

Effect of Concurrent Training on Paraoxonase Activity Levels and Some of the Lipid Plasma Markers in the Blood of Women without Exercise Activity

Zahabi Gh¹, Barari A.R², Ahmadi M³

Abstract

Purpose: The purpose of this study was to investigate the effect of concurrent training on serum paraoxonase-1 (PON1) activity and lipoprotein profile in the blood of obese women.

Methods: Twenty-four non-active exercise healthy women volunteered to participate in this research. They were randomly assigned into two groups: concurrent exercise group (n=12) and control group (n=12). Duration of training was 4 weeks, 3 sessions per week and each session lasted for 55-70 minutes. Concurrent exercise group carried out exercises at 60-80 percent of maximal reserve heart rate. Dependent variables were measured in the two phases of the study, including pre-test and post-test.

Results: Findings of the present study show significant increase in PON1 activity (P=0.01), however, lipid indexes of this research including LDL (P=0.414), HDL (P=0.22), VLDL (0.159), CH (P=0.1566) were not significantly changed. On the other hand, blood TG concentration was significantly reduced (P=0.001). In addition, in obese women without exercise activity, level of paraoxonase1 has a significant relationship with HDL (P=0.02), but no relation was observed with the other lipid indexes of this research (P>0.05).

Conclusion: The result of this study showed that after four weeks of concurrent training, increased enzyme paraoxonase 1 and decreased TG concentration were observed. But it seems the PON1 enzyme in inactive obese women has a significant relationship with HDL lipid parameters and other factors were not related to research. Thus, this protocol can be employed in inactive exercise obese men with inhibits the oxidation of LDL and limiting the HDL in circulation of blood with the goal of effectively prevent cardiovascular disease. Finally, in active people, exercise can increase PON1 induced enhanced in the total antioxidant system of the body.

Keywords: Concurrent Training, PON1 Enzyme, Lipid Indices, Non-activity exercise women

دریافت مقاله: ۹۳/۲/۲۳ تایید مقاله: ۹۳/۶/۳۱

تاثیر تمرینات ترکیبی بر سطوح فعالیت آنزیم پاراکسوناز ۱ و برخی شاخصهای لیپیدی پلاسما در خون زنان بدون فعالیت ورزشی

قدیر ذهبی^۱، علیرضا براری^۲، مهران احمدی^۳

هدف: هدف از این مطالعه بررسی اثر تمرینات ترکیبی بر فعالیت سرم پاراکسوناز ۱ و شاخصهای لیپوپروتئین پلاسما در زنان چاق (بدون فعالیت ورزشی) بود.

روش بررسی: بیست و چهار زن سالم بدون فعالیت ورزشی داوطلب برای شرکت در این پژوهش شدند که به طور تصادفی در دو گروه مساوی هدف (۱۲ نفره) و گروه شاهد (۱۲ نفره) قرار گرفتند. مدت زمان تمرینات ۴ هفته، هر هفته ۳ جلسه و هر جلسه به مدت ۵۵-۷۰ دقیقه به طول انجامید. تمرینات گروه ترکیبی با ۶۰ تا ۸۰ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره انجام شده است. متغیرهای وابسته در دو مرحله از مطالعه، از جمله پیش آزمون و پس آزمون اندازه گیری شد.

یافته ها: نتایج نشان دادند که افزایش معنی داری در فعالیت آنزیم پاراکسوناز ۱ مشاهده شد (p=۰/۰۱). اما شاخص لیپیدی این تحقیق از جمله LDL (p=۰/۴۱۴)، HDL (p=۰/۲۲)، VLDL (p=۰/۱۵۲) و کلسترول (p=۰/۱۵۶) تغییر معنی دار نداشت. از سوی دیگر کاهش معنی داری در غلظت تری گلیسرید خون مشاهده شد (p=۰/۰۰۱). علاوه بر این، در زنان چاق

بدون فعالیت ورزشی تغییرات سطوح پاراکسوناز ۱ با HDL ارتباط معنی‌داری داشت ($p=0/02$) و با دیگر شاخصهای لیپیدی این پژوهش رابطه‌ای نداشت (سطح معنی‌داری $p \leq 0/05$)

نتیجه‌گیری: نتایج تحقیق نشان داد که بعد چهار هفته تمرینات ترکیبی تغییرات مطلوبی بروی چربی و وزن را به همراه داشت و همچنین موجب افزایش معناداری در آنزیم پاراکسوناز ۱ و کاهش معنی‌داری غلظت تری‌گلیسرید خون داشت. اما به نظر می‌رسد که تغییرات آنزیم پاراکسوناز ۱ در زنان چاق بدون فعالیت ورزشی با HDL رابطه معنی‌داری داشت و با دیگر شاخص‌های لیپیدی این پژوهش رابطه‌ای نداشت. بنابراین این برنامه تمرینی می‌تواند در زنان چاق بدون فعالیت ورزشی با مهار اکسیداسیون LDL و با محدود کردن گردش HDL در خون با هدف پیشگیری از بیماری‌های قلبی - عروقی تاثیرگذار باشد. سرانجام در انسان‌ها ورزش می‌تواند با افزایش PON1 موجب افزایش سیستم آنتی اکسیدانی کل بدن شود.

کلمات کلیدی: تمرینات ترکیبی، آنزیم پاراکسوناز ۱، شاخص‌های لیپیدی، زنان چاق

نویسنده مسئول: قدیر ذهبی، Gh.zahabi@yahoo.com

آدرس: ساری، خیابان امیر مازندرانی، کوچه ایران زمین، جنب ساختمان عقیق.

۱- کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساری، ساری، ایران

۲- عضو هیئت علمی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیت الله آملی، آمل، ایران

۳- دکترای علوم آزمایشگاهی، آزمایشگاه تشخیص پزشکی بهشهر، بهشهر، ایران

مقدمه

فعالیت منظم ورزشی یکی از بهترین راه‌های مراقبت از سیستم قلب و عروق و پیشگیری از چاقی است. وزن اضافی در دوره بزرگسالی به آهستگی اضافه می‌شود بیشتر در معرض بیماری‌های قلبی و عروقی هستند (۱). تمرینات ترکیبی تحقیق ما شامل ترکیب تمرینات استقامتی که سازگاری در افزایش بستر مویرگی و ظرفیت اکسیداتیو و تمرینات مقاومتی که اندازه، سطح مقطع عضله و افزایش نیرو را در بر می‌گیرد (۲). پاراکسوناز ۱^۱ سرم انسانی توسط کبد ساخته می‌شود و وارد خون می‌شود و در یکی از زیر رده‌های HDL^۲ قرار می‌گیرد که در برگیرنده Apo A1 می‌باشد (۵).

فعالیت PON1 در بدن انسان نقش فراوانی دارد و این آنزیم در سلول‌های کبدی ترشح می‌شود و گردش HDL در خون را محدود می‌کند سال‌ها پیش نقش PON1 به عنوان هیدرولیز شناخته می‌شد اما اخیراً فعالیت آنتی اکسیدانی PON1 مورد توجه قرار گرفته است و به عنوان آنزیمی برای جلوگیری از اکسیداسیون لیپوپروتئین‌ها به وسیله واکنش گونه‌هایی که در استرس اکسیداتیو شکل می‌گیرند مورد استفاده قرار می‌گیرند (۶). PON1 می‌تواند به سه طریق عمل کند: مهار اکسیداسیون LDL^۳،

هیدرولیزکردن ارگانوفسفات‌های معین، متابولیسم ترکیبات داروی معین و همچنین PON1 توسط عوامل مختلفی تعیین می‌شود (۷). این آنزیم از خانواده‌های ژن پروتئینی می‌باشد، همچنین نوع دیگر PON2 و PON3 نیز وجود دارند.

آنزیم پاراکسوناز ۱ یک پروتئین گلیکولیزه‌شده‌ای است که حاوی ۳۵۴ اسید آمینه که در سرم روی لیپوپروتئین پرچگالی HDL قرار دارد. PON1 یک استراز وابسته به کلسیم با وزن مولکولی ۴۳-۴۵ کیلودالتون است. PON1 می‌تواند ارگانو فسفات‌هایی مانند پاراکسون که نام این آنزیم از اثرش روی این سوبسترای سنتتیک گرفته‌اند و استرهای نظیر فنیل استات را هیدرولیز کند. آنزیم پاراکسوناز یک آنزیم گلیکوپروتئینی است که بعد از ساخته شدن در کبد، به سطح لیپوپروتئین‌های پرچگالی باند می‌شود و فعالیت آن همبستگی بالایی با بیماری‌های قلبی و عروقی و آسیب بافتی برخی اندام‌ها دارد (۷). ژن PON1 روی بازوی بلند کروموزوم هفت قرار داشته و دو پلی مورفیسم معمول در اسیدهای آمینه ۱۹۲ و ۵۵ دارد. که عبارتند از پلی مورفیسم گلوتامین - آرژنین ۱۹۲ و پلی - مورفیسم متیونین - لوسین ۵۵. ساختار سه بعدی این آنزیم دارای یک جایگاه فعال بوده و شش پره بتا است و با جذب آن ساختار عملکرد کاتالیتیکی Ca^{2+} وابسته به - آنزیم به هم می‌ریزد (۸).

¹ Paraoxonase1 (PON1)

² High density lipoprotein(HDL)

³ Low density lipoprotein(LDL)

(۱۹).

آنزیم پاراکسوناز ۱ یکی از مهم‌ترین آنزیم‌های حذف‌کننده‌ی رادیکال‌های آزاد و از محافظ‌های اصلی لیپوپروتئین در برابر ترکیبات اکسیدکننده می‌باشد و به همراه شاخص‌های لیپیدی از موارد تشخیصی مناسب برای بیماری‌های قلبی-عروقی می‌باشد (۲۰). علاوه بر این نشان داده شده است که تاثیرات فعالیت بدنی بروی شاخص‌های لیپیدی وابسته به پلی مورفیسم پاراکسوناز ۱ دارد (۱۴). بنابراین به دلیل کمبود پژوهش‌های انسانی در پاسخ‌سازی در مهار فعالیت آنزیم PON1 و برخی شاخص‌های لیپیدی متعاقب تمرینات ترکیبی به ویژه در افراد میانسال چاق که در معرض آسیب‌پذیری بیشتر هستند و همچنین با توجه به تحقیقات مختلف و وجود نتایج ضد و نقیض در این زمینه و علاوه بر این ارتباط آنزیم پاراکسوناز ۱ و تمرینات بدنی در انسان‌های سالم کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است، لزوم بررسی تاثیرگذاری این تمرینات بر پاسخ و سازگاری سیستم سلولی متناسب با شدت، مدت، نوع تمرین و تولید رادیکال‌های آزاد در ارتباط با لیپوپروتئین‌ها، متعاقب این نوع تمرینات در افراد چاق احساس می‌شود (۱۵). اطلاعات متناقضی با توجه به سطح فعالیت آنزیم PON1 بعد از ورزش و تمرین بدنی وجود دارد علاوه بر این، در مطالعاتی مشخص شده است که فعالیت PON1 تفاوت معنی‌داری بین فرد فعال و چاق غیر سیگاری نشان نمی‌دهد (۱۶). این در حالی بود که در بازیکنان تمرین کرده راکبی فعالیت آنتی‌اکسیدانی PON1 بالاتر از گروه کنترل مشاهده شده است (۱۷). اما هنوز سوالاتی باقی می‌ماند مبنی بر اینکه تمرینات ترکیبی چگونه بروی فعالیت PON1 تاثیر داشته و چقدر اثر متقابل بین نوع فعالیت ورزشی و مارکرها لیپیدی در افراد با فنوتیپ‌های مختلف می‌باشد؟ این سوالات مطرح شده در این مطالعه می‌باشد.

هدف از تحقیق حاضر اثر چهار هفته تمرینات ترکیبی بر سطوح فعالیت آنزیم پاراکسوناز ۱ و برخی از شاخص‌های لیپیدی در خون زنان چاق بدون فعالیت ورزشی است و در این تحقیق فرضیه‌های زیر مطرح می‌شوند: میانگین مقادیر PON1 بر حسب نانو مول بر لیتر در دو گروه هدف و گروه شاهد قبل و بعد از اجرای برنامه تمرینی با هم تفاوت دارد. میانگین مقادیر شاخص‌های لیپیدی

مطالعات گوناگون نشان دادند اکسیداسیون LDL-C در دیواره عروق یک عامل مهم در پیدایش آترواسکلروز^۱ بوده و احتمال بروز بیماری‌های کرونر قلب را افزایش می‌دهد (۸،۹). بررسی‌ها نمایانگر آن است که LDL-C و پاراکسوناز میزان اکسیداسیون LDL-C را کاهش می‌دهند. بنابراین کاهش سطح سرمی پاراکسوناز سبب افزایش فرایند آترواسکلروز و ریسک ابتلا به بیماری‌های کرونری به علت افزایش اکسیداسیون LDL-C می‌گردد (۱۰،۱۱). مطالعات نشان داده‌اند که فعالیت PON1 سرمی در بیماری‌هایی که با مشکلات کرونر قلبی در ارتباط هستند از جمع دیابت قندی هیپرکلسترولمی و نارسایی-کلیه کاهش می‌یابد. اکسیداسیون LDL-C به عنوان یک مرحله کلیدی برای شروع روند آترواسکلروز شناخته شده است. که می‌تواند روند اکسیداسیون LDL جلوه‌گیری می‌کند و نقش آنزیماتیک آن به عنوان یک آنتی‌اکسیدان نشان داده شده است.

پاراکسوناز یک آنزیم استراز است که همراه با LDL-C حمل می‌گردد. بنابراین در کاهش ریسک آترواسکلروز و بیماری‌های عروق کرونری نقش دارد. کاهش فعالیت آنزیم پاراکسوناز، ظرفیت کلی آنتی‌اکسیدان‌ها، اختلالات لیپیدی بیماران مبتلا به نارسایی مرحله نهایی کلیه و در بیماران که تحت همودیالیزند، استعداد به بیماری‌های قلبی-عروقی دارند را بالا می‌برد. شواهدی وجود دارد که PON1 در بیماری آترواسکلروز در حال رشد به عنوان محافظ عمل می‌کند. ژنتیک، عوامل محیطی و شیوه زندگی ممکن در غلظت خون PON1 و فعالیت بیولوژیکی تاثیراتی داشته باشد و در این بین فعالیت بدنی نقش مهمی ایفا می‌کند. وپروس اغلب ممکن است اثرات مقابل بروی حالت‌های PON1 در تمرینات منظم و فعالیت بدنی داشته باشد. اغلب نتایج مطالعات متضاد هم هستند که این ممکن است به زمان، شدت و تکرار فعالیت بدنی بستگی داشته باشد. علاوه بر این نتایج این مطالعات نشان می‌دهند که تاثیرات فعالیت بدنی بروی غلظت خون PON1 و فعالیت قابل تغییر و اصلاح بوسیله فاکتورهای محیطی و سبک زندگی می‌باشند (۱۱،۱۲،۱۳). سرانجام فعالیت PON1 به نظر می‌رسد نقش مهمی در حفظ اثرات محافظتی اندوتلیالی-آترو از HDL داشته باشد

¹Atherosclerosis

(Vo_2max) با استفاده از تست پله کوبین و از طریق فرمول (ضربان قلب* $0/1847$) - $65/81$: Vo_2max برای زنان (۳) و سپس با توجه به معادله زیر، حداکثر قدرت (یک تکرار بیشینه) فرد برای آن حرکت برآورد شد (۴).

$$\text{وزنه جابجا شده (کیلوگرم)} = \frac{\text{یک تکرار بیشینه}}{\{1/0.278 - (\text{تعداد تکرار تا خستگی} \times 0/0.278)\}}$$

اندازه‌گیری متغیرهای وابسته برای تمام آزمودنی قبل و بعد پروتکل تمرینی گرفته شدند. ابتدا با تشخیص Vo_2max و محاسبه حداکثر ضربان قلب بیشینه براساس فرمول (سن - ۲۲۰)، برنامه تمرینی گروه تجربی شامل تمرینات ترکیبی بود که از ترکیب تمرینات استقامتی و تمرینات مقاومتی تشکیل گردید.

تمرینات استقامتی یا همان دویدن با شدت ۶۰ تا ۸۰ درصد حداکثر ضربان قلب توسط روش کارونن برای آزمودنی‌ها (۱۹) و تمرینات مقاومتی نیز با شدت ۶۰ تا ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه بود که به مدت ۵۵-۷۰ دقیقه در هر جلسه، سه‌روز در هفته و برای چهار هفته اجرا شد. اصل اضافه بار به گونه‌ای طراحی شده است که بعد از چهار هفته تمرین، آزمون یک تکرار بیشینه برای هر فرد در هر ایستگاه انجام و مقدار وزنه بر اساس آن تنظیم شد قبل از شروع پژوهش و انجام اندازه‌گیری متغیرهای پیش‌آزمون و پس‌آزمون، محقق یک جلسه ویژه با حضور کلیه‌ی آزمودنی‌ها تشکیل داد و به تشریح و توصیف ویژگیهای پژوهش و مدت انجام آن، اندازه‌گیری متغیرها، محدودیت‌های پژوهش، نحوه‌ی صحیح آزمون‌ها و انجام تمرینات، شرح وظایف و دستورالعمل مربوط به آزمون‌ها و پژوهشگر، امکانات و محدودیت‌های زمانی و مکانی پژوهش و غیره پرداخت. برای بررسی متغیرهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی، عمل خونگیری بعد از ۱۴-۱۲ ساعت ناشتایی صورت می‌گیرد که در دو مرحله طی پژوهش انجام شد.

در اندازه‌گیری پاراکسوناز ۱ از روش آنزیم ایمونواسی استفاده شد. همان‌طوری که سنتز مداوم این آنزیم در سلول‌های قرمز خون پس از دریافت، برای آماده‌سازی نمونه‌ها بسیار مهم است، نمونه‌های سرمی ناپیستی برای بیش از ۳۰ دقیقه قبل از سانتریفوژ و جداسازی سرم لخته شوند. قبل از جداسازی نمونه‌های سرمی روی یخ نگهداری شدند. نمونه‌های خونی بعد از ثابت شدن در لوله

(LDL, HDL, VLDL^۱)، تری‌گلیسرید و کلسترول) بر حسب میلی‌گرم بر دسی لیتر در دو گروه هدف و گروه شاهد قبل و بعد از اجرای برنامه تمرینی با هم تفاوت دارد. ارتباط معنی‌داری بین PON1 و مقادیر منتخب شاخص‌های لیپیدی (LDL, HDL, VLDL)، تری‌گلیسرید و کلسترول) در گروه آزمودنی هدف وجود دارد.

روش بررسی

پژوهش حاضر به دلیل عدم کنترل برخی متغیرهای مداخله‌گر نیمه‌تجربی بوده و با طرح پژوهش پیش‌آزمون پس‌آزمون و دارای گروه کنترل می‌باشد.

جامعه آماری این تحقیق شامل زنان چاق بدون فعالیت ورزشی شهرستان بهشهر بودند و برای انتخاب نمونه آماری، ابتدا فراخوان عمومی در سالن‌های ورزشی شهرستان نصب گردید. آزمودنی‌هایی که شرایط لازم را از نظر سلامت عمومی، عدم سابقه اجرای تمرینات بدنی منظم و مستمر در مدت دو سال اخیر، عدم مصرف دخانیات در شش ماه گذشته، عدم ابتلا به بیماری‌های مزمن از قبیل بیماری قلبی و مشکلات مفصلی داشتند انتخاب شدند. سپس از میان آزمودنی‌های واجد شرایط، ۲۴ زن چاق که BMI بیشتر از ۳۰ کیلوگرم بر مترمربع داشتند به صورت تصادفی انتخاب و به همین صورت به دو گروه مساوی هدف (میانگین سنی: $37/55 \pm 2/43$ سال، BMI: $34/2 \pm 3/51$ کیلوگرم بر متر مربع) و گروه شاهد (میانگین سنی: $39/17 \pm 3/8$ سال، BMI: $2/73 \pm 33/6$ کیلوگرم بر مترمربع) تقسیم شدند (۲۱، ۲۲). بعد از تشریح اهداف تحقیق و چگونگی مراحل انجام آن از این افراد برای شرکت در پژوهش حاضر، رضایت‌نامه کتبی گرفته شد. مکان اجرای آزمون‌ها و اندازه‌گیری‌ها در هر دو مرحله‌ی پیش‌آزمون و پس‌آزمون ثابت بود. به منظور همگن کردن آزمودنی‌ها، نخست پرسش‌نامه خود ارزیابی وضعیت تندرستی برای شرکت در برنامه تمرینات نیز توسط آزمودنی‌ها تکمیل شد و از طریق تست اکوکاردیوگرافی، میزان سلامت قلب و عروق آزمودنی‌ها نیز بررسی شد (۱۸). متغیرهای وزن، قد، شاخص توده بدن، درصد چربی بدن بوسیله کالیپر مدل لافایت آمریکا به روش نوموگرام‌بان، حداکثر اکسیژن مصرفی

¹ Very low density lipoprotein(VLDL)

مارکرهای لیپیدی (VLDL, LDL, تری گلیسرید و کلسترول) رابطه آماری معناداری نداشت.

بحث و نتیجه گیری

در مقابل عوامل خطر ساز مختلفی مانند فشار خون بالا، الگوهای لیپیدی خونی مانند HDL پایین، سیگار کشیدن، تری گلیسرید و LDL بالا در ایجاد بیماری کرونر نقش دارند. فعالیت بدنی منظم خطر بیماری قلبی- عروقی را کاهش می دهد. موضوع دیگر تداوم تمرینات برای حفظ اثرات سلامتی با ورزش است. چاقی به عنوان تجمع چربی در بدن تعریف شده است. علت مسئله چاقی تنها عوامل وراثتی نیست، بلکه عادات های تغذیه ای و ورزشی در این مسئله دخالت دارد. همچنین وزن اضافی در دوره بزرگسالی به آهستگی اضافه می شود و در این بین سنین ۲۵ تا ۴۵ سال، خطرناک هستند. علاوه بر آن ارتباط آنزیم پاراکسوناز ۱ و تمرینات بدنی در انسان های سالم کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است.

هدف اصلی پژوهش حاضر، اثر تمرینات ترکیبی بر سطح فعالیت آنزیم پاراکسوناز ۱ و منتخبی از شاخص های لیپیدی در خون زنان چاق تمرین نکرده بود. در این مطالعه ۲۴ زن غیرورزشکار ۳۰ تا ۴۵ ساله در یک طرح طولی بطور تصادفی به دو گروه مساوی تمرینی و گروه کنترل تقسیم شدند. برنامه تمرینات در مجموع ۷۰-۵۵ دقیقه بود برای سه جلسه در هفته و به مدت چهار هفته اجرا شدند. در این تحقیق متغیر وزن، شاخص توده بدن، حداکثر اکسیژن مصرفی و غلظت تری گلیسرید خون کاهش معنادار و متغیر یک تکرار بیشینه و آنزیم پاراکسوناز ۱ نسبت به گروه کنترل افزایش معناداری داشتند. همچنین شاخص های لیپیدی (LDL, VLDL, کلسترول) کاهش و شاخص HDL افزایش داشتند اما این تغییرات از نظر آماری معنادار نبودند. همچنین نتایج این تحقیق نشان می دهد که آنزیم PON1 فقط با شاخص لیپیدی HDL ارتباط معناداری داشت.

اطلاعات نتایج تحقیق حاکی از این است که این تغییرات با پژوهش پیتروکونکوس^۱ و همکارانش بروی کودکان چاق که تاثیر مطلوب کوتاه مدت شیوه زندگی بر

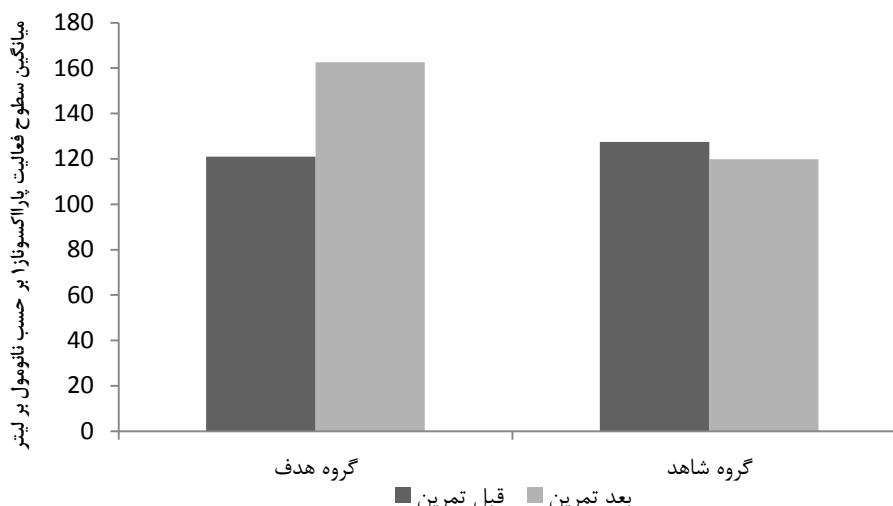
آزمایش سانتریفوژ و تا زمان اندازه گیری بیوشیمیایی در دمای ۸۰- درجه سانتیگراد نگهداری شدند. برای اندازه گیری تری گلیسرید و کلسترول از روش آنزیمی کالری- متری تک نقطه ای به شیوه فتومتری استفاده شد. محدوده اندازه گیری بین ۵ میلی گرم تا ۴۰۰ میلی گرم در دسی لیتر بود. برای اندازه گیری VLDL, LDL, HDL از روش آنزیماتیک استفاده شد.

تجزیه و تحلیل آماری: به منظور استفاده از آزمون آماری مناسب با توجه به حجم نمونه و به منظور بررسی توزیع طبیعی داده ها در بین گروهها از آزمون کلموگروف- اسمیرنوف استفاده گردید. در صورتی که متغیرها دارای توزیع نرمال باشند، برای اثربخشی تمرین جهت تجزیه و تحلیل آماری فرضیه های تحقیق و برای مقایسه ی تفاوت میانگین گروهها، در دو مرحله پیش آزمون و پس آزمون از آزمون تی همبسته و برای بررسی ارتباط بین PON1 و میزان شاخص های چربی خون از آزمون ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل اطلاعات خام و کلیه محاسبات و عملیات آماری از نرم افزار رایانه ای SPSS-18 و برای رسم نمودارهای مربوطه از نرم افزار EXCEL-2010 استفاده شد. سطوح معنی داری $p \leq 0/05$ تعیین شده بود.

یافته ها

نتایج این تحقیق نشان داد که تمرینات ترکیبی توانست در آزمودنی های چاق با شاخص توده بدنی بین ۳۵-۳۰ کیلوگرم بر متر مربع، باعث کاهش معنی دار درصد چربی بدن ۴/۲۲٪ و شاخص توده بدن ۴/۳۷٪ گردد. اما مقادیر یک تکرار بیشینه ۴۹/۹٪ و توان هوازی بیشینه ۱/۸۴٪ افزایش معنی داری داشت. نتایج مندرج در نمودار و جدول ۱ نشان می دهد، که تغییرات پس آزمون نسبت به پیش آزمون در گروه ترکیبی موجب افزایش معناداری در آنزیم PON1 ($p=0/01$) و کاهش معناداری در غلظت تری گلیسرید خون ($p=0/001$) نسبت به گروه کنترل شد. اگرچه سایر شاخص های لیپیدی (LDL, VLDL, CH) کاهش و شاخص HDL افزایش داشتند اما این تغییرات از نظر آماری معنادار نبودند. همچنین نتایج این تحقیق نشان می دهد که آنزیم PON1 فقط با شاخص لیپیدی HDL ارتباط معناداری ($p=0/02$) داشت. اما با سایر

¹ Piter koncsos



مقایسه آنزیم PON1 قبل و بعد تمرینات

نمودار ۱: مقایسه آنزیم پاراکسوناز ۱ (نانومول بر لیتر) قبل و بعد از تمرینات در گروهها نشان می دهد. سطح معنی داری ($p \leq 0/05$) فعالیت سطوح آنزیم پاراکسوناز ۱ در گروه هدف به طور معنی داری بیش از گروه شاهد است.

جدول ۱: آنالیز آماری T متغیرهای وابسته در گروهها

متغیر	گروه	پیش آزمون	پس آزمون	T-test	معنادار
^a PON1	هدف	۱۲۱	۱۶۲/۶	۲/۸۴۲	* ۰/۰۱
	شاهد	۱۲۷/۵	۱۱۹/۸	۰/۵۴	۰/۳۸
^b LDL	هدف	۱۱۹/۷۵	۱۱۱	۳/۲۱۴	۰/۴۱۴
	شاهد	۱۱۳/۵۲	۱۲۴/۴	۰/۵۴۳	۰/۵۷
^c HDL	هدف	۳۷/۳۸	۴۲/۷	-۱/۳۵۴	۰/۲۲
	شاهد	۳۶/۲۸	۳۵/۹۱	۰/۶۱۲	۰/۷۱۱
^d VLDL	هدف	۴۰/۶	۳۴/۷۲	-۳/۷۸	۰/۱۵۹
	شاهد	۳۴/۸	۳۳/۱۱	۰/۲۴۱	۰/۴۲۱
^e Cholesterol	هدف	۲۰۰/۴	۱۹۱/۷۵	۰/۵۱	۰/۱۵۶۶
	شاهد	۱۹۲	۱۹۴/۴۶	۴/۱۱۲	۰/۶۲۱
^f Triglyceride	هدف	۲۰۰/۴۷	۱۷۴/۶	-۴/۵۲	^g ۰/۰۰۱
	شاهد	۱۷۲/۳	۱۷۸/۳۴	۰/۱۵۷	۰/۹۱۲

a: Paraoxonase 1, b: High density lipoprotein, c: Low density lipoprotein, d: Very low density lipoprotein, e: کلسترول, f: تری گلیسرید, g: سطح معنی داری $p \leq 0/05$

در محیط گرم در هشت هفته بررسی کردند (۲۳). همخوانی ندارد. همچنین در این تحقیق PON1 فقط با HDL ارتباط معناداری داشت که با پژوهش رایبسون، به دنبال ورزش حاد در زن و مرد چاق در مدت سه ماه همخوانی دارد (۲۴). تناقض این پژوهشگران و نتایج پژوهش حاضر به احتمال زیاد در مقابل فاکتورهای

فعالیت پاراکسوناز بررسی کردند (۲۱) همخوانی دارد و با دیگر پژوهشها مانند اسماعیل افضل پور و همکارانش که به بررسی تاثیر تمرینات هوایی متوسط و شدید بروی مردان سالم غیرورزشکار در هشت هفته پرداختند (۱) و تحقیقات مورات و همکاران که مقایسه تاثیر روشهای تمرینات مختلف ورزشی را بر سطوح فعالیت پاراکسوناز ۱

محدود می‌کند و در انسان‌ها تمرین ورزشی با افزایش PON1 موجب افزایش سیستم آنتی‌اکسیدانی و کاهش اکسیداسیون لیپیدها و تغییرات کاهشی وزن را نیز به همراه دارد و این آنزیم یکی از مهم‌ترین آنزیم‌های حذف‌کننده رادیکال‌های آزاد و از محافظ‌های اصلی لیپوپروتئین در برابر ترکیبات اکسید کننده می‌باشد و به همراه شاخص‌های لیپیدی از موارد تشخیصی مناسب برای پیشگیری از چاقی و بیماری‌های قلبی-عروقی می‌باشد.

در نهایت یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که پس از چهار هفته تمرینات ترکیبی تاثیر مطلوبی بر شاخص‌های لیپیدی و تغییرات وزن داشت. در مجموع می‌توان بیان نمود که کلیه تغییرات ایجاد شده در متغیرهای پژوهش مطلوب ارزیابی می‌شود و با افزایش PON1 در اثر ورزش آنزیم لیپوپروتئین لیپاز که در فیبرهای عضلانی نوع یک و میوکارد قرار دارد فعال می‌شود. پس این برنامه با مهار اکسیداسیون LDL و محدود کردن HDL در گردش خون در اثر افزایش در آنزیم پاراکسوناز ۱ می‌تواند در زنان چاق تمرین نکرده با هدف پیشگیری از بروز بیماری‌های قلبی-عروقی به‌طور موثر به کار گرفته شود و در انسان‌ها تمرینات ورزشی در مجموع باعث افزایش سیستم آنتی‌اکسیدانی می‌شود. اگرچه نظر قطعی در این راستا نیازمند تحقیقات گسترده‌تر و جامع‌تر می‌باشد. در پایان به زنان چاق تمرین نکرده و غیرورزشکار توصیه می‌شود، برای حفظ و رسیدن به یک وضعیت بدنی ایده‌آل بویژه برای کاهش چربی‌های خونی و اثرات آن از تمرینات ترکیبی استفاده کنند، زیرا این نوع تمرین در این افراد که سال‌ها از تمرینات ورزشی دور بودند و حالت یکنواختی را به دنبال داشتند، می‌تواند در صورت طراحی درست موجب انگیزه بیشتر و ادامه تمرینات باشد. نتایج ما به دلیل قابلیت ژنتیک آزمودنی‌ها بر تغییرات و سازگاری سلولی، سطح انگیزش، استرس‌های روانی، شیوه زندگی و سطح اجتماعی آزمودنی‌ها محدود شد. با توجه به اینکه مطالعه حاضر تاثیر تمرینات ترکیبی برای زنان بدون فعالیت ورزشی مورد بررسی قرار داد. همچنین برای امکان تعمیم بیشتر به محققان آینده پیشنهاد می‌شود که تعداد هفته‌ها و شدت‌های متفاوت تمرینی را بررسی کنند تا شناخت دقیقی از شدت تمرینی مناسب در جهت افزایش یا کاهش وزن فراهم آورند. علاوه بر این می‌توان همزمان

ژنتیک، شیوه زندگی، کشیدن سیگار، آمادگی بدنی، جنس، سن آزمودنی‌ها و همچنین به نوع، شدت، مدت تمرینات، روش‌های متفاوت در محیط‌های مختلف به کارگرفته شده و مسائل تغذیه‌ای بر فعالیت پاراکسوناز ۱ و سطوح آنتی‌اکسیدانی آن تاثیرگذار خواهد بود.

آنزیم پاراکسوناز ۱ در کبد ساخته می‌شود و وارد خون می‌شود و در یکی از زیر رده‌های HDL قرار می‌گیرد و می‌تواند مهار اکسیداسیون LDL را انجام دهد. از طرفی به نظر می‌رسد نوع نمونه مورد پژوهش، شدت و نوع پروتکل تمرینی، ناشتایی و زمان خون‌گیری متعاقب ناشتایی از عوامل تاثیرگذار بر نتایج تحقیق حاضر باشد. بنابراین براساس یافته‌های حاصل از مطالعه حاضر کاهش وزن و شاخص توده بدن و بهبود شاخص‌های لیپیدی و افزایش معنی‌داری آنزیم پاراکسوناز ۱ بعد دوره تمرینی احتمالاً نشانگر کارآمدی استراتژی فعالیت بدنی برای مقابله با چاقی، اضافه وزن و اثرات آن می‌باشد. با بررسی ملاحظه می‌شود در مطالعاتی که از آزمودنی‌های متفاوت در سن، جنس، تیپ بدن، سابقه بیماری و فعالیت بدنی منظم استفاده شده است نتایج نسبتاً متفاوت و گاه متناقضی به‌دست آمده که بیانگر توجه بیشتر به این قضیه است. بنابراین شاید بتوان در توضیح یافته‌های حاضر خاطر نشان کرد که این نتایج بار دیگر از مزایای غیردارویی ورزش و فعالیت بدنی منظم در راستای سلامت عمومی و کاهش خطرات ناشی از اضافه وزن حمایت می‌کند (۲۱، ۱).

تمرکز اصلی پژوهش حاضر بر روی سازگاری‌های ایجاد شده بر پاراکسوناز ۱ و شاخص‌های لیپیدی بعد از تمرینات می‌باشد. به طور خلاصه می‌توان گفت این آنزیم به همراه سایر آنزیم‌ها و مواد آنتی‌اکسیدان در بدن یک سد دفاعی قوی در برابر مواد اکسیدکننده تولیدشده ایجاد می‌کنند و مهار اکسیداسیون LDL به همراه دارد و از آنجایی که LDL ارتباط مهمی با نارسایی بافت‌های مختلف مثل قلب، کبد، کلیه و مغز و سایر قسمت‌ها دارد. لذا پژوهش‌های اخیر اغلب بر ویژگی آنتی‌اکسیدانی PON1 متمرکز شده‌اند. تحقیقات نشان داده است که با کاهش میزان مواد آنتی‌اکسیدانی بدن از فعالیت پاراکسوناز ۱ نیز کم می‌شود. PON1 عامل جریان سریع کلسترول به واسطه HDL است و با کاهش وزن و فعال شدن آنزیم لیپوپروتئین لیپاز در اثر ورزش همراه است، گردش HDL را در خون

سپاسگزاری

با تقدیر از استاد عزیزم جناب آقای دکتر علیرضا براری به عنوان استاد راهنما و آقای دکتر احمدی مدیر آزمایشگاه تشخیص پزشکی شهرستان بهشهر که در مراحل تحقیق از راهنمایی‌شان استفاده کردم. همچنین با تشکر از: همسر و خانواده‌ام که امید برای انگیزه بیشتر در این تحقیق را برایم فراهم کردند.

پروتکل تمرین های مختلف بروی آنزیم پاراکسوناز ۱ و متغیرهای اندازه گیری شده انجام شود تا تفاوت بین انواع تمرین در یک گروه آزمودنی مشخص شود.

منابع

1. Afzalpuor M, Gharahkanlo R, Gaeeni A, Maleknia H. The effect of moderate and intensive training on paraoxonase activity and lipid profile in healthy male athletes. *Olympic Journal* 2003; 3: 115-134. [Persian]
2. Ghahremanlo A, Agha alinejad M, Gharahkanlo R. Comparison of three types of trainings endurance, strength and concurrent on the byvanzhyk characteristics, maximum strength and body composition non-trained men. *Olympic Journal* 2007; 4: 45-57. [Persian]
3. Tartibian B. Estimate of Physiologic Indicators in Exercise. One Printing, Publications Publications Physician Tehran 2006. [Persian]
4. Joukar H. The association of four weeks of endurance and resistance training with silybum marianum supplement on VEGF and PDGF blood untrain men student. A master's thesis to get M.A degree Islamic Azad Univesity 2012. [Persian]
5. Mackness MI, Durrington PN. HDL-c, its enzymes and its potential to influence lipid peroxidation. *Atherosclerosis* 1995; 115: 243-53.
6. Ladu BN, Eckerson HW. The polymorphic paraoxonase / arylesterase isozymes of human serum. *Fed Proc* 1984; 43(8): 2338-41.
7. Beltowski J, et al. Cervistatin modulates plasma paraoxonase/arylesterase activity and oxidant-antioxidant balance in the rat. *Pol J Pharmacol* 2002; 54: 143-50.
8. Liggy P. The new view scientific American. *Atherosclerosis* 2002; 286: 30-37.
9. Noto H. Exclusive association of paraoxonase with High density lipoprotein particles in apolipoprotein A-I deficiency. *Biochem Res Common* 2001; 30(2): 395-401.
10. Malin R. Paraoxonase gene polymorphism and coronary reactivity in young healthy men. *J Mol Med* 2001; 79 (8): 48-49.
11. Durrington PN, Mackness B, Mackness MI. Paraoxonase and atherosclerosis. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2001; 21: 473-84.
12. Mackness B, et al. Paraoxonase status in coronary heart disease: are activity and concentration more important than genotype? *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2001; 9:12151-70.
13. Tomas M, et al. Paraoxonas 1-192 polymorphism modulates the effects of regular and acute exercise paraoxonase 1 activity. *J Lipid Res* 2002; 43: 713-720.
14. Senti M, et al. Interrelationship of smoking, paraoxonase activity, and leisure time physical activity: A population-based study. *Eur J Int Med* 2003; 114: 178-184.
15. Pawlowska D. Pharathion-methyl effect on the activity of hydrolitic enzymes after single physical exercise in rats. *Pol J Pharmacol Pharm* 1985; 37(5): 629-638.
16. Senti M, et al. Interrelationship of smoking, paraoxonase activity, and leisure time physical activity: A population-based study. *Eur J Int Med* 2003; 114: 178-184.
17. Britez F, et al. Regular exercise improve lipid and antioxidant profile. In: Abstracts of XIIth International Symposium on Atherosclerosis. Stockholm Sweden. 25-29 Jun 2000; 162.

18. Pols MA, Peeters HM, Beunode-Mesquita HB. Validity and reliability of a modified Baeck questionnaire on physical activity. *Int J Epidemiol* 1995; 24 (2): 381-8.
19. McArdle WD, Katch FI, Katch V I. *Exercise Physiology: Energy, Nutrition, and Human Performance (Fifth Edition)* 2001; 322.
20. Gyorgy PS, et al. The serum paraoxonase activity in patients with chronic renal Failure and hyperlipidemia. *Nephron* 1998; 80: 166-170.
21. Koncsos P. Favorable Effect of Short-Term Lifestyle Intervention on Human Paraoxonase-1 Activity and Adipokine Levels in Childhood Obesity. *Medical and Health Science Center, Nagyerdei korut* 2012; H-4012.
22. Ozdag S, et al. Effects of short-term exercise on heart-rate blood pressure oxidative stress paraoxonase activity and lipid hydroperoxide. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology* 2010; 4(9), 658-661.
23. Tas MT. Comparison of the effect of different training method on arylesterase activity and paraoxonase activity levels in hot environment . *Journal of Recreation and Sport* 2012; page, Issue 1.
24. Rabinson. The relationship between oxidized low-density lipoprotein and paraoxonase 1 following acute exercise. *pub medicine* 2011; DAI/B 73-04.