

## **The effect of twelve weeks of multicomponent exercise training (resistance, aerobic, and balance) on lipid profile and glucose levels in older men**

**Zahra Samari Ebrahimzadeh<sup>1</sup> - Akbar Azamian Jazi\*<sup>2</sup> - Mohsen Akbarpour Beni<sup>3</sup>**

**1. PhD Student of Exercise Physiology, Department of Sport Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran 2. Associate Professor, Department of Sport Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran 3. Associate Professor, Department of Sport Sciences, Qom University, Qom, Iran**

(Received:2025/11/09; Accepted:2026/02/26)

### **Abstract**

Given the importance of controlling risk factors in older adults—such as dyslipidemia, obesity, and diabetes—the present study aimed to investigate the effect of 12 weeks of multicomponent exercise training on the lipid profile and glucose levels of older men. This study examines the impact of a 12-week multicomponent exercise program (aerobic, resistance, and balance) on the lipid profile and glucose levels of 36 older men (age:  $66.88 \pm 3.96$  yrs; height:  $1.70 \pm 0.02$  m; weight:  $69.15 \pm 2.15$  kg; body mass index:  $23.95 \pm 0.45$  kg/m<sup>2</sup>). The research employed a randomized, two-group, quasi-experimental design with pre-test and post-test measurements. The statistical population consisted of older men from the city of Qom, and the samples were divided into a multicomponent training group (n = 18) and a control group (n = 18). Each training session comprised a 10-min warm-up, a main workout phase (incorporating resistance, aerobic, and balance exercises), and a 5-min cool-down. The variables of triglycerides, total cholesterol, LDL, HDL, and glucose were measured at both the pre-test and post-test stages. Between-group comparisons were conducted using a two-way repeated-measures analysis of variance (ANOVA). Data were analyzed using IBM SPSS version 22 at a significance level of  $p < 0.05$ . The results demonstrated that multicomponent training led to a significant decrease in triglycerides ( $p < 0.001$ ), total cholesterol ( $p < 0.001$ ), LDL ( $p < 0.001$ ), and glucose ( $p < 0.01$ ), alongside a significant increase in HDL ( $p < 0.001$ ). The findings of this study indicate that multicomponent exercise training has positive effects on the lipid profile and blood glucose levels in older men.

### **Keywords:**

Multicomponent exercise, older men, resistance, aerobic, balance, glucose, lipid profile.

---

\* Corresponding Author: Email: [azamianakbar@gmail.com](mailto:azamianakbar@gmail.com)

## تأثیر دوازده هفته تمرین ورزشی چند جزئی (مقاومتی، هوازی و تعادلی) بر نیمرخ لیپیدی و سطح گلوکز در مردان سالمند

زهرا ثمری ابراهیم زاده<sup>۱</sup> - اکبر اعظمیان جزی<sup>۲\*</sup> - محسن اکبرپور بنی<sup>۳</sup>

۱. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد،

ایران. ۲. دانشیار، گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران. ۳. دانشیار، گروه

علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه قم، قم، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۸/۱۹، تاریخ تصویب: ۱۴۰۴/۱۲/۰۷)

### چکیده

با توجه به اهمیت کنترل عوامل خطر در سالمندان، مانند اختلال چربی خون، چاقی و دیابت، هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر ۱۲ هفته تمرین ورزشی چند جزئی بر نیمرخ لیپیدی و سطح گلوکز در مردان سالمند بود. این پژوهش به بررسی تأثیر ۱۲ هفته تمرین ورزشی چند جزئی (هوازی، مقاومتی و تعادلی) بر نیمرخ لیپیدی و سطح گلوکز در ۳۶ مرد سالمند (سن:  $66/88 \pm 3/96$  سال، قد:  $1/70 \pm 0/02$  متر، وزن  $69/2 \pm 15/15$  کیلوگرم، شاخص توده بدن:  $23/95 \pm 0/45$  کیلوگرم/مترمربع) می‌پردازد. پژوهش حاضر با طرح نیمه تجربی تصادفی و دو گروهی با اندازه‌گیری دو مرحله‌ای (پیش و پس‌آزمون) انجام شد. جامعه آماری در این مطالعه را مردان سالمند شهر قم تشکیل دادند و نمونه‌ها به دو گروه تمرین چند جزئی (۱۸ نفر) و کنترل (۱۸ نفر) تقسیم شدند. هر جلسه تمرین شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن، بخش اصلی تمرین (اجرای تمرینات مقاومتی، هوازی و تعادلی) و ۵ دقیقه برگشت به حالت اولیه بود. متغیرهای تری‌گلیسیرید، کلسترول تام، LDL، HDL و گلوکز در دو مرحله پیش و پس‌آزمون اندازه‌گیری شدند. مقایسه‌های بین گروهی با استفاده از آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر دو طرفه انجام شد [گروه (کنترل و تمرین) × زمان (قبل و بعد از ۱۲ هفته)]. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS22 در سطح معناداری  $p < 0.05$  تحلیل شدند. نتایج نشان داد، تمرینات چند جزئی منجر به کاهش معنادار تری‌گلیسیرید ( $p < 0/001$ )، کلسترول تام ( $p < 0/001$ )، LDL ( $p < 0/001$ )، گلوکز ( $p < 0/01$ ) و افزایش معنادار HDL ( $p < 0/001$ ) شد. نتایج این پژوهش حاکی از آن است که تمرین ورزشی چند جزئی تأثیرات مثبتی بر نیمرخ لیپیدی و سطح گلوکز خون در مردان سالمند دارد.

### واژه‌های کلیدی

ورزش چند جزئی، مردان سالمند، مقاومتی، هوازی، تعادلی، گلوکز، نیمرخ لیپیدی.

## مقدمه

افزایش قابل توجه تعداد سالمندان در دهه‌های اخیر در سراسر جهان، نگرانی‌هایی را در مورد مراقبت‌های بهداشتی این گروه جمعیتی ایجاد می‌کند (۱). پیری یک فرایند بیولوژیکی پیچیده است که با تجمع تغییرات در طول زمان و از دست دادن یکپارچگی فیزیولوژیکی مشخص می‌شود. این تغییرات اغلب با افزایش آسیب‌پذیری در برابر بیماری‌های خاص، از جمله بیماری‌هایی که مرتبط با سن هستند، همراه است (۲). سالمندی متابولیسم لیپید را با تنظیم چندین مسیر مهم درگیر در انتقال چربی تغییر می‌دهد که شامل تغییرات در لیپولیز بافت چربی، متابولیسم لیپوپروتئین و تری‌گلیسیرید و نیز تغییرات در پروتئین‌های انتقال چربی است (۳). پیری باعث تغییراتی در فرد می‌شود که می‌تواند منجر به کاهش سلامت، کاهش ظرفیت تولیدی و افزایش هزینه‌های کمک‌های پزشکی شود. همچنین سالمندی با تغییرات مورفولوژی و بیوشیمیایی مرتبط است که خطر ابتلا به بیماری قلبی-عروقی را افزایش می‌دهد و نیز پیشگیری از آن باید بر اساس کنترل عوامل خطر آن‌ها مانند اختلال چربی خون، چاقی و دیابت انجام شود (۴). علاوه بر این، عدم فعالیت بدنی با شیوع بیشتر عوامل خطر بیماری‌های قلبی-عروقی از جمله مقادیر بالای گلوکز خون، کلسترول تام، تری‌گلیسیرید و سندروم متابولیک مرتبط است (۵).

از این رو، تمرینات ورزشی به عنوان یک مداخله غیر دارویی برای بهبود سلامت متابولیکی و کاهش عوامل خطر بیماری‌های مزمن موثر است. پژوهشگران

در مورد تمرین‌های بدنی برای سالمندان، یک برنامه تمرینی را پیشنهاد می‌کنند که ظرفیت هوازی، قدرت و تعادل را توسعه می‌دهد؛ بنابراین، یک تمرین ورزشی چند جزئی می‌تواند منجر به مزایای سلامتی متعددی برای سالمندان شود (۶، ۷). تمرینات هوازی می‌توانند باعث کاهش کلسترول، LDL و افزایش HDL شوند، تمرینات مقاومتی نیز به بهبود حساسیت به انسولین و کاهش سطح گلوکز خون کمک می‌کنند (۸). همچنین، تمرینات تعادلی می‌توانند به بهبود عملکرد فیزیکی و کاهش خطر سقوط در سالمندان کمک کنند (۹). مطالعات متعددی تأثیرات مثبت تمرینات ورزشی بر سلامت متابولیکی سالمندان را نشان داده‌اند. به عنوان مثال، یک مطالعه نشان داد که تمرینات دوازده هفته‌ای می‌تواند تغییرات قابل توجهی در شاخص‌های متابولیکی ایجاد کنند (۱۰). تمرینات چند جزئی به دلیل ترکیب تمرینات هوازی، مقاومتی و تعادلی، می‌توانند تأثیرات مثبتی بر سلامت کلی سالمندان داشته باشند. این تمرینات به بهبود نیمرخ لیپیدی، کنترل گلوکز و افزایش کیفیت زندگی کمک می‌کنند (۱۱). در پژوهشی گزارش شد که تمرینات مقاومتی و هوازی ترکیبی می‌توانند به کاهش کلسترول تام و LDL کمک کنند (۱۲). در مطالعه‌ی لیتو و همکاران (۲۰۲۱) روی زنان سالمند نشان دادند که یک برنامه نه ماهه تمرین چند جزئی (هوازی و مقاومتی) باعث کاهش کلسترول تام، تری‌گلیسیرید و گلوکز خون شد و همچنین ظرفیت عملکردی را در سالمندان بهبود بخشید (۱۳). تان و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای شش ماهه نشان دادند که تمرینات ترکیبی (هوازی و مقاومتی) باعث کاهش گلوکز ناشتا، کاهش LDL و

تحقیق خود در مردان سالمند در شاخص‌های TG، TC، HDL-C و LDL-C عدم تغییر معنادار پس از تمرینات مقاومتی را مشاهده نمودند (۲۰).

افزایش قابل توجه جمعیت سالمندان در جهان و به خصوص در کشورهای در حال توسعه، باعث نگرانی‌های جدی در حوزه بهداشت عمومی شده است. بسیاری از سالمندان به بیماری‌های مزمن نظیر اختلالات لیپیدی، دیابت و بیماری‌های قلبی مبتلا هستند که می‌تواند تأثیرات زیادی بر کیفیت زندگی و بار اقتصادی جامعه داشته باشد. بنابراین، با توجه به وجود نتایج ضد و نقیض در خصوص تأثیر تمرین ورزشی بر سطح تری گلیسیرید، کلسترول تام، LDL، HDL و گلوکز و چون تحقیقات کافی درباره اثرات تمرینات چندجزئی بر نیمرخ لیپیدی و گلوکز خون در مردان سالمند انجام نشده است. همچنین با توجه به اینکه با افزایش سن، تغییرات متابولیکی و فیزیولوژیکی شامل افزایش سطح گلوکز خون، کاهش حساسیت به انسولین و تغییرات نامطلوب در نیمرخ لیپیدی در بدن رخ می‌دهد، که می‌تواند منجر به افزایش خطر بیماری‌های مزمن مانند بیماری‌های قلبی-عروقی و دیابت شود. همچنین سالمندان به دلیل کاهش فعالیت بدنی و تغییرات مرتبط با پیری، بیشتر در معرض این خطرات قرار دارند (۲۱). با وجود انجام تحقیقات متعدد در زمینه تأثیر تمرینات ورزشی بر سلامت متابولیک سالمندان، هنوز هیچ توافقی در مورد بهترین ترکیب تمرینات ورزشی برای بهبود نیمرخ لیپیدی و سطح گلوکز در سالمندان انجام نشده است. از طرفی، تمرینات چند جزئی که شامل ترکیبی از تمرینات

افزایش HDL در سالمندان می‌شود (۱۴). همچنین مطالعه‌ای روی سالمندان نشان داد که ترکیب تمرینات هوازی و مقاومتی با شدت‌های مختلف، بهبود قابل توجهی در گلوکز ناشتا، تری گلیسیرید، کلسترول، LDL و HDL ایجاد کرد (۱۵). همچنین در پژوهشی که به مدت ۱۶ هفته در سالمندان انجام شد، گزارش کردند تمرینات ترکیبی باعث کاهش گلوکز ناشتا، انسولین و مقاومت به انسولین می‌شود (۱۶). در یک پژوهش متاآنالیز مشاهده شد که تمرینات ترکیبی (هوازی و مقاومتی) به طور مؤثری کلسترول، LDL و تری گلیسیرید را کاهش داده و HDL را افزایش می‌دهد. به طوری که این تمرینات در مقایسه با تمرینات هوازی یا مقاومتی به تنهایی، تأثیر بیشتری بر نیمرخ لیپیدی داشتند (۱۷). مندس و همکاران (۲۰۱۷) در بررسی تأثیر تمرینات ترکیبی در جامعه سالمندان، بهبود گلوکز ناشتا، کلسترول، LDL و HDL گزارش کردند (۴). باپتیسا و همکاران (۲۰۱۸) در بررسی تأثیر تمرینات چند جزئی در سالمندان کاهش گلوکز ناشتا، تری گلیسیرید و افزایش HDL را گزارش کردند (۱۸). مانندو و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی گزارش دادند که تمرینات چند جزئی باعث بهبود نیمرخ لیپیدی و ظرفیت هوازی در سالمندان می‌شود، این تمرینات به ویژه در کاهش کلسترول، LDL و تری گلیسیرید مؤثر بودند (۱۱). در مقابل نصرانی و همکاران (۲۰۲۴) در مطالعه‌ای ۲۸ هفته‌ای نشان دادند که تمرینات ترکیبی (هوازی و مقاومتی) در سالمندان باعث بهبود فشارخون و ترکیب بدنی شد، اما تغییرات قابل توجهی در نیمرخ لیپیدی و گلوکز مشاهده نشد (۱۹). میر و همکاران (۲۰۱۴) نیز در

کلسترول تام، LDL و گلوکز خون و افزایش سطح HDL می‌شود.

### روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از نوع طرح نیمه‌تجربی تصادفی است که در آن نمونه‌ها به صورت تصادفی به دو گروه تمرین (۱۸ نفر) و کنترل (۱۸ نفر) تقسیم شدند. برای بررسی تاثیر تمرینات ورزشی، اندازه‌گیری‌ها در دو مرحله (پیش و پس‌آزمون) انجام گرفت. جامعه آماری این مطالعه را مردان سالمند شهر قم تشکیل دادند.

معیارهای ورود به مطالعه شامل سن ۶۰ تا ۷۵ سال و عدم شرکت در فعالیت‌های ورزشی منظم طی شش ماه گذشته بودند. معیارهای خروج شامل تمایل شخصی برای قطع مشارکت، غیبت در بیش از دو جلسه از تمرینات ورزشی، یا وجود ناتوانی‌های حرکتی یا شرایط پزشکی خاص بودند. پس از توزیع فرم همکاری شرکت در طرح تحقیقاتی در بین آزمودنی‌ها، اهداف تحقیق و روش‌های اندازه‌گیری توسط محقق برای آنها شرح داده شد. سپس، فرم رضایت‌نامه آگاهانه و پرسش‌نامه سابقه پزشکی و پرسش‌نامه آمادگی فعالیت بدنی (PARQ)<sup>۱</sup> تکمیل شد. PARQ توسط توماس و همکاران در سال ۱۹۹۲ ساخته شد. پرسش‌نامه با هفت سؤال ابتدایی درباره سلامت عمومی شروع می‌شود. با پاسخ مثبت به این هفت سؤال، شرکت‌کننده وارد بخش دوم پرسش‌نامه می‌شود که شامل ۳۶ سؤال است و به تعیین سطح خطر برای تمرین کمک می‌کند. با پاسخ منفی به هفت سؤال اول،

هوازی، مقاومتی و تعادلی هستند، به دلیل تأثیرات چندگانه بر سیستم‌های مختلف بدن، توجه ویژه‌ای را به خود جلب کرده‌اند (۲۲). با وجود اینکه مطالعات متعددی تأثیرات جداگانه تمرینات هوازی یا مقاومتی را بررسی کرده‌اند، اما تحقیقات اندکی به بررسی اثر همزمان و ترکیبی این تمرینات (تمرینات چند جزئی) به‌ویژه در مردان سالمند که در معرض خطر بالاتر سندروم متابولیک هستند، پرداخته‌اند. تناقضات موجود در نتایج تحقیقات پیشین و کمبود اطلاعات در مورد اینکه آیا ترکیب مؤلفه‌های تعادلی با تمرینات هوازی و مقاومتی می‌تواند اثرات مضاعفی بر پروفایل لیپیدی داشته باشد یا خیر، یک شکاف دانشی محسوب می‌شود. از آنجا که سالمندی با کاهش توده عضلانی و تغییرات هورمونی خاصی همراه است، بررسی دقیق مکانیسم‌های اثرگذاری تمرینات ترکیبی بر هموستاز گلوکز و متابولیسم چربی در این جمعیت خاص به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه ضروری به نظر می‌رسد (۲۳). در نتیجه، یافته‌های این پژوهش می‌تواند به ارائه راهکارهای عملی برای بهبود سلامت سالمندان کمک کند و نقش مهمی در کاهش عوامل خطر متابولیکی ایفا نماید. همچنین، این مطالعه می‌تواند به کاهش هزینه‌های درمانی و افزایش کیفیت زندگی سالمندان مؤثر باشد. از این رو، هدف این تحقیق بررسی تأثیر ۱۲ هفته تمرین ورزشی چند جزئی (هوازی، مقاومتی و تعادلی) بر نیمرخ لیپیدی و سطح گلوکز در مردان سالمند است. فرضیه تحقیق این است که تمرینات چند جزئی باعث کاهش سطح تری‌گلیسیرید،

<sup>۱</sup>. PAR Physical Activity Readiness Questionnaire

حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار G\*Power برای آزمون آنوا با اندازه‌گیری‌های مکرر دو طرفه محاسبه شد. با توجه به توان آماری ۰/۹۵، سطح معناداری ۰/۰۵ و اندازه اثر ۰/۵، تعداد نمونه‌ها به ۳۶ نفر (۱۸ نفر در هر گروه) تعیین شد. مشخصات عمومی آزمودنی‌ها شامل سن، قد، وزن و شاخص توده بدن گروه‌های تحقیق در (جدول ۱) نشان داده شده است.

شرکت‌کننده از برنامه تمرینی خارج می‌شود. دامنه امتیاز این پرسشنامه بین ۷۰ تا ۱۰ است. هرچه امتیاز حاصل شده از این پرس‌نامه بیشتر باشد، نشان‌دهنده میزان کمتر آمادگی فعالیت فیزیکی یا بدنی است و برعکس (۲۴). روایی و پایایی آن در مطالعات مختلف تأیید شده است (۲۵).

جدول ۱. میانگین  $\pm$  انحراف معیار مشخصات عمومی آزمودنی‌ها ( $n=18$  در هر گروه؛  $N=36$ )

متغیر	گروه	تعداد	میانگین $\pm$ انحراف
سن (سال)	تمرین	۱۸	۶۶/۴ $\pm$ ۵۰/۵۶
	کنترل	۱۸	۶۷/۳ $\pm$ ۲۷/۳۳
قد (متر)	تمرین	۱۸	۱/۰ $\pm$ ۷۰/۰۱
	کنترل	۱۸	۱/۰ $\pm$ ۷۱/۰۳
وزن (کیلوگرم)	تمرین	۱۸	۶۷/۲ $\pm$ ۸/۵
	کنترل	۱۸	۷۰/۱ $\pm$ ۵/۸
شاخص توده بدن (کیلوگرم / مترمربع)	تمرین	۱۸	۲۳/۰ $\pm$ ۷/۶
	کنترل	۱۸	۲۴/۰ $\pm$ ۲/۳

صورت راه رفتن سریع، دویدن آهسته و حرکات کششی و نرمشی، برنامه تمرین مقاومتی، سپس بخش تمرین هوازی و در بخش سوم تمرین تعادلی را اجرا می‌شد. در پایان هر جلسه، سرد کردن با اجرای حرکات کششی و نرمشی به مدت پنج دقیقه اجرا می‌شد. لازم به ذکر است گروه کنترل در طی این ۱۲ هفته در هیچ گونه فعالیت ورزشی شرکت نکردند. این تمرینات در زمین چمن و سالن بدنسازی ورزشگاه شهید حیدریان شهر قم انجام شد.

### پروتکل تمرین

برنامه تمرین بر اساس راهنمای تمرین دستورالعمل‌های کالج پزشکی ورزشی آمریکا (ACSM) برای افراد سالمند شامل تمرین با افزایش تدریجی شدت بر اساس توانایی شرکت‌کنندگان به مدت دوازده هفته و سه جلسه در هفته تنظیم شد (جدول ۲) (۲۶). هر جلسه تمرین شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن، بخش اصلی تمرین (اجرای تمرینات مقاومتی، هوازی و تعادلی) و ۵ دقیقه برگشت به حالت اولیه بود (۲۷). به این صورت که پس از گرم کردن به

<sup>1</sup>. American College of Sports Medicine

جدول ۲. برنامه تمرین ورزشی چند جزئی استفاده شده در پژوهش

بخش‌های تمرین	حرکات	هفته	زمان (دقیقه)	شدت
مقاومتی با کش تراپاند	جلو بازو، پرس پشت بازو، خم شدن تنه به جلو و عقب، دور و نزدیک کردن پا از مفصل لگن، خم و باز کردن زانو، خم و باز کردن مچ پا	اول تا چهارم	۲۵-۲۰	۲ ست ۸-۱۰ تکرار
		پنجم تا هشتم	۳۰-۲۵	۳ ست ۸-۱۲ تکرار
		نهم تا دوازدهم	۴۰-۳۰	۳ ست ۸-۱۲ تکرار
هوازی	گام زدن نشسته روی صندلی، گام زدن درجا و ایستاده، چرخش بازوها، خم شدن به پهلو، بالا بردن بازوها از کنار بدن و پروانه	اول تا چهارم	۱۰	٪ ۴۰-۵۰
		پنجم تا هشتم	۱۵	٪ ۵۰-۶۰
		نهم تا دوازدهم	۲۰	٪ ۶۰-۶۵
تعادل	بشین و پاشو، خم شدن زانو، راه رفتن به عقب، راه رفتن و چرخیدن به اطراف، راه رفتن به پهلو، ایستادن روی پاشنه و پنجه، راه رفتن روی پاشنه و پنجه و ایستادن روی یک پا	اول تا چهارم	۱۰	با دو دست حمایتی
		پنجم تا هشتم	۱۰	با یک دست و یا بدون دست هدایتی
		نهم تا دوازدهم	۱۰	بدون دست حمایتی

### تمرین مقاومتی

پروتکل تمرین مقاومتی بر اساس ACSM طراحی شد (۲۶). قبل از شروع برنامه تمرین مقاومتی، شرکت‌کنندگان در گروه آزمایش در مورد نحوه استفاده از باندهای الاستیک آموزش دیدند. تکنیک صحیح تمرین، فواصل استراحت و انطباق با برنامه تمرینی به دقت پایش شد. هر جلسه ۲۰-۴۰ دقیقه تمرین مقاومتی است که تمرین برای گروه‌های عضلانی اصلی، از جمله بازوها، شانه، شکم، پشت و پاها انجام شد. در این مطالعه سطوح مقاومت باندهای الاستیک

از کمترین مقاومت (زرد) شروع شد و به تدریج افزایش یافت. شدت تمرینات با استفاده از مقیاس بورگ (Borg RPE scale) کنترل شد تا شدت تمرینات برای هر شرکت‌کننده به‌طور فردی تنظیم گردد. شدت تمرینات برای گروه تمرینی در سطح ۱۲-۱۴ (تا حدودی سخت) قرار داشت. علاوه بر این، شدت تمرین با این مقیاس در نقطه ۱۲-۱۴ (تا حدودی سخت) کنترل شد. علاوه بر این، زمانی که شرکت‌کنندگان نمی‌توانستند شدت مقاومت رنگ باند بعدی را تحمل کنند، رنگ قبلی برای یک جلسه اضافی حفظ می‌شد (جدول ۳) (۲۷، ۲۸).

جدول ۳. پروتکل تمرین مقاومتی

هفته‌ها	رنگ باندهای کشی			تمرین	
	زرد	قرمز	سبز	آبی	سیاه
۱	*				تکرارها ۱۰-۸
۲	*				تکرارها ۱۰-۸
۳	*				تکرارها ۱۲-۱۰
۴	*				تکرارها ۱۲-۱۰
۵		*			تکرارها ۱۰-۸
۶		*			تکرارها ۱۲-۱۰
۷			*		تکرارها ۱۰-۸
۸			*		تکرارها ۱۲-۱۰
۹				*	تکرارها ۱۰-۸
۱۰				*	تکرارها ۱۲-۱۰
۱۱					تکرارها ۱۰-۸
۱۲					تکرارها ۱۲-۱۰

## تمرین هوازی

پروتکل تمرین هوازی بر اساس دستورالعمل‌های کالج پزشکی ورزشی آمریکا طراحی شد (۲۶). پروتکل تمرین هوازی شامل گام زدن نشسته روی صندلی، گام زدن درجا و ایستاده، چرخش بازوها، خم شدن به پهلو، بالا بردن بازوها از کنار بدن و پروانه بود (جدول ۲). مدت زمان تمرین آزمودنی‌ها در چهار هفته اول ۱۰ دقیقه، به تدریج به زمان تمرین افزوده می‌شود به نحوی که چهار هفته دوم ۱۵ دقیقه و در نهایت، چهار هفته سوم به ۲۰ دقیقه رسید. شدت تمرین نیز با ۴۰ درصد ضربان قلب بیشینه در جلسه اول شروع شد که به تدریج بر شدت تمرین افزوده و به ۶۵ درصد ضربان

قلب بیشینه رسید (جدول ۴). برای تعیین شدت تمرینات هوازی از ضربان قلب بیشینه استفاده شد (۲۷). همچنین در رابطه با کنترل شدت تمرین، این کار با تعیین ضربان قلب آزمودنی‌ها قبل از شروع تمرینات، حین اجرا و پس از انجام فعالیت در هر جلسه توسط پژوهشگران با استفاده از حسگر ضربان قلب (برند پلار، مدل H10 ساخت کشور آمریکا، سال ۲۰۱۹) انجام شد. لازم به ذکر است که با توجه به سطح آمادگی پایین و عدم تحرک آزمودنی‌ها، شدت تمرین در هفته‌های ابتدایی به صورت محافظه‌کارانه انتخاب شد تا ضمن ایجاد سازگاری‌های اولیه، پایداری آزمودنی‌ها به برنامه تمرینی افزایش یابد و از بروز خطرات احتمالی جلوگیری شود.

جدول ۴. پروتکل تمرین هوازی

هفته‌ها	زمان فعالیت (min)	شدت (HRmax)
۱	۱۰	۴۰-۵۰
۲	۱۰	۴۰-۵۰

<sup>۱</sup>. Rate of Perceived Exertion (RPE)

۴۰-۵۰	۱۰	۳
۴۰-۵۰	۱۰	۴
۵۰-۶۰	۱۵	۵
۵۰-۶۰	۱۵	۶
۵۰-۶۰	۱۵	۷
۵۰-۶۰	۱۵	۸
۶۰-۶۵	۲۰	۹
۶۰-۶۵	۲۰	۱۰
۶۰-۶۵	۲۰	۱۱
۶۰-۶۵	۲۰	۱۲

### تمرین تعادلی

سومین جزء پروتکل، تمرین تعادلی با هشت ایستگاه شامل تعادل ایستا و پویا و با مدت زمان ۱۰-۱۵ دقیقه بود (۲۷). ایستگاه‌های تعادلی شامل نشست و برخاست، خم شدن زانو، راه رفتن به عقب، راه رفتن و چرخیدن به اطراف، راه رفتن به پهلو، ایستادن روی پاشنه و پنجه، راه رفتن روی پاشنه و پنجه و ایستادن روی یک پا اجرا بود (جدول ۲).

### روش‌های آزمایشگاهی

جمع‌آوری نمونه‌های خون به میزان ۵ میلی‌لیتر از ورید قدامی بازویی در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون انجام شد. نمونه‌ها در شرایط ناشتایی پس از ۱۲ ساعت ناشتا جمع‌آوری شدند و برای اندازه‌گیری تری‌گلیسیرید، کلسترول تام، LDL، HDL و گلوکز به آزمایشگاه منتقل شدند و پس از سانتریفیوژ، سرم آن‌ها جدا گردید. اندازه‌گیری شاخص‌های بیوشیمیایی سرم شامل گلوکز با روش گلوکز اکسیداز (GOD-PAP)، کلسترول تام با روش CHOD-PAP، تری‌گلیسیرید با روش GPO-PAP، لیپوپروتئین پرچگال HDL با روش آنزیمی مستقیم و مقادیر

لیپوپروتئین کم‌چگال LDL نیز از روش آنزیمی مستقیم انجام شد. تمامی این شاخص‌ها با استفاده از کیت‌های تجاری شرکت پارس آزمون (ساخت تهران، ایران) و توسط دستگاه اتوآنالایزر تمام‌اتوماتیک Opera (در آزمایشگاه شهریار شهر قم) با واحد میلی‌گرم بر دسی‌لیتر (mg/dL) اندازه‌گیری شدند.

### تحلیل آماری

برای تحلیل داده‌ها، ابتدا وضعیت طبیعی بودن داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک بررسی شد. سپس، مقایسه‌های بین‌گروهی با استفاده از آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر دو طرفه (گروه × زمان) انجام شد. آزمون‌های آماری در سطح معناداری  $p < 0.05$  انجام شدند. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار IBM SPSS Statistics Version 22 در سطح معناداری  $p < 0.05$  و رسم نمودارهای آماری با نرم‌افزار EXCEL انجام شد.

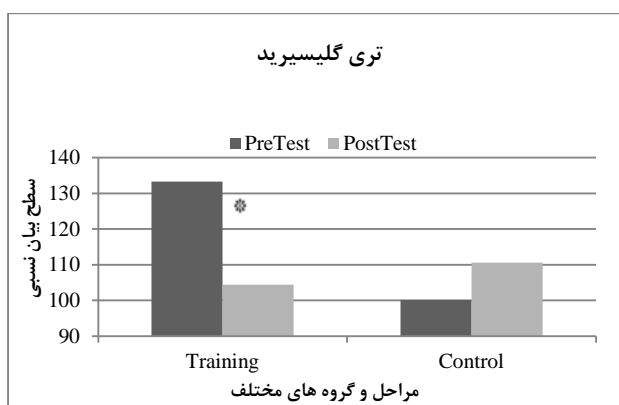
یافته‌ها

LDL، (p<۰/۰۰۱)، کلسترول تام (p<۰/۰۰۱)، گلوکز (p<۰/۰۱) و افزایش معنادار HDL (p<۰/۰۰۱) شد (نمودارهای ۱ تا ۵). به طوری که تری گلیسیرید ۲۱/۶۳٪، کلسترول تام ۱۲/۵۴٪، LDL ۲۰٪/۹۱ و گلوکز ۱۰/۰۴٪ کاهش و HDL ۲۱٪/۹۰ افزایش یافت.

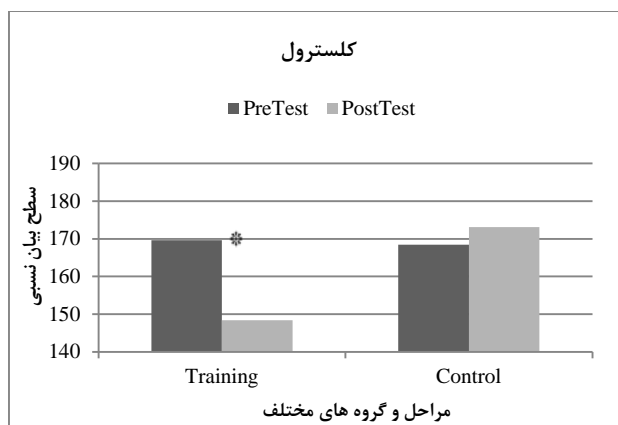
بررسی تأثیر تعامل زمان×گروه در خصوص فاکتورهای نیمرخ لیپیدی و سطح گلوکز خون که در آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر دو طرفه نشان داده شد (جدول ۵)؛ دوازده هفته تمرین چند جزئی منجر به کاهش معنادار تری گلیسیرید

جدول ۵. مقایسه شاخص‌های مورد مطالعه با آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر دوطرفه

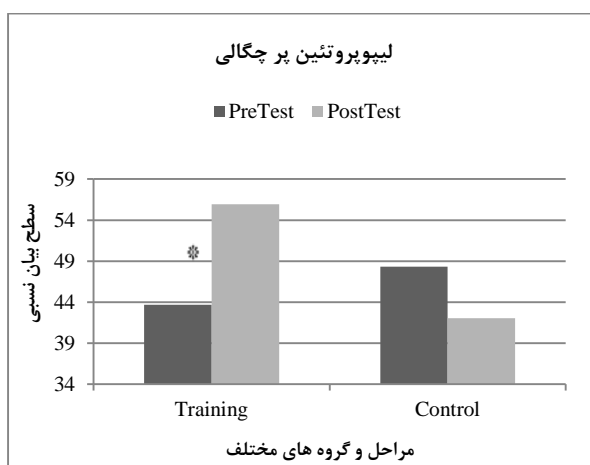
متغیر	گروه	پیش‌آزمون میانگین و انحراف معیار	پس‌آزمون میانگین و انحراف معیار	P (اثر زمان)	P (اثر گروه)	P (اثر زمان × گروه)	اندازه اثر
تری گلیسیرید	تمرین	۱۳۲/۳۲±۲۷۷/۳۶۳	۱۰۴/۲۹±۴۴۴/۷۱۸	۰/۰۶۰	۰/۱۷۳	۰/۰۰۱p<	۰/۳۳۸
	کنترل	۱۰۰/۲۴±۱۱۱/۹۷۵	۱۱۰/۴۰±۶۱۱/۴۶۵				
کلسترول تام	تمرین	۱۶۹/۳۴±۶۶۶/۵۵۰	۱۴۸/۲۹±۳۸۸/۹۸۴	۰/۰۲۹	۰/۳۰۸	۰/۰۰۱p<	۰/۲۷۳
	کنترل	۱۶۸/۳۹±۴۴۴/۱۰۹	۱۷۳/۳۸±۱۱۱/۶۸۷				
HDL	تمرین	۴۳/۵±۶۸۸/۷۵۰	۵۵/۸±۹۴۴/۳۷۶	۰/۰۵۸	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱p<	۰/۵۱۹
	کنترل	۴۸/۴±۳۱۶/۳۶۰	۴۲/۶±۰۵۵/۷۳۴				
LDL	تمرین	۱۰۹/۳۵±۸۲۲/۲۸۷	۸۶/۲۸±۸۵۶/۴۳۵	۰/۰۴۱	۰/۵۴۲	۰/۰۰۱p<	۰/۴۳۹
	کنترل	۸۶/۳۸±۴۰۰/۹۱۴	۹۵/۴۰±۹۴۴/۷۴۶				
گلوکز	تمرین	۱۱۵/۳۰±۰۵۵/۴۹۴	۱۰۳/۲۵±۵۰/۶۰۸	۰/۰۰۱	۰/۱۵۶	۰/۰۱p<	۰/۲۵۹
	کنترل	۹۹/۱۵±۳۸۸/۶۸۸	۹۷/۱۲±۹۴۴/۹۶۸				



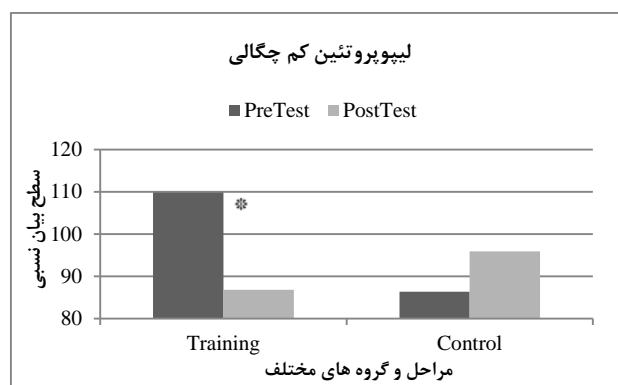
نمودار ۱. تغییرات تری گلیسیرید (میلی گرم/دسی‌لیتر) در دو گروه تمرین و کنترل در پیش‌آزمون و پس‌آزمون (میانگین ± انحراف معیار؛ n=18 در هر گروه). \* تعامل گروه×زمان معنادار (P < ۰/۰۰۱)



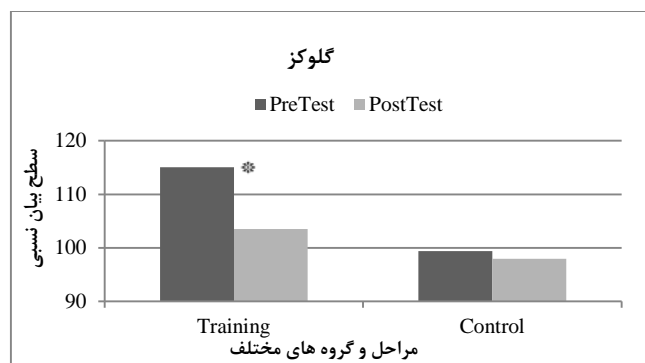
نمودار ۲. تغییرات کلیسترول تام (میلی گرم/دسی لیتر) در دو گروه تمرین و کنترل در پیش آزمون و پس آزمون (میانگین  $\pm$  انحراف معیار؛  $n=18$  در هر گروه). \* تعامل گروه  $\times$  زمان معنادار ( $P < 0.001$ )



نمودار ۳. تغییرات HDL (میلی گرم/دسی لیتر) در دو گروه تمرین و کنترل در پیش آزمون و پس آزمون (میانگین  $\pm$  انحراف معیار؛  $n=18$  در هر گروه). \* تعامل گروه  $\times$  زمان معنادار ( $P < 0.001$ )



نمودار ۴. تغییرات LDL (میلی گرم/دسی لیتر) در دو گروه تمرین و کنترل در پیش آزمون و پس آزمون (میانگین  $\pm$  انحراف معیار؛  $n=18$  در هر گروه). \* تعامل گروه  $\times$  زمان معنادار ( $P < 0.001$ )



نمودار ۵. تغییرات گلوکز (میلی‌گرم/دسی‌لیتر) در دو گروه تمرین و کنترل در پیش‌آزمون و پس‌آزمون (میانگین  $\pm$  انحراف معیار؛  $n=18$  در هر گروه). \* تعامل گروه  $\times$  زمان معنادار ( $P < 0.01$ )

یک برنامه نه ماهه تمرین چند جزئی (هوازی و مقاومتی) باعث کاهش کلسترول تام، تری‌گلیسیرید، و گلوکز خون شد (۱۳). همچنین، رونا و همکاران (۲۰۲۲) نشان دادند که برنامه‌های تمرینی چند جزئی منجر به بهبود نیمرخ لیپیدی و کاهش نشانگرهای استرس اکسیداتیو می‌شوند.

کاهش معنادار تری‌گلیسیرید و کلسترول تام در گروه تمرینی می‌تواند به دلیل افزایش حساسیت به انسولین و بهبود عملکرد لیپوپروتئین لیپاز ناشی از تمرینات مقاومتی و هوازی باشد که به کاهش چربی‌های ذخیره‌شده در بدن کمک می‌کند. همچنین، افزایش سطح HDL در گروه تمرینی احتمالاً به دلیل افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و بهبود عملکرد پروتئین‌های انتقال‌دهنده چربی مانند ABCA1 است که موجب حمل چربی‌ها به کبد می‌شود (۲۳). همچنین این باور وجود دارد که فعالیت ورزشی منظم با افزایش لیپولیز از طریق افزایش حساسیت گیرنده‌های بافت چربی و افزایش برداشت و اکسیداسیون چربی در عضلات منجر به بهبود نیمرخ لیپیدی می‌گردد (۲۹، ۳۰).

### بحث و نتیجه‌گیری

هدف اصلی این پژوهش بررسی تأثیر ۱۲ هفته تمرین ورزشی چند جزئی بر نیمرخ لیپیدی و سطح گلوکز در مردان سالمند بود. فرضیه تحقیق این بود که تمرینات چند جزئی باعث کاهش سطح تری‌گلیسیرید، کلسترول تام، LDL و گلوکز و افزایش سطح HDL در گروه تمرینی خواهد شد.

با توجه به نتایج تحقیق، کاهش در کلسترول تام، تری‌گلیسیرید، TG، لیپوپروتئین کم چگالی، LDL-C و گلوکز ناشتا، همراه با افزایش در لیپوپروتئین پرچگالی HDL-C مشاهده شد. این یافته‌ها با برخی از تحقیقات پیشین که بر مزایای ترکیب تمرینات هوازی و مقاومتی بر سلامت متابولیک در سالمندان تأکید دارند، همخوانی دارد. به عنوان مثال، نتایج این پژوهش با مطالعه زو و همکاران (۲۰۲۲) هم‌راستا است که نشان داد تمرینات ترکیبی هوازی و مقاومتی باعث بهبود وضعیت متابولیسم لیپید و کنترل گلوکز در سالمندان می‌شود. این شباهت‌ها ممکن است به دلیل استفاده از برنامه‌های تمرینی مشابه در هر دو مطالعه باشد (۱۵). لیتو و همکاران (۲۰۲۱) در تحقیقی روی زنان سالمند نشان دادند که

تمرین، ویژگی و نوع آزمودنی‌ها، شدت و مدت فعالیت می‌تواند علتی برای توجیه همسویی و یا تناقض یافته‌های تحقیق حاضر با تحقیقات دیگر باشد.

تمرینات چند جزئی از طریق مکانیسم‌های مختلفی بر بهبود نیمرخ لیپیدی و گلوکز تأثیر می‌گذارند. به عنوان مثال، افزایش بیان پروتئین‌های انتقال‌دهنده گلوکز مانند GLUT4<sup>۱</sup> در عضلات اسکلتی، یکی از مکانیسم‌های کلیدی است که منجر به بهبود حساسیت به انسولین و کاهش گلوکز خون می‌شود (۳۲). تمرینات مقاومتی و هوازی باعث افزایش حساسیت به انسولین می‌شوند که این امر از طریق کاهش مقاومت انسولینی و افزایش فعالیت مسیرهای سیگنالینگ انسولین مانند Akt2 و TBC1D4 منجر به کاهش گلوکز می‌شود (۱۶). از طرفی این نوع تمرینات باعث افزایش سطح هورمون‌هایی مانند آیریزین می‌شوند که نقش مهمی در بهبود حساسیت به انسولین و برداشت گلوکز دارند (۳۳). همچنین، کاهش چربی احشایی و بهبود ظرفیت اکسیداسیون چربی در اثر تمرینات هوازی و مقاومتی، به کاهش LDL-C و TG کمک می‌کند (۳۴). مطالعات نشان داده‌اند که تمرینات چند جزئی می‌توانند اثرات بلند مدتی بر سلامت متابولیک داشته باشند. به عنوان مثال، حتی پس از دوره‌های توقف تمرین، برخی از مزایا مانند بهبود ظرفیت هوازی و کاهش فشارخون همچنان باقی می‌مانند، اگرچه برخی دیگر مانند حساسیت به انسولین ممکن است به حالت اولیه بازگردند (۳۵).

علاوه بر این، مطالعه تان و همکاران (۲۰۱۲) تأیید می‌کند که یک برنامه ۶ ماهه، ترکیبی از تمرینات هوازی و مقاومتی، می‌تواند کنترل قند خون و نیمرخ لیپیدی را در سالمندان بهبود بخشد (۱۴). صفری و همکاران (۲۰۲۴) تأثیر ۱۶ هفته تمرینات ترکیبی در سالمندان را بررسی کردند و کاهش گلوکز را گزارش کردند (۱۶). ابراهیم و همکاران (۲۰۲۳) در تحقیقی نشان دادند که تمرینات چند جزئی باعث کاهش نشانگرهای التهابی و بهبود نیمرخ لیپیدی و گلوکز خون در سالمندان می‌شود (۳۱). باپتیسا و همکاران (۲۰۱۸) در بررسی تأثیر تمرینات چند جزئی در سالمندان کاهش گلوکز ناشتا، تری‌گلیسیرید و افزایش HDL گزارش کردند (۱۸).

در مقابل نصرانی و همکاران (۲۰۲۴) در مطالعه‌ای ۲۸ هفته‌ای نشان دادند که تمرینات آبی ترکیبی (هوازی و مقاومتی) در سالمندان باعث بهبود فشارخون و ترکیب بدنی شد، اما تغییرات قابل توجهی در نیمرخ لیپیدی و گلوکز مشاهده نشد (۱۹). میر و همکاران (۲۰۱۴) نیز در تحقیق خود روی ۲۴ مرد ۶۰ تا ۷۰ سال در شاخص‌های TC، TG، HDL-C و LDL-C عدم تغییر معنادار پس از تمرینات مقاومتی را مشاهده نمودند (۲۰). تفاوت‌های مشاهده‌شده در مطالعات میر و همکاران (۲۰۱۴) و نصرانی و همکاران (۲۰۲۴) که تأثیرات کمی از تمرینات ورزشی را در سطح گلوکز و نیمرخ لیپیدی گزارش کرده‌اند، ممکن است به تفاوت‌های در نوع تمرینات یا دوره زمانی مطالعه مربوط باشد. همچنین عواملی از قبیل طول دوره

<sup>۱</sup>. Glucose transporter 4

ذرات HDL و بهبود توانایی آنتی‌اکسیدانی آن می‌شوند که این امر به کاهش خطر بیماری‌های قلبی کمک می‌کند (۴۰). افزایش لیپوپروتئین پرچگالی موجب انتقال کلسترول از عروق خونی به سمت کبد می‌شود و از تجمع چربی‌ها در عروق خونی جلوگیری می‌کند. این امر موجب سلامت عروق و جلوگیری از کوفتگی آن‌ها می‌گردد. مکانیسم احتمالی که فعالیت ورزشی باعث بهبود در افزایش متابولیسم چربی می‌شود، می‌تواند ناشی از تغییرات در فعالیت آنزیم‌های لیپازی از جمله لیپوپروتئین لیپاز (LPL) و لیپاز حساس به هورمون (HSL) همراه با افزایش آنزیم لیسیل کلسترول آسیل ترانسفراز (LCAT) (آنزیمی که مسئول انتقال استر به کلسترول HDL است) باشد. تمرینات منظم ورزشی با افزایش لیپوپروتئین لیپاز، انتقال آن به اندوتلیال مویرگ، اتصالش به سطح لومن و تسریع تجزیه لیپوپروتئین‌های غنی از تری‌گلیسیرید، باعث افزایش انتقال ترکیبات سطحی به HDL می‌شود که این امر در درازمدت باعث افزایش توده HDL می‌شود (۴۱). مانند و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی مشاهده کردند که تمرینات چند جزئی باعث بهبود نیمرخ لیپیدی و ظرفیت هوازی در سالمندان می‌شود، این تمرینات به ویژه در کاهش کلسترول، LDL و تری‌گلیسیرید مؤثر بودند (۱۱). پیکاس و همکاران (۲۰۲۰) با بررسی بر روی زنان سالمند گزارش کردند، تمرینات ترکیبی باعث بهبود LDL می‌گردد (۴۲).

تمرینات ورزشی باعث افزایش انتقال کلسترول از بافت‌ها به HDL و سپس به کبد برای دفع می‌شود،

در پژوهشی یان و همکاران (۲۰۲۳) نشان دادند که تمرینات ترکیبی (هوازی و مقاومتی) به طور مؤثری کلسترول، LDL و تری‌گلیسیرید را کاهش داده و HDL را افزایش می‌دهد. این تمرینات در مقایسه با تمرینات هوازی یا مقاومتی به تنهایی، تأثیر بیشتری بر نیمرخ لیپیدی داشتند (۱۷). مندس و همکاران (۲۰۱۷) در بررسی تأثیر تمرینات ترکیبی در جامعه سالمندان شاهد بهبود گلوکز ناشتا، HbA1c، کلسترول، LDL و HDL بودند (۴). کاروالو و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه‌ای گزارش کردند که تمرینات چند جزئی شامل هوازی، مقاومتی و تعادلی منجر به کاهش کلسترول تام و LDL و افزایش HDL و کاهش گلوکز خون در سالمندان می‌شود (۳۶). درحالی‌که ویس و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند تمرینات هوازی اثری بر HDL نداشته است (۳۷). نتایج پژوهش سپهری راد و همکاران (۲۰۱۸) نیز کاهش در سطح HDL را در یافته‌های خود مشاهده نمودند (۳۸).

عوامل مختلفی بر تغییرات مقدار لیپوپروتئین پرچگالی خون تأثیر می‌گذارد؛ از جمله آن‌ها می‌توان جنسیت، رژیم غذایی، مصرف دارو، ویژگی‌های وراثتی و مدت فعالیت بدنی اشاره کرد. افزایش مشاهده شده در سطح HDL-C در پژوهش حاضر قابل توجه است، زیرا این عامل به عنوان یک محافظ کلیدی در برابر بیماری‌های قلبی-عروقی شناخته می‌شود. این یافته‌ها با نتایج تمبلیس و همکاران (۲۰۰۹) که نشان دادند ترکیب تمرینات هوازی و مقاومتی در افزایش HDL-C مؤثرتر از هر یک از این روش‌ها به تنهایی است، همخوانی دارد (۳۹). تمرین ورزشی باعث افزایش اندازه

تحقیقات آینده، مدت زمان برنامه‌های تمرینی افزایش یابد و همچنین تأثیر این تمرینات بر سایر شاخص‌های سلامت مانند فشار خون و عملکرد قلبی-عروقی نیز مورد بررسی قرار گیرد. در سطح عملی، این تحقیق می‌تواند به‌عنوان یک استراتژی غیر دارویی برای کاهش خطر بیماری‌های قلبی-عروقی و دیابت در سالمندان مورد استفاده قرار گیرد. یافته‌های این مطالعه اثر بخشی برنامه‌های تمرینی چند جزئی را در بهبود نیمرخ لیپیدی و سطح گلوکز در مردان سالمند تأیید می‌کند.

### تشکر و قدردانی

بدین وسیله از تمام آزمودنی‌های این مطالعه که صادقانه و با صمیمیت در انجام پژوهش حاضر محقق را یاری کردند تشکر و قدردانی می‌شود.

### ملاحظات اخلاقی

این پژوهش توسط کمیته اخلاق دانشگاه شهرکرد بررسی و به شماره IR.SKU.REC.1403.045 ثبت شده است.

### حمایت مالی

این پژوهش برگرفته از پایان‌نامه دکتری رشته علوم ورزشی، گرایش فیزیولوژی ورزشی است و هزینه‌های آن توسط دانشجو تأمین شده است.

### تضاد منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچ گونه تضاد منافی وجود ندارد.

این فرآیند از طریق افزایش فعالیت پروتئین‌های ABCA1 انجام می‌شود (۴۳). همچنین تمرین ورزشی منجر به کاهش فعالیت آنزیم HMG-CoA ردوکتاز در کبد می‌شود که مسئول سنتز کلسترول است (۴۴). از طرفی افزایش استفاده از کلسترول و چربی‌ها در بافت‌های محیطی که در اثر تمرین ورزشی رخ می‌دهد، به کاهش سطح کلسترول تام کمک می‌کند (۴۵). افزایش فعالیت آنزیم LPL در عضلات اسکلتی در اثر تمرینات ورزشی منجر به تجزیه تری‌گلیسیریدهای موجود در لیپوپروتئین‌های با چگالی بسیار کم (VLDL) و آزادسازی اسیدهای چرب به عنوان منبع انرژی می‌شود (۴۶). همچنین تمرینات باعث کاهش تولید VLDL در کبد می‌شود که این امر به کاهش سطح تری‌گلیسیرید کمک می‌کند (۴۷).

در مجموع، نقطه قوت این مطالعه استفاده از برنامه تمرینی چند جزئی بود. این برنامه ترکیب تمرینات هوازی، مقاومتی و تعادلی را در بر می‌گرفت که به‌طور جامع‌تر بر سلامت متابولیک تأثیر می‌گذارد. در نتیجه، پژوهش حاضر نشان داد که تمرینات چند جزئی می‌توانند تأثیرات مثبتی بر نیمرخ لیپیدی و سطح گلوکز در مردان سالمند داشته باشند. یکی از محدودیت‌های اصلی مطالعه، مدت زمان نسبی کوتاه (۱۲ هفته) است که ممکن است نتایج بلندمدت این تمرینات را منعکس نکند. همچنین، عدم وجود گروه‌های زنان سالمند یا سایر گروه‌های سنی به‌عنوان گروه مقایسه‌ای، ممکن است باعث محدودیت در تعمیم‌پذیری نتایج شود. پیشنهاد می‌شود که در

## References

1. Dos Reis Caldas LR, Albuquerque MR, Lopes E, Moreira AC, Almada TGB, de Araújo SR, et al. Multicomponent exercise training is effective in improving health and behavior indicators in Brazilian elderly women: a non-randomized trial. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2022;29:40-8. doi.org/10.1016/j.jbmt.2021.09.030.
2. Chung KW. Advances in understanding of the role of lipid metabolism in aging. *Cells*. 2021;10(4):880. doi.org/10.3390/cells10040880.
3. Mancuso P, Bouchard B. The impact of aging on adipose function and adipokine synthesis. *Frontiers in endocrinology*. 2019;10:137. doi.org/10.3389/fendo.2019.00137.
4. Mendes R, Sousa N, Reis VM, Themudo-Barata JL. Implementing low-cost, community-based exercise programs for middle-aged and older patients with type 2 diabetes: what are the benefits for glycemic control and cardiovascular risk? *International journal of environmental research and public health*. 2017;14(9):1057. doi.org/10.3390/ijerph14091057.
5. Nolan PB, Keeling SM, Robitaille CA, Buchanan CA, Dalleck LC. The effect of detraining after a period of training on cardiometabolic health in previously sedentary individuals. *International journal of environmental research and public health*. 2018;15(10):2303. doi.org/10.3390/ijerph15102303.
6. Bull FC, Al-Ansari SS, Biddle S, Borodulin K, Buman MP, Cardon G, et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British journal of sports medicine*. 2020;54(24):1451-62. doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955.
7. Bouaziz W, Lang PO, Schmitt E, Kaltenbach G, Geny B, Vogel T. Health benefits of multicomponent training programmes in seniors: a systematic review. *International journal of clinical practice*. 2016;70(7):520-36. doi.org/10.1111/ijcp.12822.
8. Saremi A, Asghari M, Ghorbani A. Effects of aerobic training on serum omentin-1 and cardiometabolic risk factors in overweight and obese men. *Journal of sports sciences*. 2010;28(9):993-8. doi.org/10.1080/02640414.2010.484070.
9. Taguchi N, Higaki Y, Inoue S, Kimura H, Tanaka K. Effects of a 12-month multicomponent exercise program on physical performance, daily physical activity, and quality of life in very elderly people with minor disabilities: an intervention study. *Journal of epidemiology*. 2010;20(1):21-9. doi.org/10.2188/jea.JE20081033.
10. Ferreira CB, Teixeira PdS, Alves dos Santos G, Dantas Maya AT, Americano do Brasil P, Souza VC, et al. Effects of a 12-week exercise training program on physical function in institutionalized frail elderly. *Journal of aging research*. 2018;2018(1):7218102.

11. Monteagudo P, Cordellat A, Roldán A, Gómez-Cabrera M, Blasco-Lafarga C. Effects of multicomponent exercise on metabolic health parameters in elderly. *MOJ Sports Med.* 2019;3(3):70-4.
12. Ahmed AS, Ahmed MS. The impact of high intensity interval training on serum omentin-1 levels, lipid profile, and insulin resistance in obese men with type 2 diabetes mellitus. *Isokinetics and Exercise Science.* 2023;31(3):221-31. doi.org/10.3233/IES-220117.
13. Leitão L, Marocolo M, de Souza HL, Arriel RA, Vieira JG, Mazini M, et al. Multicomponent exercise program for improvement of functional capacity and lipidic profile of older women with high cholesterol and high triglycerides. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 2021;18(20):10731.
14. Tan S, Li W, Wang J. Effects of six months of combined aerobic and resistance training for elderly patients with a long history of type 2 diabetes. *Journal of sports science & medicine.* 2012;11(3):495.
15. Zhou Y, Wu W, Zou Y, Huang W, Lin S, Ye J, et al. Benefits of different combinations of aerobic and resistance exercise for improving plasma glucose and lipid metabolism and sleep quality among elderly patients with metabolic syndrome: a randomized controlled trial. *Endocrine journal.* 2022;69(7):819-30. doi.org/10.1507/endocrj.EJ21-0589.
16. Safari M, Shabani R, Fadaei MR. Effect of Combined Exercises on Glucose Homeostasis and Plasma Levels of Sirtuin 1 and FOXO1 in Obese Elderly Men. *Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences.* 2024:doi.org/10.18502/ssu.v32i4.5838.
17. Yun H, Su W, Zhao H, Li H, Wang Z, Cui X, et al. Effects of different exercise modalities on lipid profile in the elderly population: A meta-analysis. *Medicine.* 2023;102(29):e33854. doi: 10.1097/MD.00000000000033854.
18. Baptista LC, Machado-Rodrigues AM, Martins RA. Back to basics with active lifestyles: exercise is more effective than metformin to reduce cardiovascular risk in older adults with type 2 diabetes. *Biology of sport.* 2018;35(4):363-72. doi.org/10.5114/biolsport.2018.78057.
19. Nosrani SE, Tartibian B, Eslami R, Farinha C, Serrano J, Ferreira JP, et al. The effects of combined aquatic exercise on physical performance and metabolic indices in overweight healthy older adults. *International journal of exercise science.* 2024;16(4):1499. doi: 10.70252/SOQT4818.
20. Ehsan M, Seyyed Reza Attarzadeh H, Mojtaba Mir S, Keyvan H. Changes in C-reactive protein, interleukin-6 and lipid biomarkers in sedentary middle-aged men after resistance exercise. 2014;(2)21:292-83.
21. Pourmotahari A, Shahrbanian S, Supriya R, Saeidi A. Exercise Training and Cardiovascular Risk Factors in Males with Overweight or Obesity: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Medicina.* 2025;61(2):255. doi.org/10.3390/medicina61020255.

22. Justine M, Hamid TA, Mohan V, Jagannathan M. Effects of multicomponent exercise training on physical functioning among institutionalized elderly. *International Scholarly Research Notices*. 2012;2012(1):124916. doi.org/10.5402/2012/.
23. Rondão CAdM, Mota MP, Oliveira MM, Peixoto F, Esteves D. Multicomponent exercise program effects on fitness and cognitive function of elderlies with mild cognitive impairment: Involvement of oxidative stress and BDNF. *Frontiers in aging neuroscience*. 2022;14:950937. doi.org/10.3389/fnagi.2022.
24. Thomas S, Reading J, Shephard RJ. Revision of the physical activity readiness questionnaire (PAR-Q). *Canadian journal of sport sciences= Journal canadien des sciences du sport*. 1992;17(4):338-45.
25. Warburton DE, Bredin SS, Jamnik VK, Gledhill N. Validation of the PAR-Q+ and ePARmed-X+. *The Health & Fitness Journal of Canada*. 2011;4(2):38-46.
26. Riebe D, Ehrman JK, Liguori G, Magal M. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription: American College of Sports Medicine; 2018.
27. Sadjapong U, Yodkeeree S, Sungkarat S, Siviroj P. Multicomponent exercise program reduces frailty and inflammatory biomarkers and improves physical performance in community-dwelling older adults: A randomized controlled trial. *International journal of environmental research and public health*. 2020;17(11):3760. doi:10.390/ijerph17113760.
28. Huang SW KJ, Lin LF, Liao CD, Chou LC, Liou TH. Body composition influenced by progressive elastic band resistance exercise of sarcopenic obesity elderly women: a pilot randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2017 Aug;53(4):556-563. doi: 10.23736/S1973-9087.17.04443-4. Epub 2017 Jan 12. PMID: 28084062.
29. Racil G, Ben Ounis O, Hammouda O, Kallel A, Zouhal H, Chamari K, et al. Effects of high vs. moderate exercise intensity during interval training on lipids and adiponectin levels in obese young females. *European journal of applied physiology*. 2013;113:2531-40. doi: 10.1007/s00421-013-2689-5.
30. Rashidlamir A, Saadatnia A. The effect of eight weeks of aerobic training on the plasma level of adiponectin, leptin, and resistin in healthy middle-aged men. *Science & Sports*. 2012;27(6):351-6. doi.org/10.1016/j.scispo.2011.11.004.
31. Ibrahim A, Mat Ludin AF, Singh DKA, Rajab NF, Shahar S. Changes in cardiovascular-health blood biomarkers in response to exercise intervention among older adults with cognitive frailty: A scoping review. *Frontiers in Physiology*. 2023;14:1077078. doi.org/10.3389/fphys.2023.
32. Biensø RS, Olesen J, Gliemann L, Schmidt JF, Matzen MS, Wojtaszewski JF, et al. Effects of exercise training on regulation of skeletal muscle glucose metabolism in elderly men. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*. 2015;70(7):866-72. doi.org/10.1093/gerona/glv012.

33. Tahramuzi M, Seifi-Skishahr F, Afroundeh R, Katebi L. The effect of long-term strength training on serum levels of betatrophin and irisin in elderly men with type 2 diabetes. *Medical Journal of Tabriz University of Medical Sciences*. 2023;45(4):325-36. doi: 10.34172/mj.2023.036
34. O'Leary VB, Marchetti CM, Krishnan RK, Stetzer BP, Gonzalez F, Kirwan JP. Exercise-induced reversal of insulin resistance in obese elderly is associated with reduced visceral fat. *Journal of applied physiology*. 2006;100(5):1584-9. doi.org/10.152/jappphysiol.01336.2005.
35. Ratel S, Gryson C, Rance M, Penando S, Bonhomme C, Le Ruyet P, et al. Detraining-induced alterations in metabolic and fitness markers after a multicomponent exercise-training program in older men. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2012;37(1):72-9. doi.org/10.1139/h11-130.
36. Carvalho J, Marques E, Ascensão A, Magalhães J, Marques F, Mota J. Multicomponent exercise program improves blood lipid profile and antioxidant capacity in older women. *Archives of gerontology and geriatrics*. 2010;51(1):1-5.
37. Weiss EP, Albert SG, Reeds DN, Kress KS, McDaniel JL, Klein S, et al. Effects of matched weight loss from calorie restriction, exercise, or both on cardiovascular disease risk factors: a randomized intervention trial. *The American journal of clinical nutrition*. 2016;104(3):576-86. doi.org/10.3945/ajcn.116.131391.
38. Sepehrirad M, Valipour Dehnou V, Fathi M. Effects of hict on serum lipids and glucose levels in elderly women. *Iran Journal of Nursing*. 2018;31(115):20-8. doi.org/10.29252/ijn.31.115.20.
39. Tambalis K, Panagiotakos DB, Kavouras SA, Sidossis LS. Responses of blood lipids to aerobic, resistance, and combined aerobic with resistance exercise training: a systematic review of current evidence. *Angiology*. 2009;60(5):614-32. doi.org/10.1177/0003319708324927.
40. Franczyk B, Gluba-Brzózka A, Ciałkowska-Rysz A, Ławiński J, Rysz J. The impact of aerobic exercise on HDL quantity and quality: a narrative review. *International journal of molecular sciences*. 2023;24(5):4653. doi.org/10.3390/ijms24054653.
41. Hosseini S, Zar A, Darakhshandeh M, Salehi O, Amiri R. The effect of volume and intensity changes of exercises on lipid profile of elderly men. *Journal of Gerontology*. 2017;2(1):38-46. doi.org/10.18869/acadpub.joge.1.4.38.
42. Pekas EJ, Shin J, Son W-M, Headid III RJ, Park S-Y. Habitual combined exercise protects against age-associated decline in vascular function and lipid profiles in elderly postmenopausal women. *International journal of environmental research and public health*. 2020;17(11):3893. doi.org/10.390/ijerph17113893.
43. Jaguri A, Al Thani AA, Elrayess MA. Exercise metabolome: insights for health and performance. *Metabolites*. 2023;13(6):694. doi.org/10.3390/metabo13060694.

44. Sinaga FA, Samosir A, Sinaga R, Ayu E, Manalu N, Ginting A, editors. Effect of aerobic exercise and supplementation virgin coconut oil on lipid profile. *Journal of Physics: Conference Series*; 2021: IOP Publishing.
45. Mouskeftara T, Deda O, Papadopoulos G, Chatzigeorgiou A, Gika H. Lipidomic analysis of liver and adipose tissue in a high-fat diet-induced non-alcoholic fatty liver disease mice model reveals alterations in lipid metabolism by weight loss and aerobic exercise. *Molecules*. 2024;29(7):1494. doi.org/10.3390/molecules29071494.
46. Plaisance EP, Grandjean PW, Mahurin AJ. Independent and combined effects of aerobic exercise and pharmacological strategies on serum triglyceride concentrations: a qualitative review. *The Physician and sportsmedicine*. 2009;37(1):11-9. doi.org/0.3810/PSM.2009.04.1678.
47. Durstine JL, Grandjean PW, Cox CA, Thompson PD. Lipids, lipoproteins, and exercise. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*. 2002;22(6):385-98. 10.1097/00008483-200211000-00002.