



Research Article

Comparison of the Effect of Resistance Training and Electrical Muscle Stimulation on Cardiac Morphological and Functional Indicators, and Body Composition in Sedentary Females

Aida Koushiar¹, Mandana Gholami^{2*}, Sayed Abbas Biniiaz³, Farshad Ghazalian², Hossein Abednatanzi⁴

¹ Ph.D. Student, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Literature, Humanities and Social Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

² Associate professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Literature, Humanities and Social Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

³ Assistant Professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran

⁴ Assistant Professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Literature, Humanities and Social Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

***Corresponding author:** Mandana Gholami, Associate professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Literature, Humanities and Social Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. E-mail: gholami_man@yahoo.com.

DOI: [10.32592/nkums.16.4.97](https://doi.org/10.32592/nkums.16.4.97)

How to Cite this Article:

Koushiar A, Gholami M, Biniiaz S A, Ghazalian F, Abednatanzi H. Comparison of the Effect of Resistance Training and Electrical Muscle Stimulation on Cardiac Morphological and Functional Indicators, and Body Composition in Sedentary Females. J North Khorasan Univ Med Sci. 2024;16(4):97-106. DOI: 10.32592/nkums.16.4.97

Received: 06 Feb 2024

Accepted: 16 Apr 2024

Keywords:

Body composition
Electrical muscle stimulation
Heart function
Resistance Training
Sedentary women

Abstract

Introduction: This study aimed to compare the effect of a period of progressive resistance training and electrical muscle stimulation on morphological indicators, heart function, and body composition of inactive Females.

Method: The current semi-experimental research was performed on 30 healthy female volunteers within an age range of 30-40 years who were selected by random sampling and randomly divided into three groups, namely resistance training (n=10), electrical stimulation (n=10), and control (n=10). The training protocol consisted of 8 weeks of training and 3 sessions per week. Resistance training was performed incrementally with an intensity of 65-80% with maximum repetition. Moreover, electrical stimulation was conducted with a frequency of 30-80Hz in the first to eighth week. Statistical analysis was performed using a covariance test with Bonferroni's post hoc test at a significance level of 0.05 in SPSS software (version 22).

Results: Results of the present study showed that weight ($P=0.041$), body mass index ($P=0.002$), and fat mass ($P<0.001$) were significantly different among the three research groups. However, there was no significant difference between the experimental and control groups in terms of muscle mass ($P=0.425$). Results of the intergroup analysis showed that body weight ($P=0.032$), fat percentage ($P=0.001$), and body mass index ($P=0.001$) were lower in resistance training groups, compared to the control group. Weight ($P=0.021$), fat percentage ($P=0.001$), and body mass index ($P=0.003$) in the electrical muscle stimulation training group were significantly lower than those in the control group. In addition, the obtained results showed no significant difference among resistance training, electrical muscle stimulation, and control groups in terms of heart function, heart structure, and electrocardiogram ($P<0.05$).

Conclusion: The results obtained from the present study showed that performing resistance training and electrical muscle stimulation improves anthropometric indicators.



مقایسه تاثیر یک دوره تمرین مقاومتی و تحریک الکتریکی عضلات بر شاخص‌های مورفولوژیک، عملکرد قلب و ترکیب بدن زنان غیر فعال

آیدا کوشیار^۱ , ماندانا غلامی^{۲*} , سید عباس بی‌نیاز^۳ , فرشاد غزالیان^۴ , حسین عابد نطنزی^۵ 

^۱ دانشجوی دکتری، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده ادبیات، علوم انسانی و اجتماعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

^۲ دانشیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده ادبیات، علوم انسانی و اجتماعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

^۳ استادیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران

^۴ دانشیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده ادبیات، علوم انسانی و اجتماعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

^۵ استادیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده ادبیات، علوم انسانی و اجتماعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

* نویسنده مسئول: ماندانا غلامی، دانشیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده ادبیات، علوم انسانی و اجتماعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. ایمیل: gholami_man@yahoo.com

DOI: 10.32592/nkums.16.4.97

چکیده مقدمه: هدف از این مطالعه مقایسه تاثیر یک دوره تمرین مقاومتی فزاینده و تحریک الکتریکی عضلات بر شاخص‌های مورفولوژیک، عملکرد قلب و ترکیب بدن زنان غیر فعال بوده است. روش کار: در این مطالعه نیمه تجربی، ۳۰ زن سالم داوطلب با دامنه سنی ۳۰-۴۰ سال به روش نمونه‌گیری تصادفی انتخاب شده‌اند و در سه گروه تمرین مقاومتی (۱۰ نفر)، تحریک الکتریکی (۱۰ نفر) و مقایسه (۱۰ نفر) قرار گرفته‌اند. تمرین شامل ۸ هفته تمرین و سه جلسه در هفته بوده است. تمرین مقاومتی به صورت فزاینده با شدت ۸۰-۶۵ درصد یک تکرار بیشینه و تحریک الکتریکی با فرکانس ۸۰-۳۰ هرتز در هفته اول تا هشتم انجام شده است. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از آزمون کوواریانس همراه با آزمون تعقیبی بونفرونی در سطح معناداری ۰/۰۵ با نرم افزار SPSS ۲۲ انجام شده است. یافته‌ها: نتایج مطالعه حاضر نشان داد وزن ($P=0/041$)، نمایه توده بدنی ($P=0/002$) و توده چربی ($P<0/001$) در بین گروه‌های سه‌گانه تحقیق اختلاف معناداری داشته است. این در حالی است که در توده عضلانی اختلاف معناداری بین گروه‌های مداخله و مقایسه مشاهده نشده است ($P=0/425$). نتایج بررسی بین گروهی نشان داده که وزن ($P=0/032$)، درصد چربی ($P=0/001$) و BMI ($P=0/001$) در گروه‌های تمرین مقاومتی نسبت به گروه مقایسه پایین‌تر بوده است. همچنین، شاخص‌های وزن ($P=0/021$)، درصد چربی ($P=0/001$) و BMI ($P=0/003$) در گروه تمرین تحریک الکتریکی به‌طور معناداری پایین‌تر از گروه مقایسه بوده است. همچنین، نتایج به‌دست‌آمده نشان داده که عملکرد قلب، ساختار قلب و ویژگی‌های الکتریکی قلب بین گروه‌های تمرین مقاومتی، تحریک الکتریکی و کنترل اختلاف معناداری نداشته است ($P>0/05$). نتیجه‌گیری: نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش حاضر نشان داده که انجام تمرین‌ها مقاومتی و EMS باعث بهبود شاخص‌های تن‌سجی می‌شود.	تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۱/۲۸ واژگان کلیدی: تمرین مقاومتی تحریک الکتریکی عضلانی ترکیب بدن عملکرد قلب زنان غیر فعال
---	---

مقدمه

همچنین، در افرادی که فعالیت بدنی مناسبی ندارند احتمال ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی دو برابر بیشتر از افراد فعال است [۲]. همچنین، مطالعات متعدد به‌خوبی نشان داده‌اند که بی‌تحركی و کاهش فعالیت‌های فیزیکی ضمن تغییر شکل ظاهری افراد، باعث تجمع چربی در نواحی مختلف بدن و ایجاد چاقی، به ویژه چاقی شکمی در افراد می‌شود [۳]. 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،

عادت و اعمال روزانه ما به طور جدی بر خطر ابتلا به بیماری‌های غیرواگیر مانند دیابت نوع ۲، سندروم متابولیک، فشارخون و بیماری‌های قلبی-عروقی تاثیر می‌گذارد. از طرفی، فعالیت بدنی منظم، تغذیه سالم و کنترل وزن خطر ابتلا به این نوع بیماری‌ها را به میزان قابل‌توجهی کاهش می‌دهد [۱]. این در حالی است که بیماری‌های قلبی-عروقی یکی از اصلی‌ترین دلایل مرگ‌ومیر در کشورهای صنعتی و در حال توسعه است. بر اساس آمار وزارت بهداشت ایران ۳۸/۵ درصد مرگ‌ومیرهای در ایران به علت بیماری‌های قلبی-عروقی رخ می‌دهد.

عروقی در افراد سالم و بیمار می‌شود [۱۴، ۱۵].

تحقیقات متعدد انجام شده نشان‌دهنده اهمیت تمرین‌های ورزشی به ویژه تمرین‌های مقاومتی برای افزایش ظرفیت‌های عملکردی و سطح سلامت افراد مختلف است [۱۱، ۱۲، ۱۶]. از طرفی، نتایج تحقیقات به دست آمده درباره تمرین‌های EMS، این تمرین‌ها را برای سالمندان و افراد آسیب‌دیده مفید و ایمن معرفی کرده است [۱۷، ۱۸] که نشان‌دهنده اهمیت و کاربرد تکنولوژی‌های جدید در کنار تمرین‌های سنتی است. با این حال، با توجه به کمبود زمان جهت انجام تمرین‌های ورزشی سنتی و افزایش بیماری‌هایی همانند چاقی و قلبی-عروقی مطالعاتی که به مقایسه دو روش تمرین‌های مقاومتی و EMS پرداخته باشد محدود است، در نتیجه با توجه به موارد بیان شده، هدف مطالعه حاضر بررسی و مقایسه تاثیر تمرین مقاومتی و EMS بر عملکرد قلب، ساختار قلب، ECG و ترکیب بدنی زنان غیرفعال بوده است.

روش کار

مطالعه حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون - پس‌آزمون بوده است. جامعه آماری این پژوهش از بین زنان غیرفعال ۳۰ تا ۴۰ ساله شهر قزوین انتخاب شده‌اند. پس از بررسی همه داوطلبان شرکت در پژوهش و بر طبق معیارهای ورود، ۳۰ زن به صورت تصادفی انتخاب و به روش تصادفی‌سازی جایگزینی در گروه‌های تمرین مقاومتی (۱۰ نفر)، EMS (۱۰ نفر) و مقایسه (۱۰ نفر) قرار گرفته‌اند. تعداد حجم نمونه مطالعه حاضر بر اساس مطالعات قبلی و انجام شده در این زمینه انتخاب شده است [۱۹]. مطالعه حاضر با رعایت کامل مفاد اخلاق در پژوهش با کد IR.Qums.REC.1401.276 در کمیته اخلاق طرح پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی قزوین تصویب و با رعایت اصول اعلامیه هلسینکی انجام شده است. معیارهای ورود به مطالعه، سن در محدوده ۳۰ تا ۴۰ سال، مبتلا نبودن به بیماری‌های متابولیک، قلبی-عروقی و اسکلتی-عضلانی محدودکننده فعالیت بدنی، انجام ندادن فعالیت‌های ورزشی طی ۱۲ ماه گذشته و استعمال نکردن دخانیات بوده است. همچنین، معیارهای خروج از مطالعه نیز شامل مصرف داروها، دخانیات، الکل یا مکمل‌های تغذیه‌ای، ابتلا به هر نوع بیماری و اجرای تمرین‌هایی غیر از تمرین‌های تجویز شده و رعایت نکردن نکات توصیه شده در طول دوره مطالعه به دلیل آسیب‌ها و رخدادهای جسمی یا ذهنی روانی و استرس‌زا بوده است [۲۰]. آزمودنی‌ها پس از تکمیل کردن فرم رضایت‌نامه شرکت در تحقیق و پرسش‌نامه، با پزشک معاینه شدند تا سلامت آن‌ها به منظور شرکت در تمرین‌ها تایید شود.

اندازه‌گیری‌ها

پس از جمع‌آوری مشخصات دموگرافیک و معاینه با پزشک، هدف از اجرای تحقیق برای آزمودنی‌ها شرح داده شد و رضایت‌نامه کتبی امضاء و دریافت شد. خصوصیات تن‌سنجی و ترکیب بدنی، 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 سکا ساخت کشور آلمان،

هیپرلیپدمی، دیابت، بیماری‌های عروق کرونر، بیماری‌های تنفسی، افزایش چسبندگی خون و افسردگی و مشکلات استخوانی را به همراه دارد [۴]. این در حالی است که امروزه میزان شیوع چاقی شکمی در جوامع رو به افزایش است. مطالعات اخیر نیز نشان‌دهنده وجود ارتباط بین شاخص‌های تن‌سنجی مانند درصد چربی، نسبت دور کمر (waist-to-hip ratio-WHR)، شاخص توده بدنی (Body Mass Index-BMI) با شاخص‌های متابولیکی (Low High Density Lipoprotein-HDL، Triglyceride-TG، Density Lipoprotein-LDL) و فشارخون در افراد مورد مطالعه بوده است [۵]. از این رو، به نظر می‌رسد فعالیت بدنی و ورزش از جمله روش‌هایی است که برای پیشگیری، به تأخیر انداختن یا درمان مشکلات ناشی از بی‌تحركی به کار می‌رود و تاثیر 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 مثابه عاملی موثر برای بهبود سیستم‌های مختلف بدن از جمله قلب و عروق، سیستم عصبی، سیستم متابولیکی و ... در مطالعات مختلف پذیرفته شده است [۶، ۷].

یکی از راهکارهای مفید برای بهبود ترکیب بدنی و افزایش قدرت عضلانی تمرین‌های مقاومتی است که بر طبق نظریه کالج پزشکی ورزشی آمریکا (American College of Sports Medicine-ACSM) به عنوان یک جزء موثر در برنامه‌های آمادگی جسمانی برای افراد سالم در تمام سنین است. در این باره، اگرچه دستورالعمل‌های معتبر و حرفه‌ای همواره به منظور کاهش و حفظ وزن بر تمرین‌های هوازی و استقامتی تأکید داشته‌اند، اما اخیراً مطالعات مختلف بیان کرده‌اند که برای کاهش و حفظ وزن تمرین‌های مقاومتی نیز می‌توانند موثر باشند و باعث کاهش توده چربی شوند [۸]. از طرفی، پاسخ‌های قلبی-عروقی متفاوت ناشی از انواع تمرین‌های مقاومتی، یکی از چالش‌های بحث‌برانگیز بین محققان و متخصصان پزشکی ورزشی به شمار می‌رود [۹]. پاسخ‌های قلبی-عروقی ناشی از انجام انواع رایج تمرین‌های مقاومتی با توجه به سن، جنس و وضعیت سلامت فردی ممکن است تا حد زیادی متفاوت باشد. به عبارتی، این تمرین‌ها با شدت‌های مختلف، آثار متفاوتی بر شاخص‌های عملکردی قلب مانند فشارخون سیستولیک، فشارخون دیاستولیک و ضربان قلب دارند [۱۰]. مطالعات نشان داده‌اند نوع شیوه‌نامه اجرای تمرین‌های مقاومتی می‌تواند نتایج متفاوتی بر عملکرد و شاخص‌های قلبی-عروقی داشته باشد [۱۱، ۱۲]. از سوی دیگر، اخیراً به استفاده از تحریک الکتریکی عضلات (Electrical Muscle Stimulation-EMS) جهت تمرین و تقویت عضلات توجه بیشتری شده است. در گذشته، تحریک الکتریکی برای بهبود عملکرد حسی-حرکتی استفاده می‌شد و روش‌ها و دستگاه‌های مربوطه عموماً برای بازگرداندن عملکرد حرکتی پس از بیماری یا آسیب طراحی شده بود [۱۳]. نتایج مطالعات متعدد نشان داده‌اند که انجام فعالیت‌های بدنی با EMS باعث افزایش توده عضلانی، کاهش درصد چربی بدن و بهبود عملکرد قلبی-

ترکیب بدنی با دستگاه بادی کامپوزیشن i353 ساخت چین و عملکرد قلب با اکوکاردیوگراف HP sonos 1500 ساخت کشور آمریکا اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری متغیرهای تحقیق، ۴۸ ساعت پیش از شروع تمرین‌های ورزشی، ترکیب بدنی و الکتروکاردیوگرام آزمودنی‌ها انجام شد. به منظور کاهش آثار نوع غذا بر متغیرهای تحقیق، در جلسه ابتدایی از آزمودنی‌ها درخواست شد تا به مدت حداقل ۲۴ ساعت قبل از آزمون از خوردن غذاهای آماده و همچنین آشامیدنی‌های کافئین‌دار خودداری کنند. پس از اندازه‌گیری شاخص‌های تن‌سنجی، عملکرد قلب (حجم ضربه‌ای، ضربان قلب استراحتی، برون‌ده قلبی، حجم پایان دیاستولی، پرشدگی دیاستولی، فشارخون سیستولی، فشارخون دیاستولی) و ساختار قلب (ضخامت دیواره بطن چپ، سیستولی بطن چپ، دیاستولی بطن چپ، ناحیه بطن راست، حجم دهلیز چپ) با دستگاه اکوکاردیوگرافی استاندارد ترانس‌توراسیک یک‌بعدی، دوبعدی و داپلر با پزشک متخصص قلب اندازه‌گیری شده است. جهت اندازه‌گیری و بررسی حفره‌های قلبی در وضعیت استراحت و در گردش به چپ آزمودنی‌ها مناسب‌ترین تصویر حفره‌ها انتخاب و دوره‌های سیستولی و دیاستولی و قطر پایان سیستولی و دیاستولی، ضخامت سپتوم بین بطنی و ضخامت دیواره خلفی بطن چپ با استفاده از روش دوبعدی توده بطن چپ اندازه‌گیری شده است. برای اندازه‌گیری قطرها و ضخامت‌ها، از تصاویر یک‌بعدی و برای اندازه‌گیری حجم‌ها، از تصاویر دوبعدی استفاده شده است، کسر تخلیه به روش آیبال و سیمپسون و توده قلبی به روش ASE (تکنیک تصویربرداری که برای ارزیابی و تحلیل تنش‌ها در بافت‌ها به ویژه) محاسبه شده است. سپس، مقادیر نسبی همه متغیرهای ساختاری بر مبنای سطح رویه بدن به دست آمد که بر اساس وزن و قد آزمودنی‌ها محاسبه شد تا امکان مقایسه دقیق‌تر آزمودنی‌ها فراهم شود. پس از اندازه‌گیری پیش‌آزمون، آزمودنی‌های گروه تجربی به مدت ۸ هفته، شروع به تمرین کردند، این در حالی بود که به گروه کنترل پیشنهاد شد که هیچ‌گونه فعالیتی نداشته و زندگی عادی خود را داشته باشند. پس از گذشت ۸ هفته، ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین اندازه‌گیری‌های انجام‌شده دوباره با محقق و پزشک متخصص قلب در شهر قزوین تکرار شد.

شیوه‌نامه تمرین مقاومتی و EMS

شیوه‌نامه تمرین مقاومتی در مطالعه حاضر به صورت فزاینده بوده است. در ابتدا، از شرکت‌کنندگان پس از یک هفته آشنایی با انجام تمرین‌های مقاومتی فزاینده در هفته اول آزمون یک تکرار بیشینه برای تعیین حداکثر قدرت عضلانی آزمودنی‌ها گرفته شد و سپس قبل از شروع

هفته پنجم نیز آزمون یک تکرار بیشینه دوباره برای تعیین قدرت عضلانی گرفته شد. برنامه تمرینی به مدت ۸ هفته و سه روز در هفته، متشکل از ۱۵ دقیقه گرم‌کردن با حرکات نرم ایروبی و سپس انجام ۷ حرکت پرس پا، پرس سینه، سیم‌کش، پشت بازو، باز کردن زانو با دستگاه، حرکت پارویی و جلو بازو با هالتر بوده است. در انتهای تمرین، ۱۰ دقیقه حرکات کششی سبک برای سرد کردن در نظر گرفته شده بود. به منظور رعایت اصل اضافه بار، شدت تمرین از هفته اول با ۶۵ درصد یک تکرار بیشینه، چهار ست با ۱۰ تکرار شروع و با شدت ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه، چهار ست با ۶ تکرار در هفته هشتم انجام شد و برای تعیین یک تکرار بیشینه از فرمول برزیسکی استفاده شد (فرمول ۱) [۱۲]. همچنین، مراحل اجرای شیوه‌نامه تمرین مقاومتی با جزئیات در جدول (۱) آورده شده است.

فرمول ۱:

(تکرار $\times 0.0278 - 0.0278$) / مقدار وزنه = یک تکرار بیشینه (IRM)
شیوه‌نامه تمرین EMS نیز به مدت ۸ هفته و سه جلسه در هفته در محیط باشگاه ورزشی در شهر قزوین و زیر نظر متخصصان و مربیان و با تجهیزات کامل EMS و دستگاه شک ویو مدل SMART20 با ظرفیت کمپرسور ۸/۵ بار ساخت کشور سوئیس انجام شده است. برنامه تمرین متشکل از ۱۰ دقیقه گرم‌کردن، اجرای ۴۰ دقیقه تمرین‌های EMS و ۱۰ دقیقه سرد کردن بوده است. دستگاه مد نظر از طریق سیم‌های مخصوص به یک جلیقه تحریک و کمربند آن متصل می‌شد. خروجی ۱۰ کاناله دستگاه این امکان را فراهم می‌کرد که تمام نواحی عضلانی مد نظر را به صورت همزمان با شدت جریان (۵۰ میلی‌آمپر) برای ۴ الکترو پستی ۳ در ۸ سانتی‌متر تحریک می‌کرد. شدت تمرین تحریک الکتریکی با فرکانس ۳۰ هرتز در هفته اول آغاز و در در هفته هشتم به ۸۵ هرتز ادامه یافت. هنگام انجام تمرین‌ها هر تکانه ۶ ثانیه به طول می‌انجامید و پس از آن یک دوره استراحت ۶ ثانیه وجود داشت. در تمام طول جلسات تمرین، اقدام‌های احتیاطی ایمنی مانند احساس درد و تکنیک‌های انجام تمرین‌ها با مربی کنترل می‌شد. شدت برای هر گروه عضلانی با نسبت طبقه‌بندی مقیاس اصلاح‌شده بورگ (۱۰ امتیازی) کنترل شد. همچنین، شدت از ۶-۵ امتیاز شروع شد و در نهایت به ۸-۷ رسید [۱۳].

روش تحلیل آماری

نتایج به صورت میانگین و انحراف استاندارد برای نمونه‌های موجود در هر گروه بیان شد. جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک و جهت تحلیل استنباطی داده‌ها از آزمون تحلیل کوواریانس

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

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

همراه با آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۲) انجام شد. نتایج به دست آمده در سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ بررسی شد.

یافته‌ها

نتایج آزمون شاپیرو-ویلک و واریانس یک‌طرفه نشان داده است که همه داده‌ها از توزیع طبیعی و گروه‌ها از همگنی واریانس برخوردار بوده‌اند ($P > 0.05$). نتایج آزمون توصیفی در گروه‌های تمرین مقاومتی، تمرین EMS و کنترل در جدول (۲) نشان داده شده است. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس نشان داد وزن ($P = 0.041$)، نمایه توده بدنی ($P = 0.002$) و توده چربی ($P = 0.001$) بین گروه‌های سه‌گانه تحقیق اختلاف معناداری دارند. این در حالی است که در توده عضلانی اختلاف معناداری بین گروه‌های تجربی و کنترل مشاهده نشد ($P = 0.425$). همچنین، نتایج نشان داد عملکرد قلب (حجم ضربه‌ای، ضربان قلب استراحتی، برون‌ده قلبی، حجم پایان دیاستولی، پرشدگی دیاستولی، فشارخون سیستولی و فشارخون

دیاستولی)، ساختار قلب (ضخامت دیواره بطن چپ، سیستولی بطن چپ، دیاستولی بطن چپ، ناحیه بطن راست و حجم دهلیز چپ) و الکتروکاردیوگرام (موج T، موج QRS، موج P و موج T اندامی) بین گروه‌های تمرین مقاومتی، EMS و کنترل اختلاف معناداری نداشته است ($P > 0.05$) (جدول ۲).

همچنین، نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی جهت بررسی شاخص‌های تن‌سنجی بین گروه‌های تمرین مقاومتی، EMS و کنترل نشان داد وزن در گروه‌های تمرین مقاومتی ($P = 0.032$) و EMS ($P = 0.021$) به طور معنا داری پایین‌تر از گروه کنترل بوده است. همچنین، درصد چربی در گروه‌های تمرین مقاومتی ($P = 0.001$) و EMS ($P = 0.001$) به طور معناداری پایین‌تر از گروه کنترل بوده است. همچنین، نمای توده بدنی BMI در گروه‌های تمرین مقاومتی ($P = 0.001$) و EMS ($P = 0.003$) به طور معناداری پایین‌تر از گروه کنترل بوده‌اند. این در حالی است که بین تمرین‌های مقاومتی و EMS در هیچ کدام از متغیرها اختلاف معناداری مشاهده نشد (شکل ۱).

جدول ۲. نتایج آنالیز کوواریانس و آمار توصیفی مربوط به آزمون‌ها در سه گروه تحقیق در پیش‌آزمون و پس‌آزمون (انحراف معیار $\pm$ میانگین)

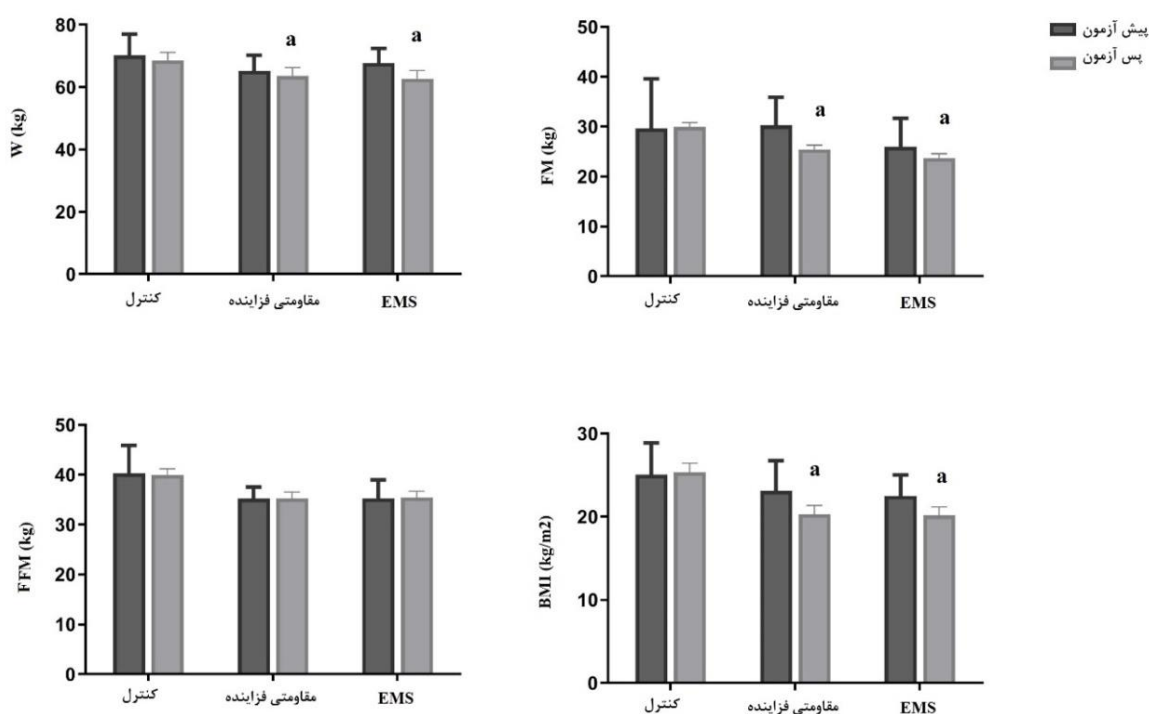
متغیرها	کنترل	مقاومتی فزاینده	EMS	P value**
وزن بدن (کیلوگرم)	۷۰/۱۷ $\pm$ ۶/۸۵	۶۵/۲۳ $\pm$ ۵/۰۳	۶۷/۷۷ $\pm$ ۴/۶۷	
P value*	۷۰/۷۵ $\pm$ ۶/۲۰	۶۲/۵۵ $\pm$ ۵/۶۵	۶۳/۱۱ $\pm$ ۳/۰۳	۰/۰۴۱*
توده چربی (کیلوگرم)	۰/۲۰۳	۰/۰۲۰*	۰/۰۲*	
P value*	۲۹/۶۶ $\pm$ ۹/۹۵	۳۰/۲۷ $\pm$ ۵/۶۴	۲۶/۰۱ $\pm$ ۵/۶۹	۰/۰۰۱*
توده عضلانی (کیلوگرم)	۲۹/۸۸ $\pm$ ۱۰/۶۵	۲۶/۷۳ $\pm$ ۵/۷۴	۲۴/۹۹ $\pm$ ۹/۱۶	
P value*	۰/۴۶۵	۰/۰۲۱*	۰/۰۶۱	
نمایه توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	۴۰/۲۸ $\pm$ ۵/۶۱	۳۵/۱۷ $\pm$ ۳/۳۸	۳۵/۲۵ $\pm$ ۳/۷۳	
P value*	۳۹/۸۶ $\pm$ ۵/۸۸	۳۶/۷۹ $\pm$ ۳/۳۰	۳۸/۷۹ $\pm$ ۵/۱۷	۰/۴۲۵
P value*	۰/۳۴۱	۰/۰۱۰*	۰/۰۳۲*	
P value*	۲۵/۰۷ $\pm$ ۳/۸۲	۲۳/۱۰ $\pm$ ۳/۶۶	۲۲/۵۰ $\pm$ ۲/۵۳	
P value*	۲۴/۹۹ $\pm$ ۳/۹۱	۲۲/۱۰ $\pm$ ۲/۱۴	۲۱/۱۴ $\pm$ ۳/۱۶	۰/۰۰۲*
ضخامت دیواره بطن چپ (میلی‌متر)	۸/۱۶ $\pm$ ۰/۷۵	۷/۵۰ $\pm$ ۰/۸۳	۷/۴۰ $\pm$ ۱/۱۴	
P value*	۷/۵۰ $\pm$ ۰/۵۴	۷/۱۶ $\pm$ ۰/۴۰	۷ $\pm$ ۰/۷۱	۰/۸۰۵
P value*	۰/۲۳۴	۰/۰۸۴	۰/۵۶۴	
سیستولی بطن چپ (درصد)	۲۹/۱۶ $\pm$ ۲/۶۳	۲۷/۵۰ $\pm$ ۲/۸۸	۲۴/۲۰ $\pm$ ۳/۲۷	
P value*	۲۹/۶۶ $\pm$ ۴/۱۳	۲۷/۳۳ $\pm$ ۳/۷۲	۲۶/۲۰ $\pm$ ۲/۶۸	۰/۲۵۲
P value*	۰/۷۴۹	۰/۱۵۸	۰/۰۷۵	
دیاستولی بطن چپ (درصد)	۴۴/۸۳ $\pm$ ۰/۷۵	۴۳/۱۶ $\pm$ ۳/۰۶	۴۲/۲۰ $\pm$ ۵/۷۱	
P value*	۴۶/۳۳ $\pm$ ۴/۲۷	۴۴/۶۶ $\pm$ ۳/۳۷	۴۳/۶۰ $\pm$ ۴/۱۵	۰/۸۹۴
P value*	۰/۶۵۳	۰/۳۰۲	۰/۲۱۵	
ناحیه بطن راست (درصد)	۲۸/۳۳ $\pm$ ۳/۳۸	۲۸/۸۳ $\pm$ ۲/۳۱	۳۰ $\pm$ ۲/۴۴	
P value*	۳۰/۳۳ $\pm$ ۱/۵۰	۲۸/۵۰ $\pm$ ۳/۵۰	۳۰/۲۰ $\pm$ ۱/۶۴	۰/۳۷۷
P value*	۰/۵۴۸	۰/۲۳۸	۰/۴۶۵	
حجم دهلیز چپ (درصد)	۴۷/۳۳ $\pm$ ۷/۱۱	۳۷/۱۶ $\pm$ ۴/۳۵	۳۲/۲۰ $\pm$ ۷/۷۹	
P value*	۴۶/۸۳ $\pm$ ۷/۸۰	۴۶/۱۶ $\pm$ ۱۱/۰۷	۳۱/۰۶ $\pm$ ۸/۲۳	۰/۰۵۵*
P value*	۰/۶۴۵	۰/۰۲۰*	۰/۳۲۱	
حجم ضربه‌ای (میلی‌لیتر)	۵۳/۶۶ $\pm$ ۱۱/۵۱	۵۵/۸۳ $\pm$ ۹/۸۲	۴۴ $\pm$ ۱۶/۲۴	
P value*	۵۳/۸۳ $\pm$ ۸/۰۶	۵۶ $\pm$ ۹/۵۷	۴۳/۲۰ $\pm$ ۱۵/۲۸	۰/۵۱۷
P value*	۰/۲۱۶	۰/۰۹۸	۰/۱۰۸	
ضربان قلب استراحتی (ضربه در دقیقه)	۷۶/۸۳ $\pm$ ۱۶/۱۱	۷۴/۵۰ $\pm$ ۱۱/۴۴	۷۷/۸۰ $\pm$ ۸/۷۲	
P value*	۸۴ $\pm$ ۱۳/۴۰	۷۴/۶۶ $\pm$ ۹/۲۰	۷۹ $\pm$ ۹/۵۹	۰/۳۴۰
P value*	۰/۲۱۲	۰/۴۵۳	۰/۱۴۶	
برون‌ده قلبی (میلی‌لیتر)	۴۲۲۳/۵ $\pm$ ۱۶۶۱/۶	۴۱۰۵ $\pm$ ۷۲۵/۱	۳۵۵۶/۸ $\pm$ ۱۴۶۱/۹	

ویژگی‌های ساختاری قلب

فناوری عملکردی قلب

۰/۲۱۸	۳۳۳۱/۸±۹۸۴/۴	۴۱۷۲/۳±۷۵۴/۲	۴۵۷۹/۳±۱۲۴۶/۲	۸ هفته پس از مداخله	P value*
	۰/۰۹۹	۰/۳۱۵	۰/۳۵۸		
	۷۹/۶۰±۱۷/۵۲	۸۲/۵۰±۱۴/۳۴	۸۸/۱۶±۱۸/۶۱	قبل از مداخله	حجم پایان دیاستولی
۰/۶۱۸	۷۶/۸۰±۱۹/۹۲	۸۴/۱۶±۶/۲۷	۵۰۸۶±۱۱/۰۵	۸ هفته پس از مداخله	(میلی لیتر)
	۰/۰۹۷	۰/۰۸۴	۰/۲۱۰		P value*
	۳۵/۶۰±۸/۶۷	۲۶/۶۶±۶/۹۷	۳۴/۵۰±۸/۹۱	قبل از مداخله	پرشدهی دیاستولی
۰/۹۳۶	۳۳/۶۰±۸/۷۰	۲۸/۱۶±۴/۰۷	۳۲/۶۶±۵/۵۰	۸ هفته پس از مداخله	(میلی لیتر)
	۰/۰۶۵	۰/۰۴۱*	۰/۸۴۵		P value*
	۱۰۹/۲۰±۴/۷۶	۱۱۲/۵۰±۶/۳۴	۱۱۸/۵۰±۱۷/۶۶	قبل از مداخله	فشارخون سیستولی (میلی متر
۰/۶۶۳	۱۱۳/۸۰±۵/۷۱	۱۱۲/۶۶±۴/۱۳	۱۱۴/۳۳±۱۲/۹	۸ هفته پس از مداخله	جیوه)
	۰/۵۱۰	۰/۴۶۵	۰/۵۴۰		P value*
	۷۸/۲۰±۲/۷۷	۸۰/۶۶±۱۰/۲۳	۷۷±۱۰/۰۹	قبل از مداخله	فشارخون دیاستولی (میلی متر
۰/۷۶۹	۷۷/۶۰±۹/۶۰	۷۵/۶۶±۴/۰۸	۷۶±۱۱/۹۱	۸ هفته پس از مداخله	جیوه)
	۰/۰۵۶	۰/۰۰۱*	۰/۴۶۵		P value*
	۵/۶۰±۰/۵۴	۴/۸۳±۰/۷۵	۵/۶۶±۰/۵۱	قبل از مداخله	موج T (درصد)
۰/۴۰۹	۵/۴۰±۰/۸۹	۵/۶۶±۰/۸۱	۵/۸۳±۰/۷۵	۸ هفته پس از مداخله	
	۰/۳۶۵	۰/۴۵۹	۰/۲۴۶		P value*
	۳/۴۰±۰/۵۴	۲/۸۳±۰/۴۰	۲/۸۳±۰/۴۰	قبل از مداخله	موج QRS (ثانیه)
۰/۳۸۳	۳/۶۰±۰/۸۹	۳/۱۶±۰/۴۰	۲/۸۳±۰/۴۰	۸ هفته پس از مداخله	
	۰/۴۹۶	۰/۳۴۸	۰/۲۵۶		P value*
	۳/۲۰±۰/۴۴	۳±۰/۰۱	۳/۵۰±۰/۵۴	قبل از مداخله	موج P (درصد)
۰/۰۷۷	۳/۸۰±۰/۴۴	۳±۰/۰۱	۳/۸۳±۰/۷۵	۸ هفته پس از مداخله	
	۰/۲۴۹	۰/۵۶۴	۰/۱۷۵		P value*
	۶/۶۰±۱/۱۴	۷/۸۳±۰/۷۵	۷/۳۳±۰/۵۱	پیش آزمون	موج T اندامی (میلی ولت)
۰/۱۳۱	۷/۲۰±۰/۸۳	۸/۳۳±۰/۸۱	۷/۳۳±۰/۵۱	پس آزمون	
	۰/۰۹۷	۰/۰۸۶	۰/۲۵۸		P value*

*نشانه معناداری آماری درون گروهی در سطح (P≤۰/۰۵). ** نشانه معناداری آماری بین گروهی در سطح (P≤۰/۰۵)



شکل ۱. شاخص‌های تن‌سنجی در گروه‌های ۳ گانه تحقیق

a اختلاف معنادار با گروه کنترل (P<۰/۰۵)

بوده است. نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه نشان داد ۸ هفته

تمرین‌های مقاومتی فزاینده و EMS منجر به بهبود شاخص‌های

تن‌سنجی در زنان غیرفعال شده است که همسو با نتایج به‌دست‌آمده

بحث

هدف از انجام پژوهش حاضر، مقایسه تاثیر تمرین‌های مقاومتی فزاینده

و تمرین‌ها EMS بر عملکرد قلب و شاخص‌های تن‌سنجی زنان غیرفعال

EMS همانند تمرین‌های مقاومتی با افزایش حجم توده عضلانی باعث کاهش سطح چربی بدن و وزن می‌شود. این در حالی است که تمرین‌های EMS تمرین‌های نوین و با هزینه‌های بالا است و مطالعات مختلف برای افراد سالمند و آسیب‌دیده یا پس از جراحی‌های مختلف جهت انجام فعالیت‌های ورزشی تجویز شده است [۲۷، ۳۱، ۳۲]. به نظر می‌رسد شدت‌ها و سیستم‌های مختلف تمرین‌های مقاومتی می‌توانند نتایج متفاوتی را در افراد داشته باشد. همچنین، در EMS نیز به نظر می‌رسد شدت فرکانس‌ها و نحوه انجام تمرین‌ها نیز بر روی نتایج به‌دست‌آمده اثر مستقیم دارد [۳۳].

نتایج دیگر به‌دست‌آمده از مطالعه حاضر نشان داده است که تمرین مقاومتی فزاینده و EMS تاثیر معناداری بر عملکرد قلبی و فاکتورهای حجم ضربه‌ای، ضربان قلب استراحتی، برون‌ده قلبی، حجم پایان دیاستولی، پرشدگی دیاستولی، فشارخون سیستولی و فشارخون دیاستولی ندارد. مطالعات نشان داده‌اند که قلب در پاسخ به تمرین ورزشی تغییرات ساختاری و عملکردی پیدا می‌کند که معمولاً در رابطه با ورزش در ورزشکاران تفریحی ضعیف هستند اما در ورزشکاران نخبه ممکن است آشکار و واضح باشند. همچنین، درجه سازش به نوع تمرین، شدت تمرین، طول اجرای تمرین و نوع فعالیت ورزشی و برنامه تمرینی وابسته است [۳۴]. مطالعات گذشته نشان داده‌اند که انجام تمرین‌های مقاومتی کوتاه‌مدت بر قطر پایان دیاستولی بطن چپ یا تاثیری ندارد و یا تاثیر جزئی را نشان می‌دهد [۳۵]. با این حال، با بررسی مطالعات مختلف در زمینه اثر تمرین‌های مقاومتی نتایج متضادی مشاهده شده است، در این باره رضانی و همکاران (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای نشان داده‌اند که انجام تمرین‌های مقاومتی به روش استقامت عضلانی باعث بهبود برخی از عملکردهای قلبی در مردان میانسال غیرفعال می‌شود [۹]. خانی و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه خود درباره زنان میانسال نشان داده‌اند این نوع تمرین‌ها منجر به افزایش حجم پایان دیاستولی، حجم ضربه‌ای و برون‌ده قلبی می‌شوند و تاثیری بر حجم پایان سیستولی، کسر تخلیه و ضربان قلب ندارد. با این حال، به نظر می‌رسد پاسخ‌های قلبی-عروقی به فعالیت‌های ورزشی تا حد زیادی با شیوه‌نامه‌های تمرینی مورد استفاده به ویژه تعداد فعالیت‌های ورزشی، فعالیت ورزشی به کار گرفته‌شده، تعداد تکرارها، تعداد نوبت‌ها، فواصل استراحتی و کل کار انجام‌شده بستگی دارد. تمرین مقاومتی فشارخون و مقاومت عروق محیطی را به صورت معناداری افزایش می‌دهد و برون‌ده قلب ممکن است به میزان کمی افزایش پیدا کند که بر خلاف رویدادهایی است که هنگام تمرین‌های استقامتی روی می‌دهد [۳۶]. با توجه به اینکه تمرین‌های EMS به مثابه یک روش تمرین پرکاربرد در درمان‌های ورزشی و توانبخشی برای شبیه‌سازی تمرین‌های بدنی استفاده می‌شوند، بررسی مطالعات نشان داده است که بیشتر پژوهش‌های انجام‌شده، EMS را بر روی عملکرد قلبی و اسکلتی بیماران و سالمندان انجام داده‌اند و به نظر می‌رسد مطالعات محدودی روش تمرین فوق را

برخی از مطالعات است. در این باره، Rejeki و همکاران (۲۰۲۳) نشان داده‌اند که انجام تمرین‌های مقاومتی با روش دایره‌ای به مدت ۴ هفته تاثیر معناداری بر کاهش وزن، درصد چربی و BMI زنان چاق دارد. همچنین، در این مطالعه نشان داده شد تمرین‌های مقاومتی دایره‌ای تاثیر معناداری بر افزایش توده عضلانی دارد که ناهمسو با نتایج به‌دست‌آمده در مطالعه حاضر است [۲۱]. همچنین دایره‌ای Liu و همکاران (۲۰۲۱) نیز در مطالعه متاآنالیز پس از بررسی ۱۸ مطالعه نشان داده‌اند که تمرین‌های مقاومتی با روش‌های مختلف تاثیر معناداری بر کاهش توده چربی، ترکیب بدن و افزایش حجم و قدرت عضلانی دارد [۲۲]. Angelica Ricci و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه کارآزمایی خود نشان داده‌اند که انجام تمرین‌های EMS کل بدن پس از جراحی چاقی باعث بهبود بیشتر BMI در بیماران چاق می‌شود [۲۳]. همچنین، Kemmler و همکاران (۲۰۱۵) نیز در مطالعه‌ای درباره ۴۸ مرد سالم تمرین‌نکرده نشان داده‌اند که انجام تمرین‌های EMS به مدت ۱۶ هفته باعث بهبود شاخص‌های تن‌سنجی در مردان میانسال سالم می‌شود [۲۴]. این در حالی است که نتایج به‌دست‌آمده در مطالعه حاضر ناهمسو با نتایج برخی از مطالعات است [۲۵-۲۷]. با توجه به بررسی‌های انجام‌شده به نظر می‌رسد این تناقض در نتایج به‌دست‌آمده به دلیل تفاوت در نمونه‌های مورد آزمایش و نحوه و شدت شیوه‌نامه تمرین‌ها در مطالعات یادشده باشد. نتایج مطالعات متعدد نشان داده‌اند که تمرین‌های مقاومتی و EMS منظم با افزایش هیپرتروفی عضلانی باعث بهبود ترکیب بدن و کاهش نسبت چربی می‌شود. همچنین، تمرین‌های مقاومتی با فعال‌سازی مسیرهای AMPK (آدنوزین منوفسفات کیناز) و PI3K (فسفاتیدیل اینوزیتول ۳ کیناز) منجر به افزایش تولید انرژی از چربی می‌شوند [۲۱، ۲۸، ۲۹]. همچنین، ورزش مقاومتی با ایجاد خستگی عضلانی، سرعت سوخت‌وساز را در حالت استراحت افزایش می‌دهد، به طوری که نشان داده شده است که تمرین‌های مقاومتی و افزایش بعدی در توده عضله اسکلتی ناشی از آن موجب افزایش قدرت، بهبود سطح قندخون و کاهش چربی احشایی می‌شود [۳۰].

نتایج مطالعه حاضر نشان داده است که بین انجام تمرین‌های مقاومتی و EMS در شاخص‌های تن‌سنجی در زنان غیرفعال تفاوت معناداری وجود ندارد. با توجه به بررسی‌های انجام‌شده به نظر می‌رسد مطالعات محدودی به مقایسه تمرین‌های مقاومتی فزاینده با EMS بر ترکیب بدنی پرداخته باشند و یا مطالعات انجام‌شده در دسترس نیست که باعث محدودیت در مقایسه مطالعه حاضر می‌شود. با این حال، در مطالعه به‌دست‌آمده از Kemmler و همکاران (۲۰۱۵) که به مقایسه تمرین‌های مقاومتی HIT با تمرین‌های EMS پرداخته است به این نتیجه رسیدند که هیچ تفاوت معناداری بین دو روش تمرینی وجود ندارد [۲۴] که همسو با نتایج به‌دست‌آمده در مطالعه حاضر است. با این حال، با توجه به نتایج مطالعات به نظر می‌رسد انجام تمرین‌های

درباره افراد سالم بررسی کرده باشد که می‌تواند یکی از محدودیت‌های مهم جهت بررسی باشد. با این حال، در مطالعاتی به اثر تمرین‌های EMS بر روی عملکرد قلب بیماران قلبی و سالمند پرداخته شده است و نشان داده شده است که تمرین EMS به فرکانس‌های متفاوت، شدت و مدت متفاوت اثر معناداری بر عملکرد قلب دارد [۳۷، ۳۸].

نتایج دیگر مطالعه حاضر نشان داده است که انجام تمرین‌های مقاومتی و EMS تاثیر معناداری بر ساختار قلب و نتایج ECG زنان غیرفعال ندارد. در ارتباط با اثر تمرین مقاومتی بر ساختار قلب، غلامی و همکاران در مطالعه خود نشان داده‌اند که انجام تمرین‌های هوازی تناوبی بر ساختار قلب و عملکرد بطن چپ اثر معناداری ندارد [۱۶]. همچنین، Hulke و همکاران و Mantziari و همکاران نیز نشان داده‌اند تمرین‌های مقاومتی و فعالیت‌های ورزشی دیگر تاثیر معناداری بر ساختار قلب پس از انجام فعالیت ندارد [۲۰، ۳۹]. این در حالی است که خانی و همکاران، احمدی و همکاران و موریسون و همکاران در مطالعات خود نشان داده‌اند انجام فعالیت‌های ورزشی باعث بهبود ساختار قلب پس از فعالیت می‌شود [۳۶، ۴۰، ۴۱] که ناهمسو با مطالعه حاضر است. در این باره، خانی و همکاران در مطالعه خود نشان داده‌اند که تمرین‌های استقامتی، مقاومتی و همزمان باعث بهبود قطر پایان سیستولی بطن چپ در گروه تمرین همزمان و قطر پایان دیاستولی و توده بطن چپ در گروه‌های استقامتی و همزمان می‌شود. با این حال، تفاوتی در گروه مقاومتی در ساختار قلب وجود ندارد. با توجه به مطالعات بیان‌شده به نظر می‌رسد انجام تمرین‌ها به شیوه هوازی، سازگاری بیشتری بر ساختار قلب دارد. به صورتی که بیان شده است که فعالیت‌های ورزشی پیوسته یا استقامتی نوعی اضافه بار حجمی بر عضلات قلب وارد می‌کنند که به الگوی هایپرتروفی برون‌گرا می‌انجامد. بر اثر این تغییر، دیواره بطن‌ها طبیعی باقی می‌ماند، ولی حجم حفره‌ها به‌ویژه بطن چپ افزایش می‌یابد؛ همچنین، این افراد حجم پرشدگی، دیاستولی، قطر و توده بطن چپ بزرگ‌تر، گنجایش بطنی بیشتر و انقباض میوکارد قوی‌تری دارند که در محدوده قانون فرانک - استارلینگ تفسیر می‌شود [۱۶، ۳۶]. این در حالی است که به نظر می‌رسد انجام تمرین‌های مقاومتی بر روی ساختار قلب بی‌تاثیر است. در یک مطالعه آینده‌نگر بیان شد که با انجام تمرین‌های مقاومتی هایپرتروفی قلب به صورت هم‌مرکز رخ می‌دهد، در حالی که با تمرین‌های استقامتی هایپرتروفی قلب به صورت غیرمرکزی است [۴۲]. با توجه به مطالعات بیان‌شده به نظر می‌رسد این سازگاری‌ها در ورزشکاران به وجود می‌آید، در حالی که نمونه‌های تحقیق حاضر زنان غیرفعال بوده‌اند.

به نظر می‌رسد در ارتباط با اثر تمرین‌های مقاومتی و EMS بر نتایج ECG مطالعات اندکی وجود داشته باشد. این در حالی است که بیشتر مطالعات به بررسی اثر تمرین‌های استقامتی بر روی ECG قلب پرداخته‌اند. در این باره، عزیزی و همکاران، به مقایسه تمرین هوازی و تناوبی بر نوار قلب دختران پرداخته‌اند. در این مطالعه نیز عنوان شده است که مطالعات اندکی به بررسی اثر شیوه‌های مختلف تمرینی بر ECG قلب پرداخته‌اند.

این در حالی است که نتایج مطالعه عزیزی و همکاران نشان داده است که تمرین هوازی تناوبی و تناوبی تاثیر بر دامنه امواج P، R و T، تناوب RR و مدت‌زمان قطعه ST دختران جوان فعال نداشته که همسو با نتایج مطالعه حاضر است، در صورتی که انجام تمرین‌های هوازی تناوبی و تناوبی منجر به کاهش ضربان قلب و افزایش تناوبی QT شده است [۱۹]. در ارتباط با اثر EMS بر نتایج نوار قلب مطالعه‌ای یافته نشد که بتوان نتایج مطالعه حاضر را بررسی کرد و به نظر می‌رسد مطالعه حاضر جزء معدود مطالعات در این باره است. مطالعات نشان داده‌اند که سازوکار و عملکرد قلب با نوع و شدت تمرین ارتباط مستقیم دارد، به طوری که سازگاری‌های قلب با تمرین جسمانی شدید و طولانی مدت تغییرات ECG ایجاد می‌کند که در اشخاص تمرین‌نکرده غیرطبیعی در نظر گرفته می‌شود. تصور می‌شود افزایش تون واگ، تغییرات آناتومیک در قلب و دیگر مکانیسم‌های کمتر شناخته‌شده منجر به طیف وسیعی از تغییرات ECG سطحی ویژه ورزشکاران تمرین‌کرده می‌شوند. توجه به نوع فعالیت بدنی، شدت تمرین، نژاد ورزشکار، ساختار بدنی و زمان اخذ ECG در رابطه با تمرین جهت درک بهتر از طیف طبیعی تغییرات ECG پس از انجام فعالیت مهم است [۱۹]. به نظر می‌رسد مطالعه حاضر یکی از نخستین تحقیقات صورت‌گرفته در این حوزه (تا آنجا که به دانش محققان این مطالعه مربوط می‌شود) باشد، با این حال با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از مطالعه حاضر و نبود تاثیر معنادار تمرین EMS بر شاخص‌های عملکرد قلب، ساختار قلب و ECG قلب در افراد سالم غیرفعال به نظر می‌رسد جهت نتیجه‌گیری بهتر، نیازمند انجام مطالعات بیشتر با فرکانس‌ها و شدت‌های مختلف تمرین EMS درباره افراد سالم و بیمار است. از طرفی، مطالعه حاضر به دلیل ناتوانی کنترل مقدار فعالیت‌های روزانه، استرس‌های موجود در زندگی شخصی و تغذیه نمونه‌های تحقیق دچار محدودیت بوده است.

نتیجه‌گیری

به طور کلی، با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از مطالعه حاضر، انجام تمرین‌های مقاومتی و EMS منجر به بهبود شاخص‌های تن‌سنجی در زنان سالم غیرفعال شده است. با این حال، هیچ‌کدام از شیوه‌نامه‌های تمرینی تاثیری بر بهبود عملکردی قلب، ساختار قلب و ECG قلب نداشته‌اند که به نظر می‌رسد این تاثیر نداشتن به دلیل سطح سلامت آزمودنی‌ها، نوع شیوه‌نامه تمرین و شدت و فرکانس اجرای تمرین باشد.

سپاسگزاری

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه مقطع دکتری تخصصی نویسنده اول در دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات است که باکد IR.Qums.REC.1401.276 در کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی قزوین تصویب شده است. از همه شرکت‌کنندگان و همکارانی که به نحوی در انجام این تحقیق ما را یاری کرده‌اند به جهت همکاری صمیمانه آن‌ها تشکر و قدردانی می‌شود.

References

1. Siahkouchian M, Ebrahimi-Torkmani B. Effect of 8-week Aerobic Exercise on Anthropometric Indices, Atherogenic Index of Plasma and Some Cardiovascular Risk Factors in Inactive Men. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2021;10(3): 446-57. [DOI: 10.32598/sjrm.10.3.6]
2. Fathei M, Khairabadi S, Ramezani F, Hejazi K. The effects of eight weeks aerobic training, green tea supplementation and compound of them on serum liver enzymes and apolipoproteins in inactive overweight women. (MJMS). 2016;59(2):114-23.
3. 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. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*. 2020;29(1):104498. [DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2019.104498] [PMID: 31732460]
4. Yaghoubi M, Ramezani 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*. 2021;5(2):70-84. [DOI: 10.22088/cjhaa.5.2.6]
5. 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. [DOI: 10.1016/j.orcp.2017.05.005] [PMID: 28619601]
6. Ramezani S, Porrahim Ghouroghchi A, Yaghoubi 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. *IJDM*. 2023;23(2):80-90. [Link]
7. 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. *Journal of Marine Medicine*. 2022; 3(4):180-7. [DOI: 10.30491/3.4.180]
8. Ranjbar R, Hasanvand H, Habibi AH, Goharpey S. Comparison of the effect of TRX and traditional resistance training on some factors of body composition and balance in sedentary men. *JSMJ*. 2018;16(6):621-30. [DOI: 10.22118/jsmj.2018.58086]
9. Ramezani S, Biniarz SA, Yaghoubi M, Akbarpor Beni M. The Effect of Muscle Endurance Training on Blood Pressure, Resting Heart Rate and Endothelin-1 Levels in Inactive Men. *Journal of Vessels and Circulation*. 2021;2(1):9-16. [DOI: 10.32598/JVC.2.1.76.1]
10. Arazi H, Pahlevanzadeh M, Ardekani MA. Effect of single bout aerobic and resistance exercise on the pain perception and cardiovascular responses in women with Multiple Sclerosis. *Journal of Inflammatory Diseases*. 2016;20(5):34-42. [Link]
11. 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. *Physiological research*. 2018;67:156-166. [DOI: 10.33549/physiolres.933818] [PMID: 29947536]
12. Ramezani S, Parasteh M, Zohrehvandian K. The effect of resistance training on plasma levels of endothelin 1 and blood pressure in older men. *J North Khorasan Univ Med Sci*. 2020;12(3):31-9. [DOI: 10.52547/nkums.12.3.31]
13. Afsharnejad T, Ayatizadeh F, Soumader SY, Sadeghian Shahi M. Effect of whole-body electromyostimulation with and without suspension training on physical performance of obese women. *JSBS*. 2023;14(28):85-95. [DOI: 10.22034/sbs.2023.392152.1025]
14. Derakhshan Nejad M, Nikbakht M, Ghanbarzadeh M, Ranjbar R. Effect of Concurrent Training Order With Electromyostimulation on Physical Performance in Young Elderly Women. *Archives of Rehabilitation*. 2020;21(4):508-25. [DOI: 10.32598/RJ.21.4.3147.1]
15. Kemmler W, Weissenfels A, Willert S, Shojaa M, von Stengel S, Filipovic A, et al. Efficacy and safety of low frequency whole-body electromyostimulation (WB-EMS) to improve health-related outcomes in non-athletic adults. A systematic review. *Frontiers in physiology*. 2018; 23;9:573. [DOI: 10.3389/fphys.2018.00573] [PMID: 29875684]
16. Gholami M, Salehi N. The Effect of Eight Weeks of Resistance Training with Dumbbell and Theraband on the Body Composition and Muscular Strength in the Middle-aged Obese Women: a Clinical Trial. *JRUMS*. 2018;17(9):829-42. [Link]
17. 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. *Frontiers in physiology*. 2018;9:720. [DOI: 10.3389/fphys.2018.00720] [PMID: 29951003]
18. Schenk S, Fritzsche D, van Buuren F. Electro-myostimulation of skeletal muscles improves physical capacity of patients with chronic congestive heart failure. *The Thoracic and Cardiovascular Surgeon*. 2011;59(S 01):V218. [DOI: 10.1055/s-0030-1269296]
19. Azizi H, Moradi F, Pashaei S. Comparison of the effect of continuous and interval aerobic training on electrocardiogram of active young girls. *Intern Med Today*. 2020;26(3):298-315. [DOI: 10.32598/hms.26.3.1998.2]
20. Hulke S, Phatak M. Cardiac adaptation to endurance training in young adult. *Chronicles of Young Scientists*. 2011;2(2):103. [DOI: 10.4103/2229-5186.82973]
21. Rejeki PS, Pranoto A, Rahmanto I, Izzatunnisa N, Yosika GF, Hernaningsih Y, et al. The Positive Effect of Four-Week Combined Aerobic-Resistance Training on Body Composition and Adipokine Levels in Obese Females. *Sports*. 2023;11(4):90. [DOI: 10.3390/sports11040090] [PMID: 37104164]
22. Liu X, Gao Y, Lu J, Ma Q, Shi Y, Liu J, et al. Effects of different resistance exercise forms on body composition and muscle strength in overweight and/or obese individuals: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in physiology*. 2022;12: 791999. [DOI: 10.3389/fphys.2021.791999] [PMID: 35250604]
23. Ricci PA, Di Thommazo-Luporini L, Jürgensen SP, André LD, Haddad GF, Arena R, et al. Effects of whole-body electromyostimulation associated with dynamic exercise on functional capacity and heart rate variability after bariatric surgery: a randomized, double-blind, and sham-controlled trial. *Obesity surgery*. 2020;30:3862-71. [DOI: 10.1007/s11695-020-04724-9] [PMID: 32447638]
24. Kemmler W, Teschler M, Weissenfels A, Bebenek M, Fröhlich M, Kohl M, et al. Effects of whole-body electromyostimulation versus high-intensity resistance exercise on body composition and strength: a randomized controlled study. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2016;2016. (1):9236809. [DOI: 10.1155/2016/9236809] [PMID: 27034699]
25. Schranz N, Tomkinson G, Parletta N, Petkov J, Olds T. Can resistance training change the strength, body composition and self-concept of overweight and obese adolescent males? A randomised controlled trial. (BJSM). 2014;48(20):1482-8. [DOI: 10.1136/bjsports-2013-092209] [PMID: 23945035]
26. Törpel A, Peter B, Schega L. Effect of resistance training under normobaric hypoxia on physical performance, hematological parameters, and body composition in young and older people. *Frontiers in physiology*. 2020;11:335. [DOI: 10.3389/fphys.2020.00335] [PMID: 32411007]
27. Kemmler W, Shojaa M, Steele J, Berger J, Fröhlich M, Schoene D, et al. Efficacy of whole-body electromyostimulation (WB-EMS) on body composition and muscle strength in non-athletic adults. A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in physiology*. 2021;95. [DOI: 10.3389/fphys.2021.640657] [PMID: 33716787]

28. Hintze LJ, Messier V, Lavoie M-E, Brochu M, Lavoie J-M, Prud'homme D, et al. A one-year resistance training program following weight loss has no significant impact on body composition and energy expenditure in postmenopausal women living with overweight and obesity. *Physiology & behavior*. 2018;189:99-106. [DOI: 10.1016/j.physbeh.2018.03.014] [PMID: 29549030]
29. Ramezani S, Poorrahim A, Yaghoubi M, Rasuli M. The effect of different types of exercise on indicators related to type 2 diabetes: A systematic review. *Feyz Medical Sciences Journal*. 2023;27(3):340-54. [DOI: 10.48307/FMSJ.2023.27.3.340]
30. Liu S-X, Zheng F, Xie K-L, Xie M-R, Jiang L-J, Cai Y. Exercise reduces insulin resistance in type 2 diabetes mellitus via mediating the lncRNA MALAT1/microRNA-382-3p/resistin axis. *Molecular Therapy-Nucleic Acids*. 2019;18:34-44. [DOI: 10.1016/j.omtn.2019.08.002] [PMID: 31479923]
31. Bellia A, Ruscello B, Bolognino R, Briotti G, Gabrielli PR, Silvestri A, et al. Whole-body electromyostimulation plus caloric restriction in metabolic syndrome. *Int J Sports Med*. 2020;41(11):751-8. [DOI: 10.1055/a-1171-2003] [PMID: 32485778]
32. Schink K, Herrmann HJ, Schwappacher R, Meyer J, Orlemann T, Waldmann E, et al. Effects of whole-body electromyostimulation combined with individualized nutritional support on body composition in patients with advanced cancer: a controlled pilot trial. *BMC cancer*. 2018;18(1):1-17. [DOI: 10.1186/s12885-018-4790-y] [PMID: 30208857]
33. Watanabe K, Takada T, Kawade S, Moritani T. Effect of exercise intensity on metabolic responses on combined application of electrical stimulation and voluntary exercise. *Physiological Reports*. 2021;9(3):e14758. [DOI: 10.14814/phy2.14758] [PMID: 33587340]
34. Bloomer RJ. Does resistance training stimulate cardiac muscle hypertrophy? *SCJ*. 2003;25(2):7-15. [Link]
35. Barauna VG, Rosa KT, Irigoyen MC, de Oliveira EM. Effects of resistance training on ventricular function and hypertrophy in a rat model. *Clinical medicine & research*. 2007;5(2):114-20. [DOI: 10.3121/cmr.2007.707] [PMID: 17607046]
36. Khani F, NIKBAKHT H, GHAZALIAN F, BARZEGAR M. Effect of Endurance, Resistance and Concurrent training on the Function of the cardiac of healthy middle-aged women. *Journal of Torbat Heydariyeh University of Medical Sciences* 2020;8:1-12. [Link]
37. Kim E, Kim S, Kwon YW, Seo H, Kim M, Chung WG, et al. Electrical stimulation for therapeutic approach. *Interdisciplinary Medicine*. 2023;1(2):e20230003. [DOI: 10.1002/INMD.20230003]
38. Wang C, Wang P, Qi G. A new use of transcutaneous electrical nerve stimulation: Role of bioelectric technology in resistant hypertension. *Biomedical Reports*. 2023;18(6):1-10. [DOI: 10.3892/br.2023.1621]
39. Mantziari A, Vassilikos V, Giannakoulas G, Karamitsos T, Dakos G, Girasis C, et al. Left ventricular function in elite rowers in relation to training-induced structural myocardial adaptation. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2010;20(3):428-33. [DOI: 10.1111/j.1600-0838.2009.00957.x] [PMID: 19538535]
40. Ahmadi A, Dabagh N, Sari Sarraf V, Sadeghpour A. Response of Mechanical Changes in the Left and Right Ventricles of Athletes' Myocardium following Two Methods of High Intensity Resistance Training. *SPMI*. 2020;12(3):89-106. [Link]
41. Morrison BN, George K, Kreiter E, Dixon D, Rebello L, Massarotto RJ, et al. Effects of endurance exercise training on left ventricular structure in healthy adults: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Prev Cardiol*. 2023:zwad023. [DOI: 10.1093/eurjpc/zwad023] [PMID: 36718569]
42. Spence AL, Naylor LH, Carter HH, Buck CL, Dembo L, Murray CP, et al. A prospective randomised longitudinal MRI study of left ventricular adaptation to endurance and resistance exercise training in humans. *The Journal of physiology*. 2011;589(22):5443-52. [DOI: 10.1113/jphysiol.2011.217125] [PMID: 21969450]