده‌اند (۱۸). در حالی که در مطالعه Casella-Filho و همکاران تمرین ورزشی کوتاه‌مدت بر سطح سرمی و خواص HDL-C در بیماران سندرم متابولیک تغییری در LDL-C ایجاد نکرد (۹). از نظر ساز و کارهای درگیر در روند کاهش میزان LDL-C می‌توان گفت اجرای فعالیت‌های ورزشی موجب افزایش فعالیت آنزیم لیپوپروتئین لیپاز و موجب کاتابولیسم لیپوپروتئین‌های غنی از تری‌گلیسرید می‌گردد. بافت‌های چربی دارای مویرگ‌های متعدد و اعصاب اتونومیک هستند. از این‌رو همه اعمال متابولیک آنها توسط عوامل هورمون‌های تیروئیدی، جنسی و عصبی کنترل می‌شود و تنها یک علت را نمی‌توان برای افزایش و یا کاهش یک متغیر ذکر کرد (۱۸). یکی از علل مهم افزایش لیپولیز، تحریک گیرنده‌های بتا‌آدرنرژیک است که در تمرین هوازی

## References

- Martins Ra, Verissimo Mt, Coelho e silva Mj, Cumming SP, Teixeira AM. Effects of aerobic and strength-based training on metabolic health indicators in older adults. *Lipids Health Dis.* 2010; 9: 76.
- Wang Z, Nakayama T. Inflammation, a link between obesity and cardiovascular disease. *Mediators Inflamm.* 2010;2010:535918.
- Cakmak A, Zeyrek D, Atas A, Erel O. Paraoxonase activity in athletic adolescents. *Pediatr Exerc Sci.* 2010 Feb;22(1):93-104.
- 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 Oct;20(10):2057-62.
- 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 (2):21-8. [Article in Persian]
- Ramezanzpour 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(1):52-8. [Article in Persian]
- 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):1-8. [Article in Persian]
- 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 Dec; 101(6):1727-32.
- 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 Apr; 107(8):1168-72.
- 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.
- Rashidlamir A, Saadatnia A. [The effects of an eight-week aerobic training program on plasma adipokine concentrations in middle-aged men]. *Tehran Univ Med J.* 2011; 69(2):118-24. [Article in Persian]
- 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 Dec;94(6):1306-11.
- 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 May;43(5):713-20.
- Tas M, Zorga E, Yaman M. Comparison of the effects of different training methods on arylesterase activity and paraoxonase activity levels in hot environment. *The Online Journal of Recreation and Sport (TOJRAS).* 2012 Jan;1(1): 1-8.
- Otocka-Kmiecik A, Orłowska-Majdak M. The role of genetic (PON1 polymorphism) and environmental factors, especially physical activity, in antioxidant function of paraoxonase. *Postepy Hig Med Dosw (Online).* 2009 Dec; 63:668-77.
- 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 May-Jun;27(3):151-4.
- Ozturk H, Gungor M, Yigit S, Tacyildiz H, Basinoglu F, Koldas M. Effect of exercise on the paraoxonase activity. *Clinical Biochemistry.* 2009; 42(4-5):343.
- Gaeini AA, Kazemi F, Behzadee 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; 19(3): 277-86. [Article in Persian]
- 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 Apr;25(4):349-59.
- Nakhostin-Roohi B, Fathi R, Fadayi S. [Effect of aerobic training on serum chemerin levels and lipids of plamsa in overweight women]. *Sport Physiology.* 2013; 5 (18) :121-35. [Article in Persian]

## Original Paper

# Effect of four weeks of endurance training on serum level of paraoxonase-1 and lipid profile in non-athlete obese men

Amouzad Mahdirejei T (M.Sc)<sup>\*1</sup>, Berarei AR (Ph.D)<sup>2</sup>  
Farzanegei P (Ph.D)<sup>3</sup>, Ahmadi M (Ph.D)<sup>4</sup>

<sup>1</sup>M.Sc in Exercise Physiology, Islamic Azad University, Sari Branch, Sari, Iran. <sup>2</sup>Assistant Professor, Department of Sport Physiology, Islamic Azad University, Amol Branch, Amol, Iran. <sup>3</sup>Assistant Professor, Department of Sport Physiology, Islamic Azad University, Sari Branch, Sari, Iran. <sup>4</sup>Ph.D in Laboratory Sciences.

---

## Abstract

**Background and Objective:** Paraoxonase-1 is an important factor in preventing lipid oxidation and formation of oxidized low-density lipoprotein. There are conflicting reports on the impact of physical activity on serum level of Paraoxonase-1. This study was done to determine the effect of four weeks of endurance training on serum level of Paraoxonase-1 and lipid profile in non-athlete obese men.

**Method:** In this clinical trial study, sixteen obese healthy non-athletic men randomly divided into intervention and control groups. Subjects in interventional group were practiced endurance running periodic for four weeks, three sessions a week with 65-80% of maximum heart rate. Blood samples collected 48 hours prior the first and 48 hours following the final training. Serum level of Paraoxonase-1 and lipid profile including cholesterol, triglycerides, low-density lipoprotein and high-density lipoprotein were measured by ELISA method.

**Results:** At the end of the training, the serum level of of paraoxonase -1 increased 15.57% ( $P<0.05$ ) in interventional group and non-significantly reduced in control group (19.25%). The serum level of serum Paraoxonase-1 in interventional group significantly increased compared to controls ( $P<0.05$ ). The serum level of low-density lipoprotein in interventional group significantly reduced in comparison with controls ( $P<0.05$ ).

**Conclusion:** 4 weeks of endurance training increased serum level of paraoxonase -1 and decreased low-density lipoprotein in non-athlete obese men.

**Keywords:** Obesity, Endurance training, Paraoxonase-1 enzyme, Low-density lipoprotein, High-density lipoprotein, Male

---

\* **Corresponding Author:** Amouzad Mahdirejei T (M.Sc), E-mail: [taleb.amouzad@gmail.com](mailto:taleb.amouzad@gmail.com)

Received 29 Oct 2013

Revised 7 Apr 2014

Accepted 16 Apr 2014