BIRJAND UNIVERSITY OF MEDICAL SCIENCES
Journal of Translational Medical Research
https://journal.bums.ac.ir

Short Communication

The effect of eight weeks of progressive resistance training and electrical muscle stimulation on cardiac health indicators in Inactive individuals

Aida Koushiar[1], Mandana Gholami[1]*, Sayed Abbas Biniaz[2], Farshad Ghazalian[1], Hossein Abednatanzi[1]

[1] Department of Professional Physical Education and Sports Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
[2] Department of Physical Education and Sport Sciences, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran

***Corresponding author:** Mandana Gholami
Tel: +989121491868 E-mail: gholami_man@yahoo.com

ABSTRACT

This study aimed to compare the effect of eight weeks of resistance training and electrical muscle stimulation on cardiovascular health indicators and C-reactive protein levels in inactive women.

In this quasi-experimental study, 45 inactive women, aged 30-40 years, were randomly divided into three groups: resistance training (n=15), electrical stimulation (n=15), and control (n=15). Before and after the intervention, anthropometric indicators and blood sampling were collected to measure lipid indices and C-reactive protein levels. The training protocol consisted of eight weeks of training, with three sessions per week. Shapiro-Wilk tests and analysis of covariance (ANCOVA) were used to analyze the data at a significance level of 0.05.

The results of the present study showed that the lipid indices of total cholesterol (P=0.005), triglycerides (P=0.004), low-density lipoprotein (LDL) (P=0.009), and C-reactive protein (P=0.001) exhibited significant differences among the three research groups. However, no significant difference was observed in the high-density lipoprotein index between the intervention and comparison groups (P<0.05). The results of the intra-group test showed that the lipid profile indices, including triglycerides (P=0.001), total cholesterol (P=0.001), LDL (P=0.001), and C-reactive protein (P=0.001), were lower in the resistance training group than in the control and electrical stimulation groups.

The results obtained from the present study showed that resistance training improves the lipid profile and reduces C-reactive protein in inactive women. It appears that resistance training can be used alone or in combination with electrical stimulation exercises to enhance overall health in both healthy and ill individuals.

Keywords: C-reactive protein, Electrical muscle stimulation, Lipid profile, Resistance training

Citation: Koushiar A, Gholami M, Abbas Biniaz SA, Ghazalian F, Abednatanzi H. [The effect of eight weeks of progressive resistance training and electrical muscle stimulation on cardiac health indicators in Inactive individuals]. Journal of Translational Medical Research. 2025; 32(3): 252-261. [Persian]

DOI http://doi.org/10.61186/JBUMS.32.3.248

Received: June 15, 2025 **Accepted:** October 07, 2025

Copyright © 2025, Journal of Translational Medical Research. This open-access article is available under the Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 (CC BY-NC 4.0) International License (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/), which allows for the copying and redistribution of the material only for noncommercial purposes, provided that the original work is properly cited.

[DOI: 10.61882/JBUMS.32.3.248]

مقاله کوتاه

تأثیر هشت هفته تمرین مقاومتی فزاینده و تحریک الکتریکی عضلات بر شاخص‌های سلامت قلبی افراد تمرین نکرده

آیدا کوشیار[۱]، ماندانا غلامی[۱]*، سید عباس بی‌نیاز[۲]، فرشاد غزالیان[۱]، حسین عابد نطنزی[۱]

چکیده

هدف از این مطالعه مقایسه تأثیر هشت هفته تمرین مقاومتی و تحریک الکتریکی عضلات بر شاخص‌های سلامت قلبی عروقی و پروتئین واکنشی C زنان غیرفعال بود.

در این مطالعه نیمه تجربی ۴۵ زن غیرفعال با دامنه سنی ۳۰-۴۰ سال به‌طورتصادفی در سه گروه تمرین مقاومتی (۱۵نفر)، تحریک الکتریکی (۱۵نفر) و کنترل (۱۵نفر) تقسیم شدند. قبل و پس از مداخله شاخص‌های آنتروپومتریکی و خون‌گیری به منظور اندازه‌گیری شاخص‌های لیپیدی و سطوح پروتئین واکنشی C انجام شد. پروتکل تمرین شامل ۸ هفته تمرین و سه جلسه در هفته بود. برایتجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون‌های شاپیروویلک و ANCOVA در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد شاخص‌های لیپیدی کلسترول کل (P=۰/۰۰۵)، تری‌گلیسرید (P=۰/۰۰۴)، LDL (P=۰/۰۰۹) و پروتئین واکنشی C (P=۰/۰۰۱) در گروه‌های سه گانه تحقیق اختلاف معنی‌داری داشت. این درحالی است که در شاخص HDL اختلاف معنی‌داری بین گروه‌های مداخله و مقایسه مشاهده نشد (P>۰/۰۵). نتایج آزمون درون گروهی نشان داد شاخص‌های پروفایل لیپیدی تری‌گلیسرید (P=۰/۰۰۱)، کلسترول کل (P=۰/۰۰۱)، LDL (P=۰/۰۰۱) و پروتئین واکنشی C (P=۰/۰۰۱) در تمرین مقاومتی پایین‌تر از گروه کنترل و تحریک الکتریکی بود.

نتایج به‌دست آمده از پژوهش حاضر نشان داد انجام تمرینات مقاومتی باعث بهبود پروفایل لیپیدی و کاهش پروتئین واکنشی C در زنان غیرفعال می‌شود. با توجه به نتایج به‌دست آمده به نظر می‌رسد انجام تمرینات مقاومتی می‌تواند به تنهایی یا ترکیب با تمرینات تحریک الکتریکی به منظور افزایش سطح سلامت در افراد سالم و بیمار مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: تمرین مقاومتی، تحریک الکتریکی عضلانی، پروفایل لیپیدی، پروتئین واکنشی C

مجله "تحقیقات پزشکی ترجمانی". ۱۴۰۴؛ ۳۲ (۳): ۲۶۱-۲۵۲.

دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۲۵ **پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۱۵**

[۱] گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده ادبیات، علوم انسانی و اجتماعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

[۲] گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران

***نویسنده مسئول: ماندانا غلامی**

آدرس: تهران- انتهای بزرگراه شهید ستاری- میدان دانشگاه بلوار شهدای حصارک- دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات- دانشکده علوم انسانی و اجتماعی- گروه تخصصی تربیت بدنی و علوم ورزشی

تلفن: ۰۹۱۲۱۴۹۱۸۶۸ پست الکترونیکی: gholami_man@yahoo.com

[DOI: 10.61882/JBUMS.32.3.248]

مقدمه

عادات و اعمال روزانه ما به‌طور جدی بر خطر ابتلا به بیماری‌های غیر واگیر مانند دیابت نوع ۲، سندرم متابولیک، فشارخون و بیماری‌های قلبی عروقی تأثیر می‌گذارد. از طرفی فعالیت بدنی منظم، تغذیه سالم و کنترل وزن خطر ابتلا به این نوع بیماری‌ها را به میزان قابل توجهی کاهش می‌دهد. این درحالی است که بیماری‌های قلبی عروقی یکی از اصلی‌ترین دلایل مرگ و میر در کشورهای صنعتی و در حال توسعه است. بر اساس آمار وزارت بهداشت ۳۸/۵ درصد مرگ‌ومیرها در ایران به علت بیماری‌های قلبی عروقی رخ می‌دهد. همچنین در افرادی که فعالیت بدنی مناسبی ندارند، احتمال ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی دو برابر بیشتر از افراد فعال است. همچنین مطالعات متعدد به‌خوبی نشان داده‌اند بی‌تحرکی و کاهش فعالیت‌های فیزیکی ضمن تغییر شکل ظاهری افراد، باعث تجمع چربی در نواحی مختلف بدن و ایجاد چاقی، به‌خصوص چاقی شکمی در افراد می‌شود (۱). چاقی شکمی و اهمیت مطالعه آن زمانی بارز می‌شود که بدانیم چاقی شکمی به مراتب خطرناک‌تر از تجمع چربی در نقاط دیگر بدن است و خطر مرگ زودرس، بیماری‌هایی مانند پرفشاری خون، هیپرلیپیدمی، دیابت، بیماری‌های عروق کرونر، بیماری‌های تنفسی، افزایش چسبندگی خون (پلی‌سایتمی) و افسردگی و مشکلات استخوانی را به همراه دارد (۲) و این در حالی است که امروزه میزان شیوع چاقی شکمی در جوامع رو به افزایش است. مطالعات اخیر نیز حاکی از وجود ارتباط بین شاخص‌های تن‌سنجی همچون درصد چربی، نسبت دور کمر به دور لگن (WHR)[1] شاخص توده بدنی (BMI)[2] با شاخص‌های متابولیکی (HDL[3]، LDL[4]، TG[5]) و فشارخون در افراد مورد مطالعه بود (۳). شواهد نشان می‌دهد التهاب سیستمیک و عواملی مانند تودهٔ چربی و هورمون‌های ترشحی از بافت چربی، در بروز بیماری‌های مرتبط با قلب و عروق مؤثرند. پژوهش‌های مختلف نشان داده‌اند که سطوح بالای تری‌گلیسرید (TG)، کلسترول تام و لیپوپروتئین با چگالی کم (LDL) و یا کاهش میزان لیپوپروتئین با چگالی زیاد (HDL) در خون، خطر بیماری های قلبی- عروقی را در افراد افزایش می‌دهد. از طرفی التهاب مزمن نیز به عنوان یک عامل مؤثر در بیماری‌های قلبی عروقی شناخته شده است. در همین راستا، افزایش پروتئین واکنشی C[6] (CRP)، یک نشانگر زیستی التهاب، ممکن است به عنوان یک شاخص مستقل مهم مرگ و میر ناشی از بیماری‌های قلبی عروقی و متابولیک در نظر گرفته شود (۴). ازاین‌رو به‌نظر می‌رسد فعالیت بدنی و ورزش از جمله روش‌هایی است که برای پیشگیری، به تأخیر انداختن یا درمان مشکلات ناشی از بی‌تحرکی به‌کار می‌رود و تأثیر مثبت آن بر روی شیوه‌های زندگی سالم و کاهش خطر مرگ‌ومیر افراد جامعه به دلیل بیماری‌های زمینه‌ای مستند شده است. از طرفی استفاده از فعالیت بدنی و ورزش به عنوان عاملی مؤثر برای بهبود سیستم‌های مختلف بدن از جمله قلب وعروق، سیستم عصبی، سیستم متابولیکی و... در مطالعات مختلف پذیرفته شده است (۵, ۶).

تحقیقات متعدد انجام شده نشان دهنده اهمیت تمرینات ورزشی به خصوص تمرینات مقاومتی برای افزایش ظرفیت‌های عملکردی و سطح سلامت افراد مختلف است (۷, ۸). از طرفی نتایج تحقیقات به‌دست آمده در خصوص تمرینات EMS[7] این تمرینات را برای سالمندان و افراد آسیب دیده مفید و ایمن معرفی کرده است (۹) که نشان‌دهنده اهمیت و کاربرد تکنولوژی‌های جدید درکنار تمرینات سنتی است. در همین راستا Trivedi و همکاران در مطالعه‌ای نشان دادند تمرینات مقاومتی و EMS می‌توانند باعث بهبود پروفایل لیپیدی در بیماران مبتلا به دیابت شوند. این درحالی است که تمرینات مقاومتی اثرگذاری بیشتری داشتند (۱۰). با این حال با توجه به کمبود زمان برای انجام تمرینات ورزشی سنتی و افزایش بیماری‌هایی همانند چاقی و قلبی عروقی، مطالعاتی که به مقایسه دو روش تمرینات مقاومتی و EMS پرداخته باشد، محدود است و همچنین به نظر می‌رسد در بیشتر مطالعات به افراد بیمار پرداخته شده و اثر مقایسه تمرینات مقاومتی و EMS در افراد سالم برای پیشگیری از شروع روند بیماری و چاقی انجام نشده است. در

[1] Waist–hip ratio
[2] Body Mass Index
[3] High Density Lipoprotein
[4] Low Density Lipoprotein
[5] Triglyceride
[6] C-reactive protein (CRP)
[7] Electrical Muscle Stimulation (EMS)

[DOI: 10.61882/JBUMS.32.3.248]

نتیجه با توجه به موارد ذکر شده هدف مطالعه حاضر بررسی و مقایسه تأثیر تمرین مقاومتی و EMS بر سطوح (CRP)، پروفایل لیپیدی و ترکیب بدن زنان غیرفعال بود.

روش تحقیق

مطالعه حاضر از نوع نیمه‌تجربی با طراحی پیش آزمون- پس آزمون بود. جامعه آماری این پژوهش از بین زنان غیرفعال ۳۰ تا ۴۰ سال شهر قزوین انتخاب شدند. پس از بررسی تمامی داوطلبین شرکت در پژوهش و طبق معیارهای ورود، ۴۵زن به‌صورت تصادفی انتخاب و به روش تصادفی‌سازی جایگزینی در گروه‌های تمرین مقاومتی (۱۵نفر)، EMS (۱۵نفر) و کنترل (۱۵نفر) قرار گرفتند. تعداد حجم نمونه مطالعه حاضر براساس مطالعات قبلی و انجام شده در این زمینه انتخاب شد (۱۱). مطالعه حاضر با رعایت کامل مفاد اخلاق در پژوهش با کد IR.Qums.REC.1401.276 که در کمیته اخلاق طرح پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی قزوین اخذ و با رعایت اصول اعلامیه هلسینکی انجام گردید. معیارهای ورود به مطالعه، سن در محدوده ۳۰ تا۴۰ سال، عدم ابتلا به بیماری‌های متابولیک، قلبی عروقی و اسکلتی عضلانی محدود کننده فعالیت بدنی، عدم انجام فعالیت‌های ورزشی طی ۱۲ ماه گذشته، عدم استعمال دخانیات بود. همچنین معیارهای خروج از مطالعه نیز شامل مصرف داروها، دخانیات، الکل یا مکمل‌های تغذیه‌ای، ابتلا به هر نوع بیماری و اجرای تمرین‌هایی غیر از تمرین های تجویز شده و عدم رعایت نکات توصیه شده در طول دوره مطالعه به دلیل آسیب‌ها و رخدادهای جسمی یا ذهنی روانی و استرس‌زا بود. آزمودنی‌ها پس از تکمیل کردن فرم رضایت‌نامه شرکت در تحقیق و پرسش‌نامه آمادگی شروع فعالیت ورزشی، توسط پزشک مورد معاینه قرار گرفتند تا سلامت آن‌ها به منظور شرکت در تمرینات مورد تأیید قرار گیرد.

اندازه گیری ها

در ابتدای مطالعه طی یک مرحله مجزا همه آزمودنی‌های منتخب در سالن ورزشی حاضر و ضمن ارائه توضیحاتی در خصوص اهداف مطالعه، رضایت کتبی جهت شرکت در مطالعه را کامل کردند و سپس خصوصیات آنتروپومتریکی و قد و وزن آزمودنی‌ها به ترتیب با دقت ۵ میلی‌متر و ۰/۲ کیلوگرم اندازه‌گیری شد. وزن و قد آزمودنی‌ها با ترازو و دستگاه قدسنج Seca ساخت کشور آلمان، ترکیب بدنی با دستگاه ioi353 Body composition ساخت چین در مرحله پایه و پس از انجام هشت هفته تمرین در سه گروه انجام شد. همچنین فشارخون سیستولی و دیاستولی شرکت کنندگان با استفاده از فشارسنج جیوه‌ای در ساعت ۹-۸ صبح در محل تمرینات توسط پزشکیار ورزشی انجام شد.

نمونه گیری خونی و آنالیز بیوشیمیایی

به‌منظور بررسی متغیرهای پژوهشی نمونه خونی آزمودنی‌ها ۲۴ ساعت قبل و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی در ساعت ۸ صبح در شرایط حداقل ۱۲ ساعت ناشتایی و در شرایط یکسان در محل آزمایشگاه توسط پزشک گرفته شد. در هر مرحله خون‌گیری حدود ۵ سی‌سی خون از ورید براکیال آزمودنی‌ها گرفته شد و بلافاصله به آزمایشگاه فرستاده شد و مطابق با دستورالعمل کیت تخصصی مورد استفاده، سرم آن با سانتریفیوژ جداسازی شده و در دمای منفی ۲۰ درجه سانتی‌گراد تا زمان انجام تحلیل فریز شد و در نهایت نمونه‌ها برای آنالیز به صورت یک جا به آزمایشگاه تشخیص طبی ارسال و غلظت سرمی CRP با استفاده از کیت‌های انسانی الایزا شرکت Caiman ساخت کشور امریکا با دقت اندازه‌گیری ۱/۵ پیکوگرم بر میلی‌لیتر، سطوح کلسترول تام (TC) و تری‌گلیسرید (TG) آزمودنی با استفاده از کیت شرکت پارس آزمون ایران با حساسیت ۵ میلی‌گرم در دسی لیتر و سطوح سرمی HDL و LDL با استفاده از کیت شرکت پارس آزمون ایران با حساسیت ۱میلی‌گرم در دسی‌لیتر مورد سنجش قرار گرفت.

پروتکل تمرین مقاومتی و EMS

پروتکل تمرین مقاومتی در مطالعه حاضر به صورت فزاینده بود. در ابتدا از شرکت کنندگان پس از یک هفته آشنایی با انجام تمرینات مقاومتی فزاینده در هفته اول آزمون یک تکرار بیشینه برای تعیین حداکثر قدرت عضلانی آزمودنی‌ها گرفته شد و سپس قبل از شروع

[DOI: 10.61882/JBUMS.32.3.248]

هفته پنجم نیز آزمون یک تکرار بیشینه مجدد برای تعیین قدرت عضلانی گرفته شد. برنامه تمرینی به مدت ۸ هفته و سه روز در هفته، متشکل از ۱۵ دقیقه گرم کردن با حرکات نرم ایروبیک و سپس انجام ۷ حرکت پرس پا، پرس سینه، پشت بازو سیم‌کش ، باز کردن زانو با دستگاه، حرکت پارویی و جلو بازو با هالتر، پشت پا دستگاه به مدت ۵۵–۴۵ دقیقه بود. در انتهای تمرین ۱۰دقیقه حرکات کششی سبک برای سرد کردن در نظر گرفته شد. به منظور رعایت اصل اضافه بار، شدت تمرین از هفته اول با ۶۵ درصد یک تکرار بیشینه، چهار ست با ۱۰ تکرار شروع شد و به صورت فزآینده شدت تمرین با توجه به مقدار یک تکرار بیشینه به ۷۰–۷۵ درصد رسید. در هفته هشتم نیز تمرینات مقاومتی با شدت ۸۰درصد یک تکرار بیشینه، چهار ست با ۶ تکرار انجام شد. همچنین فاصله استراحت بین ست‌های تمرین ۸۰–۹۰ ثانیه و فاصله استراحت بین هر حرکت ۱۲۰–۱۸۰ثانیه در نظر گرفته شد. برای تعیین یک تکرار بیشینه از فرمول برزیسکی (Brzezicki) استفاده شد(۸).

همچنین مراحل اجرای پروتکل تمرین مقاومتی با جزئیات در جدول یک آورده شده است.

(تکرار × ۰/۰۲۷۸) – ۱/۰۲۷۸)/ مقدار وزنه = یک تکرار بیشینه (**1RM**)[1]

پروتکل تمرین **EMS** نیز به مدت ۸ هفته و سه جلسه در هفته در محیط باشگاه ورزشی در شهر قزوین و زیر نظر متخصصین و مربیان و با تجهیزات کامل **EMS** و دستگاه شاک ویو مدل **SMART20** انجام شد. برنامه تمرین متشکل از ۱۰ دقیقه گرم کردن، اجرای ۴۰ دقیقه تمرینات **EMS** و ۱۰ دقیقه سرد کردن بود. دستگاه مورد نظر از طریق سیم‌های مخصوص به یک جلیقه تحریک و کمربند آن متصل می‌شد که می‌توانست به صورت همزمان بخش‌های (سینه‌ای، شکم، پشت، بالای بازوها در هر دوطرف در بالاتنه و بخش‌های ران پا در هر دوطرف، بخش کمربندی و عضلات سرینی) با شدت‌های مختلف و قابل انتخاب برای هر بخش تحریک کند. خروجی ۱۰ کاناله دستگاه این امکان را فراهم می‌کرد که تمام نواحی عضلانی مورد نظر را به صورت همزمان با شدت جریان (۵۰ میلی‌آمپر) برای ۴ الکترود پوستی ۳ در ۸ سانتی‌متر تحریک می‌کرد. شدت تمرین تحریک الکتریکی با فرکانس ۳۰ هرتز در هفته اول آغاز و در هفته هشتم به ۸۵ هرتز ادامه یافت. در حالی‌که مدت زمان هر جلسه تغییر نکرد. در هنگام انجام تمرینات هر تکانه ۶ ثانیه به طول می‌انجامید و پس از آن یک دوره استراحت ۶ ثانیه وجود داشت. به صورتی که در جلسه ۴۰ دقیقه‌ای (۲۴۰۰ ثانیه)، حدود ۲۰۰ چرخه کامل تحریک–استراحت اعمال شد؛ بدین معنا که در هر جلسه مجموعاً ۲۰۰ بار تحریک عضلانی اجرا گردید. در تمام طول جلسات تمرین، اقدامات احتیاطی ایمنی مانند احساس درد و تکنیک های انجام تمرینات توسط مربی کنترل می شد. شدت برای هر گروه عضلانی با نسبت طبقه‌بندی مقیاس اصلاح شده بورگ[2] (۱۰امتیازی) که به عنوان مقیاسی جهت کنترل شدت تمرین است، کنترل شد. همچنین شدت از ۵–۶ امتیاز شروع شدو در نهایت به ۸–۷ رسید (۱۲).

روش تحلیل آماری

نتایج به صورت میانگین و انحراف استاندارد برای نمونه‌های موجود در هر گروه بیان شد. برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون شاپیرو–ویلک استفاده شد و برای بررسی همگنی واریانس از آزمون لون استفاده گردید. با توجه به طرح پیش‌آزمون–پس‌آزمون، به‌منظور مقایسه بین گروه‌ها از آزمون تحلیل کوواریانس **(ANCOVA)**با کنترل مقادیر پیش‌آزمون استفاده شد تا اثر خالص مداخلات بررسی گردد. در صورت مشاهده اختلاف معنادار، از آزمون تعقیبی بونفرونی برای شناسایی تفاوت بین گروه‌ها بهره گرفته شد. تمامی تحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزار **SPSS** نسخه ۲۶ انجام شد و سطح معناداری در تمامی آزمون‌ها کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

[1] One-repetition maximum

[2] Borg RPE Scale

[DOI: 10.61882/JBUMS.32.3.248]

جدول ۱- ویژگی‌های تمرین مقاومتی طی هشت هفته تمرین مقاومتی فزاینده

هفته	ست	تکرار	شدت بر اساس درصدی از یک تکرار بیشینه (٪1RM)	فاصله استراحت بین ست‌ها	فاصله استراحت بین حرکات
۲-۱	۴	۱۰	۶۵-۷۰	۶۰-۹۰ثانیه	۱۲۰-۱۸۰ثانیه
۴-۲	۴	۸	۷۰-۷۵	۶۰-۹۰ثانیه	۱۲۰-۱۸۰ثانیه
۶-۴	۴	۸	۷۵-۸۰	۹۰-۱۲۰ثانیه	۱۲۰-۱۸۰ثانیه
۸-۶	۴	۶	۸۰	۹۰-۱۲۰ثانیه	۱۲۰-۱۸۰ثانیه

یافته‌ها

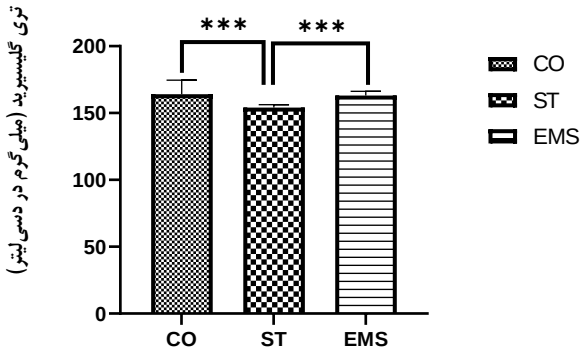
آزمون شاپیرو–ویلک نشان داد که توزیع تمامی داده‌ها نرمال است. همچنین آزمون لون نشان داد که گروه‌ها از همگنی واریانس برخوردار بودند (P>۰/۰۵). نتایج آزمون ANCOVA (با کنترل مقادیر پیش‌آزمون) نشان داد در شاخص‌های لیپیدی کلسترول تام (P=۰/۰۰۵) تری‌گلیسیرید (P=۰/۰۰۴) و LDL (P=۰/۰۰۹) بین گروه‌های سه‌گانه اختلاف معناداری داشتند، در حالی‌که HDL تغییر معناداری نداشت (P>۰/۰۵) (جدول ۲). آزمون تعقیبی مشخص کرد که گروه تمرین مقاومتی نسبت به گروه EMS و کنترل در کاهش کلسترول تام و تری‌گلیسیرید تفاوت معناداری داشت (P=۰/۰۰۱). همچنین در شاخص LDL، گروه مقاومتی نسبت به EMS و کنترل کاهش بیشتری نشان داد (P=۰/۰۱) و (P=۰/۰۰۱) (نمودار ۱-۳). در شاخص پروتئین واکنشی C (CRP) نیز نتایج ANCOVA (با کنترل پیش‌آزمون) نشان داد که بین گروه‌های سه‌گانه اختلاف معناداری وجود دارد (P=۰/۰۰۱) (جدول ۲). آزمون تعقیبی نشان داد که گروه تمرین مقاومتی کاهش معناداری در سطح CRP نسبت به گروه EMS و کنترل داشت (Pp=۰/۰۰۱)(نمودار ۴).

جدول ۲- نتایج آزمون بین‌گروهی بر اساس ANCOVA (با کنترل پیش‌آزمون) برای متغیّرهای پروفایل لیپیدی و CRP در سه گروه مطالعه

متغیرها / مداخله		گروه کنترل	گروه مقاومتی فزاینده	گروه EMS	F	سطح معنی‌داری*
کلسترول کل (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	قبل ازمداخله	۱۹۶/۶۶±۱۹/۰۲	۲۰۱/۲۵±۹/۸۲	۱۹۴/۱۱±۱۶/۲۴	۸/۰۵۴	۰/۰۰۵*
	۸هفته پس از مداخله	۱۹۵/۸۳±۲۰/۰۶	۱۸۹/۱۰±۹/۵۷	۱۹۲/۲۰±۱۵/۲۸		
تری گلیسیرید (میلی گرم در دسی لیتر)	قبل ازمداخله	۱۶۵/۰۳±۶/۱۱	۱۶۰/۵۰±۵/۴۴	۱۶۴/۰۰±۴/۷۲	۱۰/۱۰۲	۰/۰۰۴*
	۸هفته پس از مداخله	۱۶۴/۱۰±۱۰/۴۰	۱۵۴/۰۶±۲/۲۰	۱۶۳/۱۵±۳/۰۹		
HDL-C (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	قبل ازمداخله	۵۹/۵۰±۷/۶۶	۵۶/۵۰±۴/۳۴	۶۰/۲۰±۴/۷۶	۳/۶۶۰	۰/۶۶۳
	۸هفته پس از مداخله	۵۸/۳۳±۱/۹۰	۶۰/۶۶±۴/۱۳	۶۱/۱۰±۵/۷۱		
LDL-C (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	قبل ازمداخله	۱۰۴/۵۰±۱۰/۰۹	۱۰۷/۶۶±۱۵/۲۳	۱۰۵/۲۰±۱۰/۷۷	۱۱۲/۱۳۸	۰/۰۰۹*
	۸هفته پس از مداخله	۱۰۵/۳۰±۱۰/۹	۱۰۱/۶۶±۱۱/۰۸	۱۰۳/۶۰±۹/۶۰		
CRP (میلی‌گرم در لیتر)	قبل ازمداخله	۰/۷۸ ± ۰/۰۶	۰/۷۷ ± ۰/۰۶	۰/۷۵ ± ۰/۰۵	۲۵/۹۲۰	۰/۰۰۱*
	۸هفته پس از مداخله	۰/۷۸ ± ۰/۱۰	۰/۷۰ ± ۰/۰۳	۰/۷۶ ± ۰/۱۰		

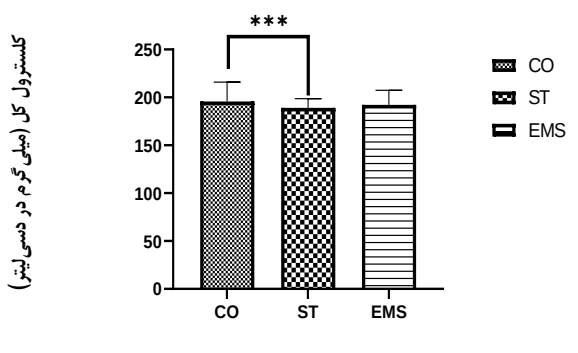
داده‌ها به‌صورت میانگین ± انحراف معیار نشان داده شده‌اند. برای مقایسه بین گروه‌ها از آزمون ANCOVA با کنترل مقادیر پیش‌آزمون استفاده شد. علامت * نشان‌دهنده معناداری آماری در سطح (P≤۰/۰۵) است HDL: High Density Lipoprotein، LDL: Low Density Lipoprotein، CRP: C-reactive protein (CRP)

[DOI: 10.61882/JBUMS.32.3.248]



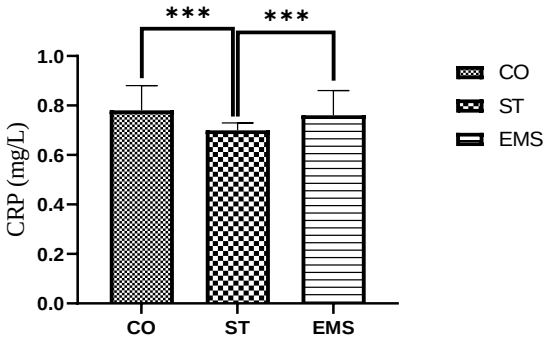
الف) نتایج آزمون تعقیبی در پس آزمون شاخص تری‌گلیسید در گروه‌های سه‌گانه تحقیق. CO کنترل،ST تمرین مقاومتی، EMS تحریک الکتریکی.

***اختلاف معنادار گروه تمرین مقاومتی با گروه‌های EMS و کنترل (P=۰/۰۰۱)



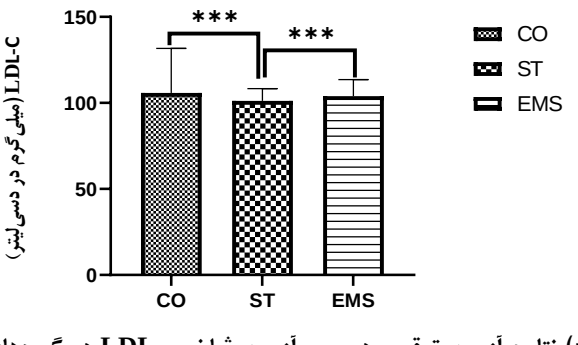
ب) نتایج آزمون تعقیبی در پس آزمون شاخص کلسترول در گروه‌های سه‌گانه تحقیق. CO کنترل، ST تمرین مقاومتی، EMS تحریک الکتریکی.

***اختلاف معنادار گروه تمرین مقاومتی با گروه کنترل (P=۰/۰۰۱)



ج) نتایج آزمون تعقیبی در پس آزمون شاخص CRP در گروه‌های سه‌گانه تحقیق. CO کنترل،ST تمرین مقاومتی، EMS تحریک الکتریکی

***اختلاف معنادار گروه تمرین مقاومتی با گروه‌های EMS و کنترل (P=۰/۰۰۱)



د) نتایج آزمون تعقیبی در پس آزمون شاخص LDL در گروه‌های سه‌گانه تحقیق. CO کنترل،ST تمرین مقاومتی، EMS تحریک الکتریکی

***اختلاف معنادار گروه تمرین مقاومتی با گروه‌های EMS و کنترل (P=۰/۰۰۱)

نمودار ۱- نتایج آزمون تعقیبی در پس آزمون شاخص‌های پروفایل لیپیدی و پروتئین واکنشی C گروه‌های تمرین مقاومتی، EMS و کنترل

بحث

نتایج مطالعه حاضر نشان داد ۸ هفته تمرین EMS اثر معناداری بر پروفایل لیپیدی زنان ندارد. در مطالعات مختلف عنوان شده است که تمرینات تحریک الکتریکی یکی از روش‌های نوین تمرینی برای افزایش عملکرد و آمادگی جسمانی در افراد مختلف جامعه است (۱۳). با توجه به گزارش‌های متعدد در ارتباط با اثر بخشی تمرینات EMS بر شاخص‌های مختلف به نظر می‌رسد مطالعات محدودی بر اثر این نوع تمرینات در افراد سالم انجام شده باشد. این در حالی است که ریاحی و همکاران در مطالعه خود نشان دادند تمرینات EMS باعث کاهش پروفایل لیپیدی LDL ،TG ،VLDL و افزایش HDL در افراد دارای اضافه وزن می‌شود (۱۳). همچنین Salhi و همکاران نیز در مطالعه خود نشان دادند تمرینات EMS باعث بهبود پروفایل لیپیدی در زنان چاق می شود (۱۴) که ناهمسو با نتایج یافته‌های این مطالعه است. به نظر می‌رسد شدت تمرین و سطح سلامت و وزن نمونه‌های استفاده شده در مطالعات مختلف از دلایل ناهمسوبودن یافته‌های حاضر باشد. یکی از

[DOI: 10.61882/JBUMS.32.3.248]

مکانیسم‌های احتمالی برای کاهش سطح تری‌گلیسیرید افزایش فعالیت آنزیم لیپاز است که تری‌گلیسیرید را به اسیدهای چرب آزاد تجزیه می‌کند. به خوبی اثبات شده است که تمرینات استقامتی با افزایش تعداد میتوکندری و فعالیت آنزیم لیپاز، متابولیسم چربی را افزایش می‌دهد (۱۵). از طرف دیگر، ثابت شده است که تمرینات ورزشی با افزایش توانایی عضلات اسکلتی در استفاده از لیپیدها در مقایسه با گلیکوژن به عنوان سوخت، بیشتر می‌تواند سطح چربی‌های پلاسما را کاهش دهند و به دنبال تمرین استقامتی، فعالیت آنزیم‌های سرمی لستین کلسترول آسیل ترانسفراز (LACT) آنزیمی که مسئول انتقال استر به کلسترول HDL است، افزایش می‌یابد، در حالی که فعالیت آنزیم سرمی پروتئین انتقال دهنده استر کلسترول (CEPT) آنزیمی که مسئول انتقال کلسترول HDL به سایر لیپوپروتئین ها است، کاهش می‌یابد. بنابراین، این فعالیت آنزیمی افزایش یافته، توانایی عضلات در اکسیداسیون اسیدهای چرب ناشی از پلاسما، کلسترول LDL یا تری گلیسیرید را افزایش می‌دهد. همچنین شواهد نشان می‌دهد که کاهش وزن و درصد چربی بدن در اثر تمرین می‌تواند به‌طور مستقیم موجب کاهش نیمرخ لیپیدی شود (۱۶) و در افرادی که پایهٔ نیمرخ لیپیدی بیشتر از سطح طبیعی باشد، اثرگذاری تمرین بر کاهش این عوامل بیشتر است (۱۶).

یکی از مهم‌ترین یافته‌های این پژوهش نشان داد که تمرین مقاومتی فزاینده به مدت هشت هفته موجب کاهش معنادار سطح (CRP) در زنان غیرفعال شد، در حالی‌که تمرین با تحریک الکتریکی عضلات (EMS) تأثیر معناداری بر این شاخص نداشت. یافته‌های مربوط به تمرین مقاومتی با مطالعات پیشین همسو است. برای مثال، مطالعه مروری نظام‌مند توسط نجاتی و همکاران نشان داد که تمرینات مقاومتی موجب کاهش سطوح CRP در بزرگسالان می‌شود (۱۷). همچنین، مطالعه Tomeleri و همکاران نشان داد که تمرین مقاومتی به مدت ۱۲ هفته در زنان مسن به‌طور معناداری باعث کاهش CRP گردید (۱۸). مکانیسم‌های پیشنهادی برای این کاهش شامل بهبود ترکیب بدن، کاهش چربی احشایی، افزایش حساسیت انسولینی و افزایش ترشح سیتوکاین‌های ضدالتهابی نظیر IL-10 و کاهش سیتوکین پیش التهابی IL-6 می‌باشد (۱۹). از سوی دیگر، فقدان تأثیر تمرین EMS بر سطح CRPبا برخی مطالعات پیشین همخوانی ندارد (۱۴). یافته‌های این مطالعات نشان دادند تمرین با EMS باعث کاهش سطوح CRP می‌شود. این در حالی است که در بیشتر مطالعات بر روی نمونه‌های بیمار و دارای اضافه وزن و یا سالمند استفاده شده است. همچنین به نظر می‌رسد شدت فرکانس استفاده شده در مطالعات که به نوعی به عنوان متغیر شدت تمرین در تمرینات سنتی است و همچنین ترکیب انواع تمرینات با EMS در اثرگذاری بر CRP نقش دارد (۲۰). تفاوت معنادار بین تأثیر دو نوع مداخله را می‌توان به تفاوت در بار متابولیکی وارد بر بدن نسبت داد. تمرین مقاومتی با ایجاد فشار متابولیکی و مکانیکی بالا باعث پاسخ‌های فیزیولوژیک گسترده‌تری در تنظیم التهاب سیستمیک می‌شود. در مقابل، EMS با تحریک الکتریکی و انقباضات غیرارادی، فاقد شدت کافی برای ایجاد تغییرات قابل توجه در مسیرهای تنظیم التهاب می‌باشد. همچنین باید در نظر داشت که EMS به‌طور معمول به عنوان یک مکمل برای تمرینات فعال به کار می‌رود و به‌تنهایی تأثیرات محدودی دارد. با این حال به نظر می‌رسد عدم ترکیب تمرین مقاومتی و EMS به‌منظور بررسی انجام تمرینات ترکیبی بر متغیرهای تحقیق یکی از محدودیت‌های این پژوهش بود.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، نتایج به‌دست آمده از پژوهش حاضر نشان داد انجام تمرینات مقاومتی باعث بهبود پروفایل لیپیدی و کاهش پروتئین واکنشی C در زنان غیرفعال می‌شود. با این حال به نظر می‌رسد انجام تمرینات مقاومتی می‌تواند به تنهایی یا ترکیب با تمرینات تحریک الکتریکی برای افزایش سطح سلامت در افراد سالم و بیمار مورد استفاده قرار گیرد.

تقدیر و تشکّر

این مقاله حاصل پایان‌نامه مقطع دکتری تخصصی تحت عنوان بررسی تأثیر هشت هفته تمرین مقاومتی فزاینده و EMS بر

[DOI: 10.61882/JBUMS.32.3.248]

شاخص‌های مورفولوژیک و عملکردی قلب و ترکیب بدنی افراد تمرین نکرده درسال ۱۴۰۲می‌باشد که با حمایت دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات اجرا شده است. بدین‌وسیله از تمامی شرکت‌کنندگان و همکارانی که به نحوی در انجام این تحقیق ما را یاری کردند برای همکاری صمیمانه آن‌ها تشکر و قدردانی می‌شود.

ملاحظات اخلاقی

مطالعه حاضر پس از تأیید شورای پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی قزوین و کمیته اخلاق دانشگاه با کد IR.Qums.REC.1401.276 انجام شد.

حمایت مالی

این پژوهش هیچ‌گونه حمایت مالی از سازمان‌های دولتی و غیردولتی نداشته است.

مشارکت نویسندگان

طرح کلی: آیدا کوشیار، ماندانا غلامی. طراحی پروتکل تمرین: عباس بی‌نیاز، فرشاد غزالیان. اجرا: آیدا کوشیار، عباس بی‌نیاز، حسین عابد نطنزی. نگارش مقاله: آیدا کوشیار. تجزیه وتحلیل داده ها: آیداکوشیار. بررسی نهایی: تمامی نویسندگان.

تضاد منافع

نویسندگان مقاله اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تضاد منافعی در پژوهش حاضر وجود ندارد.

منابع

1. Lee J, Stone AJ. Combined aerobic and resistance training for cardiorespiratory fitness, muscle strength, and walking capacity after stroke: a systematic review and meta-analysis. J Stroke Cerebrovasc Dis. 2020;29(1):104498. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31732460/.
2. Yaghoubi M, Ramezanii S. The effect of resistance training at home on different dimensions of quality of life, blood pressure and indices of abdominal obesity in the elderly during COVID-19 quarantine. Caspian Journal of Health and Aging. 2020 & 2021;5(2): 80-94. https://cjhaa.mubabol.ac.ir/article-1-130-en.pdf
3. Oda E. LDL cholesterol was more strongly associated with percent body fat than body mass index and waist circumference in a health screening population. Obes Res Clin Pract. 2018;12(2):195-203. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28619601/.
4. Ribeiro AS, Tomeleri CM, Souza MF, Pina FLC, Schoenfeld BJ, Nascimento MA, et al. Effect of resistance training on C-reactive protein, blood glucose and lipid profile in older women with differing levels of RT experience. Age. 2015; 37:;37(6):109. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26499819/.
5. Ramezani S, Porrahim Ghouroghchi A, Yaghobi M, Afroundeh R, Rasouli M. The Effect of Eight Weeks of Resistance Training on the Plasma Levels of Preptin and Endothelin 1 in Men with Type 2 Diabetes. Iranian Journal of Diabetes and Metabolism. 2023;23(2):80-90. URL: https://journals.tums.ac.ir/ijdld/article-1-6206-en.html
6. Yaghoubi M, Ramezani S, Shamsi B, Barfi V. The Effect of a Water Exercise Course on Body Composition and Quality of Life of Overweight Elderly Men. J Mar Med. 2022;3(4):180-7. URL: http://jmarmed.ir/article-1-307-en.html
7. Tagawa K, Ra S-G, Kumagai H, Yoshikawa T, Yoshida Y, Takekoshi K, et al. Effects of resistance training on arterial compliance and plasma endothelin-1 levels in healthy men. Physiol Res. 2018;67. URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29947536/
8. Ramezani S, Parasteah M, Zohrehvandian K. The effect of resistance training on plasma levels of endothelin 1 and blood pressure in older men. J North Khorasan Univ of Med Sci. 2020;12(3):31-9. URL: http://journal.nkums.ac.ir/article-1-2149-en.html

[DOI: 10.61882/JBUMS.32.3.248]

9. Amaro-Gahete FJ, De-La-O A, Sanchez-Delgado G, Robles-Gonzalez L, Jurado-Fasoli L, Ruiz JR, et al. Functional exercise training and undulating periodization enhances the effect of whole-body electromyostimulation training on running performance. Front in Physiol. 2018;9:720. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29951003/

10. Trivedi V, Mishra N, Ali K. Effect of Electrical Muscle Stimulation and Resistance Training on the Lipid Profile in Sedentary Type-II Diabetic Individuals: An Experimental Study. Journal of Clinical & Diagnostic Research. 2025;19(6): YC01 - YC06. DOI: https://doi.org/10.7860/JCDR/2025/78626.21071

11. Yaghoubi M, Ramezani S, Parastesh M. The effect of 8 weeks of aerobic exercise in water on lipid profile and plasma levels of endothelin 1 in elderly men with prehypertension. Daneshvar Medicine. 2024;32(2):39-51. https://daneshvarmed.shahed.ac.ir/article_4476.html?lang=en

12. Afsharnezhad T, Ayatizadeh F, Soumander SY, Sadeghian Shahi M. Effect of whole-body electromyostimulation with and without suspension training on physical performance of obese women. Journal of Sports and Biomotor Sciences. 2023;14(28):85-95. https://sbs.hsu.ac.ir/article_174245_en.html

13. Riyahi E, Reisi J, Marandi SM, Abdollahi M. Training with electrical muscle stimulation: a novel method to improve Body Mass Index, lipid profile, growth hormone, and cortisol in overweight subjects. J Sports Med Phys Fitness. 2025. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40094465/

14. Salhi A, Ouerghi N, Zouhal H, Baaziz M, Salhi A, Ben Salah FZ, et al. The Effect of Whole-Body Electromyostimulation Program on Physical Performance and Selected Cardiometabolic Markers in Obese Young Females. Medicina. 2024;60(2):230. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38399518/

15. Lee KY, Hui-Chan CW, Tsang WW. The effects of practicing sitting Tai Chi on balance control and eye-hand coordination in the older adults: a randomized controlled trial. Disabil Rehabil. 2015;37(9):790-4. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25060039/

16. Tartibian B, Kushkestani M, Ebrahimpour Nosrani S. The effect of 12-week endurance training on lipid profiles and fat percentage of overweight girls. New Approaches in Sport Sciences. 2019;1(1):189-200. DOI: 10.22054/nass.2019.10134

17. Hoseinpour AN, Bassami M, Ahmadizad S, Donath L, Setayesh S, Mirzaei M, et al. The influence of resistance training on inflammatory markers, body composition and functional capacity in healthy older adults: A systematic review and meta-analysis. Arch Gerontol Geriatr. 2024:105731. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39740358/

18. Tomeleri CM, Ribeiro AS, Souza MF, Schiavoni D, Schoenfeld BJ, Venturini D, et al. Resistance training improves inflammatory level, lipid and glycemic profiles in obese older women: A randomized controlled trial. Exp Gerontol. 2016;84:80-7. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27616162/

19. Cruz-Jentoft AJ, Landi F, Schneider SM, Zúñiga C, Arai H, Boirie Y, et al. Prevalence of and interventions for sarcopenia in ageing adults: a systematic review. Report of the International Sarcopenia Initiative (EWGSOP and IWGS). Age Ageing. 2014;43(6):748-59. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25241753/

20. Park S, Min S, Park S-H, Yoo J, Jee Y-S. Influence of isometric exercise combined with electromyostimulation on inflammatory cytokine levels, muscle strength, and knee joint function in elderly women with early knee osteoarthritis. Front in Physiol. 2021;12:688260. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34326779/

[DOI: 10.61882/JBUMS.32.3.248]