

## The effect of an aerobic exercise course with vitamin C consumption on the profile of lipoprotein microparticles in overweight postmenopausal women

Azadeh Rangchi Tehrani<sup>1</sup>, Elham Farhadfar<sup>2</sup>

1. M.Sc. in Exercise Physiology, Department of Physical Education and Sport Sciences, Tehran Central Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2. Assistant Professor of Exercise Physiology, Department of Physical Education and Sport Sciences, Tehran Central Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

**Background:** The aim of the present study was to investigate the effect of an aerobic training session with vitamin C consumption on the profile of lipoprotein microparticles in overweight postmenopausal women.

**Methods:** The research method of this study was semi-experimental with a pre-test-post-test design. The statistical population included all postmenopausal women aged 45 to 55 in Tehran with a body mass index between 25 and 30 kg/m<sup>2</sup>. A statistical sample of 40 people was selected in a purposeful way and randomly placed in 4 groups of aerobic exercise, vitamin C, aerobic exercise + vitamin C, and placebo (10 people in each group). 24 hours before and after the last exercise program, the research variables were measured and the research groups were affected by aerobic exercise for 8 weeks and 3 sessions every week. In the supplement groups, vitamin C was taken in the form of 500 mg tablets. The aerobic training program was for 8 weeks and included running with a work intensity of 35-45% of the target heart rate (Karovonen method) for 16 minutes in the first week, which increased to 60% of the target heart rate for 30 minutes in the eighth week. Receipt. In the experiment and statistical analysis, to determine the normality of data distribution, the Shapiro-Wilk test, the correlated t-test, and the one-way analysis of variance test were used to examine the inter-group changes in the pre-test and post-test.

**Finding:** The research findings showed that after eight weeks of aerobic exercise with vitamin C intake, small HDL increased significantly ( $p=0.001$ ), large HDL increased significantly ( $p=0.001$ ), small LDL, There was a significant decrease ( $p=0.001$ ) and large LDL had a significant decrease ( $p=0.001$ ).

**Conclusion:** The results of the present study showed that eight weeks of aerobic exercise and vitamin C consumption caused significant positive changes in the lipid profiles of healthy, overweight and obese postmenopausal women. It seems that aerobic exercise and vitamin C supplementation can reduce cardiovascular risk factors in postmenopausal women.

**Keywords:** Aerobic exercise, vitamin C, lipid profile and postmenopausal women.



## اثر یک دوره تمرین هوازی همراه با مصرف ویتامین C بر نیمرخ ریز ذرات لیپوپروتئینی زنان یائسه دارای اضافه وزن

آزاده رنگچی تهرانی<sup>۱</sup>، الهام فرهادفر<sup>۲</sup>

۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲. استادیار فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

**مقدمه:** هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر یک دوره تمرین هوازی همراه با مصرف ویتامین C بر نیمرخ ریز ذرات لیپوپروتئینی زنان یائسه دارای اضافه وزن بود.

**روش‌ها:** روش تحقیق مطالعه حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش آزمون - پس آزمون بود. جامعه آماری شامل کلیه زنان یائسه ۴۵ تا ۵۵ ساله شهر تهران با شاخص توده بدنی بین ۲۵ تا ۳۰ کیلوگرم بر متر مربع بودند. نمونه آماری به تعداد ۴۰ نفر به شکل هدفمند انتخاب و به طور تصادفی در ۴ گروه تمرین هوازی، ویتامین C، تمرین هوازی + ویتامین C، و پلاسبو (هر گروه ۱۰ نفر) قرار گرفتند. ۲۴ ساعت قبل و پس از آخرین اجرای برنامه ورزشی، متغیرهای تحقیق مورد اندازه گیری قرار گرفت و گروه های پژوهش به مدت ۸ هفته و هر هفته ۳ جلسه تحت تاثیر تمرین هوازی قرار گرفتند. در گروه های مکمل، مصرف ویتامین C به صورت قرص ۵۰۰ میلی گرمی مصرف شد. برنامه تمرین هوازی به مدت ۸ هفته و شامل دویدن با شدت کار ۳۵ تا ۴۵ درصد ضربان قلب هدف (روش کارروونن) به مدت ۱۶ دقیقه در هفته اول بود که به ۶۰ درصد ضربان قلب هدف به مدت ۳۰ دقیقه در هفته هشتم رسید. در تجربه و تحلیل آماری برای تعیین طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک از آزمون t همبسته برای بررسی تغییرات درون گروهی و و از آزمون آنالیز واریانس یکطرفه برای بررسی تغییرات بین گروهی در پیش آزمون و پس آزمون استفاده شد.

**یافته‌ها:** یافته های تحقیق نشان داد که بعد از اجرای هشت هفته تمرین هوازی همراه با مصرف ویتامین C، small HDL، افزایش معنی دار ( $p=0/001$ )، larg HDL، افزایش معنی دار ( $p=0/001$ )، small LDL، کاهش معنی دار ( $p=0/001$ ) و larg LDL، کاهش معنی دار ( $p=0/001$ ) داشته است.

**نتیجه گیری:** نتایج مطالعه حاضر نشان داد هشت هفته تمرین هوازی و مصرف ویتامین C باعث ایجاد تغییرات مثبت معنی داری در نیمرخ لیپیدی زنان سالم یائسه غیر ورزشکار دارای اضافه وزن و چاق شد. به نظر می رسد تمرین هوازی و مکمل ویتامین سی می تواند باعث کاهش عوامل خطرزای قلبی عروقی در زنان یائسه شود

**واژگان کلیدی:** تمرین هوازی، ویتامین C، نیمرخ لیپیدی و زنان یائسه.

## مقدمه

یائسگی یکی از دوره‌های طبیعی زندگی اغلب زنان است که در آن قاعدگی برای همیشه متوقف می‌گردد و آنان دیگر قادر به بچه‌دار شدن نخواهند بود. یائسگی معمولاً در حدود سن ۴۵ تا ۵۵ سالگی آغاز می‌شود. در این زمان تخمدان‌ها به میزان کمتری هورمون‌های زنانه، به خصوص استروژن را ترشح کرده و سبب بروز علائم یائسگی می‌شوند (اسماعیلی و همکاران، ۲۰۲۴). استروژن با کاهش کلسترول تام و LDL و افزایش HDL در سلامت قلب نقش دارد. زمانی که سطح استروژن در طی یائسگی کاهش می‌یابد ممکن است سطح کلسترول تام بالا رفته و احتمال خطر بیماری قلبی، سکته و سایر بیماری‌های قلب و عروق افزایش یابند (کریمی‌پور و محمدی، ۲۰۲۵). تغییرات فیزیولوژیکی همراه با روند طبیعی افزایش سن مانند تغییر در ترکیب بدن به شکل کاهش توده بدون چربی و تجمع چربی، کم‌تحركی و کاهش آمادگی جسمانی، تغییر در هورمون‌های جنسی و شریاطی چون یائسگی، از عوامل موثر در بروز اختلالات عملکردی و سندرم متابولیک در افراد مسن هستند. چاقی و اضافه‌وزن به‌عنوان یکی از این تغییرات فیزیولوژیک، می‌تواند به‌تنهایی یک عامل خطر ساز بالقوه برای سندرم متابولیک، دیابت نوع دو، بیماری قلبی عروقی، سرطان و دیگر بیماری‌ها باشد (نجفی و همکاران، ۲۰۲۴). همچنین، امروزه به دلیل عادت‌های بد غذایی، اضطراب و سبک زندگی غیرفعال، درصد مرگ و میر در اثر بیماری‌های قلبی عروقی افزایش یافته است (حسینی نیا و رسولی، ۲۰۲۵). به طوری که بیماری قلبی عروقی یکی از مهم‌ترین عوامل مرگ و میر در زنان است و بیشترین ابتلا در زنان یائسه به دلیل کاهش نقش محافظتی استروژن است (پارسایی و حیدری، ۲۰۲۵). مطالعه بر روی ریزذرات لیپوپروتئینی می‌تواند اطلاعات مفیدتری را در اختیار پژوهشگران قرار دهد. با وجود آنکه غلظت کلسترول LDL پلاسما یک شاخص شناخته شده بیماری‌های قلبی عروقی می‌باشد، سطوح کلسترول LDL در بسیاری از افراد مبتلا به بیماری‌های قلبی عروقی نرمال است (رضایی و همکاران، ۲۰۲۴). ارتباطی بین غلظت پلاسمایی ذرات ریز LDL و ضخامت لایه داخلی کاروتید در بزرگسالان مشاهده شده است (مرادی و سعیدی، ۲۰۲۵) و همچنین، ارتباط این ذرات و عوامل خطر قلبی عروقی در کودکان نیز گزارش شده است (حسینی و بدری، ۲۰۲۴). این ارتباطات ممکن است نشانگر خاصیت بیماری‌زایی ذرات ریز LDL در سیستم قلبی عروقی، مستعد بودن این ذرات به اکسیداسیون و افزایش تمایل آنها برای اتصال به پروتئوگلیکان‌ها در فضای زیر آندوتلیالی باشد. ذرات LDL از نظر فنوتیپ بر اساس

اندازه، چگالی و خصوصیات فیزیکی-شیمیایی متفاوت هستند (جعفری و همکاران، ۲۰۲۵). بخش عظیمی از اثرات محافظت‌کننده قلبی عروقی HDL مربوط به HDL2 با چگالی کم می‌باشد (فرهادی و سهرابی، ۲۰۲۴). با آنکه فنوتیپ‌های مختلف LDL بر اساس قطر ذرات، اولین بار حدود ۲۰ سال قبل مطرح شدند، هنوز مطالعات بیشتری در زمینه تأثیر تمرینات ورزشی بر آنها - که شاخص‌های مناسب‌تری در سنجش عوامل خطرزای قلبی عروقی هستند - مورد نیاز است. لیپوپروتئین‌ها در زیرمجموعه‌های مختلفی طبقه‌بندی می‌شوند LDL. در زیرمجموعه‌های ۱ تا ۷ تقسیم می‌شود که این طبقه‌بندی از اندازه کوچک تا بزرگ است. در میان آنها، زیرمجموعه کم چگال ۳ تا ۷ (sdLDL) غیرمعمول‌تر بوده و در اغلب آزمایش‌های کلینیکی استفاده می‌شود، زیرا فرض بر این است که نسبت به دیگر ذرات LDL، اطلاعات مناسب‌تری ارائه می‌دهد (رحمان‌پور و اکبری، ۲۰۲۴). همچنین اخیراً نشان داده شده است که بیماری‌های قلبی عروقی با کاهش اندازه HDL نیز ارتباط دارند (معصومی و همکاران، ۲۰۲۵). این همبستگی همچنین نشان داده شده است که بین بیماری‌های قلبی عروقی و زیرمجموعه‌های VLDL و لیپوپروتئین با چگالی متوسط (IDL) وجود دارد. به نظر می‌رسد سبک زندگی فعال می‌تواند در این زمینه اثرگذار باشد. مطالعات پیشین که ارتباط بین زیرمجموعه‌های لیپوپروتئینی و بیماری‌های قلبی عروقی را بررسی کرده‌اند، عمدتاً به صورت مقطعی انجام شده‌اند و مطالعات طولی اندکی در خصوص تغییرات این زیرمجموعه‌ها در پی تغییر سبک زندگی، نظیر فعالیت بدنی یا رژیم غذایی، انجام شده است (حکیمی و همکاران، ۲۰۲۴). بر اساس شواهد جدید، حتی فعالیت بدنی کوتاه‌مدت نیز قادر است برخی شاخص‌های لیپوپروتئینی مانند تری‌گلیسرید را کاهش دهد. به عنوان مثال، مرادی و همکاران (۲۰۲۵) در مطالعه‌ای بر زنان میانسال نشان دادند که پس از یک جلسه تمرین ورزشی، الگوهای چربی خون مانند تری‌گلیسرید کاهش می‌یابد (مرادی و همکاران، ۲۰۲۵). امروزه، علوم ورزشی با بهره‌گیری از رویکردهای نوین، تلاش دارد نقش فعالیت بدنی در بهبود سلامت و کیفیت زندگی را به عنوان راهکاری مؤثر و کم‌هزینه معرفی کند. به همین دلیل، افزایش انگیزه و دستیابی به توانمندی بیشتر در انجام فعالیت‌ها، موجب شده است تا مربیان و متخصصان به استفاده از شیوه‌های نوین تمرینی روی آورند. پیشرفت‌های تحقیقاتی در علوم ورزشی طی سال‌های اخیر نیز به شکل قابل توجهی رشد یافته است (کاوه و احمدی، ۲۰۲۴). مطالعات قلبی نشان داده است که جمعیت ایران با توجه به ویژگی‌های رفتاری، الگوی تغذیه و میزان فعالیت بدنی،

در معرض ریسک بالاتری برای ابتلا به بیماری‌های قلب و عروق و به‌ویژه ریسک فاکتور چربی خون قرار دارند (رضوی و همکاران، ۲۰۲۴). کنترل پروفایل چربی سرم خون یکی از مؤلفه‌های اساسی و مهم اصلاح شاخص‌های خطر ساز بیمارانی قلبی عروقی است؛ به این معنی که در افراد مبتلا به بیماری عروق کرونری، کاهش سطح کلسترول، تری‌گلیسرید، LDL و افزایش HDL خون از اهمیت زیادی برخوردار است. تغییرات سطح کلسترول می‌تواند در پی دریافت داروهای کاهش‌دهنده چربی حاصل گردد و منجر به کاهش مرگ و میر ناشی از بیماری‌های قلبی عروقی شود (موسوی و همکاران، ۲۰۲۵). افزون بر درمان دارویی، اصلاح سبک زندگی، پیروی از الگوی غذایی سالم و انجام منظم تمرینات ورزشی نیز می‌تواند تأثیر چشمگیری در کاهش عوامل مرگ و میر داشته باشد (حیدرنیا و کریمی، ۲۰۲۴). مطالعات متعددی به بررسی تأثیر تمرینات بازتوانی و ورزشی بر چربی خون پرداخته‌اند، اما همچنان تمامی مزایای این برنامه‌ها به‌طور دقیق شناخته نشده است، زیرا به نظر می‌رسد اختلاف در روش اجرا، جمعیت مورد مطالعه و نوع تمرینات ورزشی، نتایج متفاوتی را رقم زده است (خدادادی و همکاران، ۲۰۲۴). همچنین، شانس خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی در زنان با آغاز یائسگی به‌طور قابل توجهی افزایش می‌یابد (توحیدی و همکاران، ۲۰۲۵؛ رضایی و ملکی، ۲۰۲۴). از طرف دیگر، اگر مداخلات تمرینی با مداخلات تغذیه‌ای ترکیب شود، به‌طور مشخص تأثیرات مطلوب‌تری مشاهده می‌شود. در این میان، مصرف مکمل‌ها و به‌ویژه قرص‌های آنتی‌اکسیدان مانند ویتامین C مورد توجه قرار گرفته است. شواهد نشان می‌دهد که مصرف آنتی‌اکسیدان‌ها ممکن است خطر بروز بیماری‌های مزمن نظیر انواع سرطان‌ها و بیماری‌های قلب و عروق را کاهش دهد (افشار و منوچهری، ۲۰۲۴). اضافه وزن و چاقی می‌تواند سبب کاهش سطح ویتامین C پلاسمایی شود و ارتباط معکوس معناداری بین توزیع چربی بدن و سطح ویتامین C پلاسمایی گزارش شده است (محمدی و همکاران، ۲۰۲۵). همچنین بر اساس مطالعات، ویتامین‌های C و E به‌عنوان آنتی‌اکسیدان‌های محلول در آب و چربی قادر به ایجاد تغییرات مطلوب در ترکیب چربی خون هستند (رستمی و کاویانی، ۲۰۲۴). با وجود این شواهد، مرور پیشینه پژوهشی نشان می‌دهد که تا کنون اثر همزمان تمرینات ورزشی و مصرف مکمل ویتامین C بر نیمرخ ریزذرات لیپوپروتئینی و ترکیب بدنی زنان یائسه دارای اضافه وزن به‌طور تجربی بررسی نشده است و همچنان این سؤال مطرح باقی مانده که آیا مصرف مکمل ویتامین C همراه با تمرینات

هوازی می‌تواند بر نیمرخ ریزذرات لیپوپروتئینی و ترکیب بدن زنان یائسه دارای اضافه وزن اثر معناداری داشته باشد یا خیر.

### روش شناسی

روش تحقیق مطالعه حاضر از نوع نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه‌های تجربی و دارونما بود. جامعه آماری شامل کلیه زنان یائسه ۴۵ تا ۵۵ ساله شهر تهران با شاخص توده بدنی بین ۲۵ تا ۳۰ کیلوگرم بر متر مربع بودند که از طریق فراخوان و اطلاع از شرایط پژوهش، انتخاب شدند. در ابتدا با نصب اعلامیه نسبت به فراخوان و دعوت از زنان یائسه که مایل به اجرای فعالیت ورزشی برای بهبود وضعیت فیزیولوژیک خود و کمک به مراحل اجرایی تحقیق بودند اقدام شد. در مرحله بعد، از افراد برای ارزیابی‌های اولیه دعوت به عمل آمده و از بین آن‌ها ۴۰ نفر به شکل هدفمند انتخاب و به‌طور تصادفی در ۴ گروه تمرین هوازی، ویتامین C، تمرین هوازی + ویتامین C، و پلاسبو (هر گروه ۱۰ نفر) قرار گرفتند. رضایت‌نامه مبنی بر شرکت داوطلبانه و پرسشنامه خودارزیابی وضعیت تندرستی برای شرکت در برنامه تمرینات نیز توسط آزمودنی‌ها تکمیل و جلسه توجیهی شامل معرفی شرایط پژوهش اعم از منافع و خطرهای احتمالی و توصیه‌های لازم برای آزمودنی‌ها تشکیل شد. قبل از پیش‌آزمون و اجرای برنامه ورزشی، ارزیابی‌های اولیه مبنی بر تعیین سن، قد، وزن و عوامل فیزیولوژیک در شرایط تجربی اجرا شد. سپس گروه‌های پژوهش به مدت ۸ هفته و هر هفته ۳ جلسه تحت تأثیر تمرین هوازی قرار گرفتند. در گروه‌های مکمل، مصرف ویتامین C به صورت قرص ۵۰۰ میلی‌گرمی مصرف شد که پس از صرف غذا به همراه یک لیوان آب، یک روز درمیان یک عدد و به مدت ۸ هفته بود. برنامه تمرین هوازی به مدت ۸ هفته و شامل دویدن با شدت کار ۳۵ تا ۴۵ درصد ضربان قلب هدف (روش کاروونن) به مدت ۱۶ دقیقه در هفته‌ی اول بود که به ۶۰ درصد ضربان قلب هدف به مدت ۳۰ دقیقه در هفته‌ی هشتم رسید. کنترل شدت تمرین با تعیین ضربان قلب آزمودنی‌ها قبل از شروع تمرینات، حین اجرا و پس از انجام فعالیت در هر جلسه توسط پژوهشگر با استفاده از ضربان‌سنج پولار انجام شد (۱۷). به جهت اندازه‌گیری متغیرهای تحقیق از آزمودنی‌ها پس از ۱۲ ساعت ناشتایی در مراحل پیش‌آزمون (۲۴ ساعت قبل از شروع برنامه تمرینی) و پس‌آزمون (۲۴ ساعت پس از اتمام برنامه تمرینی) در شرایط آزمایشگاهی یکسان از نظر درجه حرارت، نور، رطوبت و ساعت خون‌گیری، ۱۰ سی‌سی خون سیاهرگی از دست برتر گرفته، سپس در ظرف یخ قرار گرفت. نمونه‌های جمع‌آوری شده داخل لوله‌های استریل حاوی K3EDTR ریخته و تا چند دقیقه در

آزمون و پس آزمون استفاده شد. کلیه عملیات آماری توسط نرم افزار SPSS ویرایش ۲۳ انجام گرفت و سطح معنی داری آزمون ها در سطح  $P \leq 0/05$  در نظر گرفته شد.

### یافته ها

ویژگی های آزمودنی ها ( سن، قد، وزن و شاخص توده بدن) در جدول ۱ ارائه شده است. همه مقادیر به صورت میانگین و انحراف معیار بیان شده است و مربوط به اندازه گیری های انجام شده قبل از شروع آزمون می باشند.

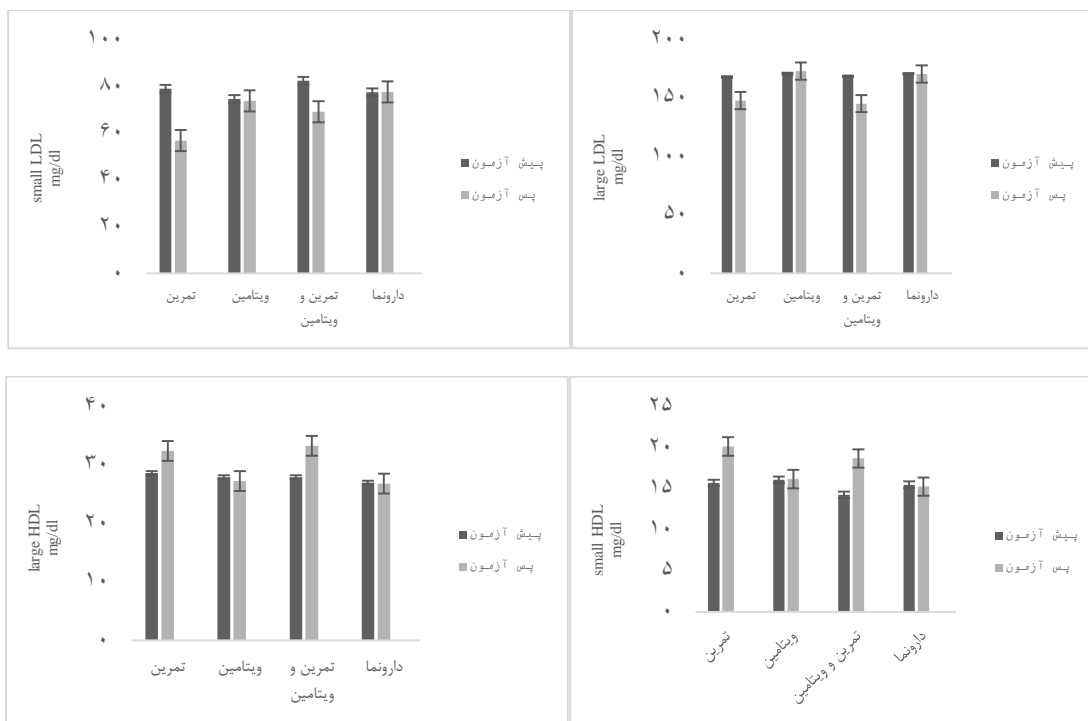
جدول ۱. ویژگی های آزمودنی های پژوهش

متغیرها				گروه ها
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	وزن(kg)	قد(cm)	سن (سال)	
۲۸/۳±۵۶/۳۷	۷۴/۷±۵۳/۹۷	۱۶۲/۶±۸۶/۴۷	۵۰/۴±۸۶/۷۴	گروه تمرین (۱۰ نفر)
۲۹/۳±۰۱/۸۱	۷۲/۶±۶۶/۷۶	۱۶۴/۵±۳۳/۳۱	۴۹/۵±۱۳/۳	گروه ویتامین (۹ نفر)
۲۷/۳±۵۶/۳۷	۷۳/۷±۵۳/۹۷	۱۶۲/۶±۸۶/۴۷	۵۲/۳±۸۶/۷۴	تمرین و ویتامین (۹ نفر)
۲۸/۳±۰۱/۸۱	۷۵/۶±۶۶/۷۶	۱۶۴/۵±۳۳/۳۱	۴۸/۵±۱۳/۳	گروه دارونما (۱۰ نفر)

large HDL، افزایش معنی دار ( $p=0/001$ )، (small LDL، کاهش معنی دار ( $p=0/001$ ) و large LDL، کاهش معنی دار ( $p=0/001$ ) داشته است.

دمای محیط باقی ماند. سپس توسط سانتیفریوژ به مدت ۱۰ دقیقه با دور ۳۵۰۰ RPM، سرم از پلاسما جدا شد. کلیه نمونه های خونی به صورت فریز شده در دمای -۲۰ درجه سانتی گراد قرار گرفت و در زمان سنجش آزمایشگاهی مورد استفاده قرار گرفتند. برای هر نمونه سطوح سرمی ریز ذرات لیپوپروتئینی با استفاده از روش الکتروفورز لیپوپرینت اندازه گیری شد. در تجربه و تحلیل آماری برای تعیین طبیعی بودن توزیع داده ها از آزمون شاپیرو-ویلک از آزمون t همبسته برای بررسی تغییرات درون گروهی و از آزمون آنالیز واریانس یکطرفه برای بررسی تغییرات بین گروهی در پیش

یافته های تحقیق نشان داد که بعد از اجرای هشت هفته تمرین هوازی همراه با مصرف ویتامین C، small HDL، افزایش معنی دار ( $p=0/001$ )،



## بحث:

یافته‌های این تحقیق نشان داد که پس از هشت هفته تمرین هوازی همراه با مصرف ویتامین C، سطوح HDL small و large HDL افزایش معنادار یافت (p=0/01)، همچنین small LDL و large LDL کاهش معنادار داشتند (p=0/01). مطالعه حاضر اثر فعالیت بدنی و مصرف ویتامین C را بر شاخص‌های چربی خون در نمونه‌ای از زنان یائسه فاقد بیماری قلبی-عروقی بررسی کرد و نشان داد که افزایش فعالیت جسمانی به طور واضح باعث کاهش عوامل خطر بیماری قلبی-عروقی می‌شود، که این موضوع اهمیت نقش فعالیت بدنی را در کنترل خطر این بیماری‌ها برجسته می‌کند. در نتایج پیشین نیز، تأثیر مثبت فعالیت بدنی بر کاهش عوامل خطر معمول بیماری‌های قلب و عروق گزارش شده است اما شدت و مدت واکنش‌ها، بسته به نوع، شدت و مدت برنامه تمرینی متفاوت بوده است (ملکی و همکاران، ۲۰۲۴). مطالعه اخیر همچنین نشان می‌دهد تمرین بدنی می‌تواند به طور اساسی در پیشگیری و درمان بیماری‌های قلبی-عروقی نقش داشته باشد و داده‌های رو به رشد علوم انسانی و حیوانی این نتیجه را تأیید می‌کند (یوسفی و فلاح، ۲۰۲۵). علاوه بر این، بررسی متاآنالیزها نشان می‌دهد افزایش مدت جلسات تمرینی ارتباط مثبتی با افزایش لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL) دارد (رستگار و رضوانی، ۲۰۲۴). آمارها نیز نشان می‌دهد سطح HDL کمتر از ۳۵ میلی‌گرم در دسی‌لیتر، در ۱۶ تا ۱۸ درصد مردان و ۳ تا ۶ درصد زنان ایرانی گزارش شده است (صدیقی و سعیدی، ۲۰۲۴). همچنین مداخله‌هایی که موجب افزایش HDL می‌شوند، می‌توانند تا ۳۰ تا ۴۰ درصد خطر بیماری کرونر قلبی را کاهش دهند (موسوی و علوی، ۲۰۲۵). در خصوص تری‌گلیسرید، شواهد علمی بر افزایش خطر حوادث آترواسکلروتیک ناشی از سطوح بالای تری‌گلیسرید تأکید دارد؛ چه در وضعیت ناشتا و چه پس از صرف غذا (هاشمی و همکاران، ۲۰۲۴). افزایش LDL، کاهش HDL و بالا بودن تری‌گلیسرید به طور مستقل با افزایش خطر بیماری عروق کرونری ارتباط دارند (کامکار و فدایی، ۲۰۲۵). در مطالعه حاضر، انجام فعالیت جسمانی با کاهش سطوح تری‌گلیسرید سرم همراه بود و باید به عنوان بخشی از راهکار اصلاح سبک زندگی برای کاهش خطر بیماری کرونر قلب مورد توجه قرار گیرد (صمدی و همکاران، ۲۰۲۵). سه عامل قابل تغییر شامل اضافه وزن و چاقی، رژیم غذایی ناسالم و فقدان فعالیت جسمانی از مهم‌ترین عوامل خطر بیماری‌های قلبی هستند و فقدان فعالیت بدنی، خود مسئول حدود ۲۰ درصد بار جهانی بیماری قلبی

است (مرادی و حسینی، ۲۰۲۴). کاهش فعالیت بدنی سبب کاهش مصرف انرژی شده و می‌تواند منجر به بروز چاقی و افزایش ریسک عوامل خطر لیپیدی و غیرلیپیدی شود. در مطالعات جمعیتی، در مردان میانسال بریتانیایی، هر  $1 \text{ kg/m}^2$  افزایش شاخص توده بدنی با ۶ درصد افزایش خطر بیماری قلبی-عروقی همراه است (حمیدی و جمالی، ۲۰۲۵). همچنین، اجرای تمرینات ورزشی منظم با کاهش کلسترول کل، کاهش غلظت LDL-C و افزایش HDL-C همراه بوده است (فدایی و منصور، ۲۰۲۵). این یافته‌ها به نقش بافت‌های محیطی و کبد اشاره دارد؛ چراکه در طول فعالیت بدنی، آنزیم لسیتین کلسترول آسیل ترانسفراز (LCAT) فعال تر می‌شود و باعث انتقال استر کلسترول به HDL می‌گردد، در حالی که فعالیت آنزیم CETP (پروتئین ترانسفراز کلسترول پلازما) کاهش می‌یابد (یغمایی و رضوی، ۲۰۲۴). این تغییرات همچنین می‌تواند ناشی از تغییر غلظت هورمون‌های پلازما و افزایش فعالیت آنزیم لیپوپروتئین لیپاز باشد، که کاتابولیسم لیپوپروتئین‌ها را افزایش می‌دهد و نهایتاً کاهش LDL-C و کاهش خطر بیماری قلبی-عروقی را به دنبال دارد (کامکار و فدایی، ۲۰۲۵). برنامه‌های ورزشی مناسب، همزمان با افزایش HDL-C و کاهش عوامل خطرزای قلبی و کاهش توده چربی، در کاهش بروز بیماری‌های قلبی-عروقی مؤثر شناخته شده‌اند. فعالیت‌های هوازی نیز با افزایش حجم خون و پلازما، کاهش ویسکوزیته خون، افزایش حجم ضربه‌ای قلب و افزایش اکسیژن مصرفی نقش محافظتی دارند (فدایی و منصور، ۲۰۲۵). تمرینات هوازی همچنین با تحریک سیستم غدد درون‌ریز، باعث افزایش هورمون‌هایی مانند اپی‌نفرین، نوراپی‌نفرین، هورمون رشد و کورتیزول و در نتیجه اکسیداسیون چربی و کاهش توده چربی بدن می‌شوند (یغمایی و رضوی، ۲۰۲۴). از این رو تمرین استقامتی با کاهش LDL-C، کاهش توده چربی بدن و افزایش HDL-C می‌تواند در افراد دارای اضافه وزن اثر محافظت‌کننده در برابر بیماری قلبی را ایجاد کند (کامکار و فدایی، ۲۰۲۵). یافته‌های به دست آمده نشان می‌دهد که عوامل خطر اصلی بیماری قلبی-عروقی در این مطالعه به طور مطلوب تحت تأثیر فعالیت جسمانی و مصرف ویتامین C و تمرینات ورزشی منظم قرار گرفته و از نظر آماری در بین دو گروه فعال و غیرفعال زنان یائسه تفاوت معنی داری مشاهده شد. این نتایج بیانگر تأکید بر خواص مفید انجام فعالیت جسمانی بوده و اشاره دارد که اجرای مداخله‌های رفتاری برای زنان یائسه دارای وضعیت ساکن از طریق ارتقاء آثار مثبت انجام فعالیت به عنوان یک عامل حمایتی برای تأمین سبک زندگی

کردن پژوهش و یا مداخلات به بدنه برنامه های مراقبتی یا اصلاح سبک زندگی درمانی مورد شناسایی و تأکید قرار گیرد.

### تقدیر و تشکر

بدینوسیله از اساتید دانشگاه آزاد واحد تهران مرکز که در انجام این مطالعه کمال همکاری را داشته‌اند سپاسگزاری می‌گردد.

### References

1. Alansare, A., Alford, K., Lee, S., Church, T., & Jung, H. C. (2018). The effects of high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on heart rate variability in physically inactive adults. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(7), 1508.
2. Nystoriak, M. A., & Bhatnagar, A. (2018). Cardiovascular effects and benefits of exercise. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 5, 135.
3. Arisi, M. F., Chirico, E. N., Sebeny, R., Muthukumaran, G., Mu, A., De Jonghe, B. C., et al. (2017). Myocardial apoptosis and mesenchymal stem cells with acute exercise. *Physiological Reports*, 5(11), e13297.
4. Mozaffarian, D., Benjamin, E. J., Go, A. S., Arnett, D. K., Blaha, M. J., Cushman, M., et al. (2016). Heart disease and stroke statistics—2016 update: A report from the American Heart Association. *Circulation*, 133(4), e38–e360.
5. Weintraub, W. S., Daniels, S. R., Burke, L. E., Franklin, B. A., Goff Jr, D. C., Hayman, L. L., et al. (2011). Value of primordial and primary prevention for cardiovascular disease: A policy statement from the American Heart Association. *Circulation*, 124(8), 967–990.
6. Sun, T., Dong, Y.-H., Du, W., Shi, C.-Y., Wang, K., Tariq, M.-A., et al.

سالم تر مورد نیاز است. این مسأله می‌تواند معرف کاهش رفتارهای خطر زیان آور در جامعه و به خصوص در میان زنان باشد که در نهایت به نرخ پایین تر ابتلای مزمن و مرگ و میر منتهی می‌شود. اجرای برنامه‌های مناسب برای رسیدن به این اهداف نیاز به همکاری نزدیک کارشناسان ورزشی و مراقبین بهداشتی در محیط های گوناگون دارد تا مؤثرترین و کارآمدترین روش‌ها برای شامل

- (2017). The role of microRNAs in myocardial infarction: From molecular mechanism to clinical application. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(4), 745.
7. Bax, J. J., Baumgartner, H., Ceconi, C., Dean, V., Deaton, C., De Simoni, G., et al. (2012). Third universal definition of myocardial infarction. *Journal of the American College of Cardiology*, 60(16), 1581–1598.
8. Zhong, N., Chen, H., Zhao, Q., Wang, H., Yu, X., Eaves, A. M., et al. (2010). Effects of griseofulvin on apoptosis through caspase-3- and caspase-9-dependent pathways in K562 leukemia cells: An in vitro study. *Current Therapeutic Research, Clinical and Experimental*, 71(16), 384–397.
9. Rodríguez-Berriguete, G., Galvis, L., Fraile, B., de Bethencourt, F. R., Martínez-Onsurbe, P., Olmedilla, G., et al. (2012). Immunoreactivity to caspase-3, caspase-7, caspase-8, and caspase-9 forms is frequently lost in human prostate tumors. *Human Pathology*, 43(2), 229–237.
10. Harada, H., Hiraoka, M., & Kizaka, S. (2002). Antitumor effect of TAT-oxygen-dependent degradation-caspase-3 fusion protein specifically stabilized and activated in hypoxic tumor cells. *Cancer Research*, 62(7), 2013–2018.
11. Javid Tabrizi, N., Bashiri, J., & Narimani Rad, M. (2017). [Effect of 12 weeks of treadmill aerobic training on cytochrome C and Caspase-9 gene

- expression in cardiac muscle of male rats (Persian)]. *Qom University of Medical Sciences Journal*, 11(6), 1–9.
١٢. McMillan, E. M., Graham, D. A., Rush, J. W., & Quadrilatero, J. (2017). Decreased DNA fragmentation and apoptotic signaling in soleus muscle of hypertensive rats following 6 weeks of treadmill training. *Journal of Applied Physiology*, 113(7), 1048–1057.
١٣. Marzetti, E., Lawler, J. M., Hiona, A., Manini, T., Seo, A. Y., & Leeuwenburgh, C. (2018). Modulation of age-induced apoptotic signaling and cellular remodeling by exercise and calorie restriction in skeletal muscle. *Free Radical Biology and Medicine*, 44(2), 160–168.
١٤. Koçtürk, S., Kayatekin, B. M., Resmi, H., Açikgöz, O., Kaynak, C., & Ozer, E. (2017). The apoptotic response to strenuous exercise of the gastrocnemius and solues muscle fibers in rats. *European Journal of Applied Physiology*, 102(5), 515–524.
١٥. Youle, R. J., & Strasser, A. (2018). The BCL-2 protein family: Opposing activities that mediate cell death. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 9(1), 47–59. <https://doi.org/10.1038/nrm2308>
١٦. Rastogi, R. P., Rajeshwar, R., & Sinha, R. P. (2016). Apoptosis: Molecular mechanisms and pathogenicity. *EXCLI Journal*, 8, 155–188.
١٧. Lee, S. D., Shyu, W. C., Cheng, I. S., Kuo, C. H., Chan, Y. S., & Lin, Y. M., et al. (2013). Effects of exercise training on cardiac apoptosis in obese rats. *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases*, 23(6), 566–573.
١٨. Pattele, E., Privitera, G., Simili, V., Wohlgemuth, S. E., Aulisa, L., & Pahor, M., et al. (2014). Multiple pathways to the same end: Mechanisms of myonuclear apoptosis in sarcopenia of aging. *The Scientific World Journal*, 10, 340–349.
١٩. Viña, J., Gomez-Cabrera, M. C., Borrás, C., Froio, T., Sanchis-Gomar, F., Martínez-Bello, V. E., et al. (2009). Mitochondrial biogenesis in exercise and in ageing. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 61(14), 1369–1374.
٢٠. Rasheva, V. I., & Domingos, P. M. (2019). Cellular responses to endoplasmic reticulum stress and apoptosis. *Apoptosis*, 14(8), 996–1007.
٢١. Carbone, J. W., McClung, J. P., & Pasiakos, S. M. (2012). Skeletal muscle response to negative energy balance: Effect of dietary protein. *Advances in Nutrition*, 3(2), 119–126.
٢٢. Liao, Z., Li, D., Chen, Y., Li, Y., Huang, R., & Zhu, K. et al. (2019). Early moderate exercise benefits myocardial infarction healing via improvement of inflammation and ventricular remodelling in rats. *Journal of Cellular and Molecular Medicine*, 23(12), 8328–8342.
٢٣. Kraljevic, J., Marinovic, J., Pravdic, D., Zubin, P., Dujic, Z., Wisloff, U., et al. (2013). Aerobic interval training attenuates remodelling and mitochondrial dysfunction in the post-infarction failing rat heart. *Cardiovascular Research*, 99(1), 55–64.
٢٤. Wang, G. K., Zhu, J. Q., Zhang, J. T., Li, Q., Li, Y., He, J., et al. (2014). Circulating microRNA: A novel potential biomarker for early diagnosis of acute myocardial

- infarction in humans. *European Heart Journal*, 31(6), 659–666.
٢٥. Ho, T. J., Huang, C. C., Huang, C. Y., & Lin, W. T. (2017). Fasudil, a Rho-kinase inhibitor, protects against excessive endurance exercise training-induced cardiac hypertrophy, apoptosis and fibrosis in rats. *European Journal of Applied Physiology*, 112(8), 2943–2955.
٢٦. Pinchi, E., Frati, P., Aromatario, M., Cipolloni, L., Fabbri, M., La Russa, R., et al. (2019). miR-1, miR-499 and miR-208 are sensitive markers to diagnose sudden death due to early acute myocardial infarction. *Journal of Cellular and Molecular Medicine*, 23(9), 6005–6016.
٢٧. Soci, U. P. R., Fernandes, T., Barauna, V. G., Hashimoto, N. Y., de Fátima Alves Mota, G., & Rosa, K. T., et al. (2016). Epigenetic control of exercise training-induced cardiac hypertrophy by miR-208. *Clinical Science*, 130(22), 2005–2015.
٢٨. Wang, B., Zhou, R., Wang, Y., Liu, X., Shou, X., & Yang, Y., et al. (2020). Effect of high-intensity interval training on cardiac structure and function in rats with acute myocardial infarct. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 131, 110690.
٢٩. Zhao, D., Sun, Y., Tan, Y., Zhang, Z., Hou, Z., & Gao, C., et al. (2018). Short-duration swimming exercise after myocardial infarction attenuates cardiac dysfunction and regulates mitochondrial quality control in aged mice. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2018, 4079041.
٣٠. De Souza Vieira, S., Antonio, E. L., de Melo, B. L., Portes, L. A., Montemor, J., Oliveira, H. A., et al. (2019). Exercise training potentiates the cardioprotective effects of stem cells post-infarction. *Heart, Lung and Circulation*, 28(2), 263–271.