تأثیر تمرین استقامتی، مقاومتی و همزمان بر ساختار قلب زنان میانسال سالم

دریافت: ۱۳۹۸/۸/۱۲ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۲۲

فاطمه خانی[۱]، حجت اله نیک بخت [۲*]، فرشاد غزالیان[۳] ، مجید برزگر[۴]

۱. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، تهران، ایران ۲. دانشیار، دانشگاه آزاد اسلامی، دانشگاه علوم و تحقیقات تهران، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، تهران، ایران ۳. استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، دانشگاه علوم و تحقیقات تهران، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، تهران، ایران ۴. استادیار، متخصص قلب و عروق، گروه قلب و عروق، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جیرفت، جیرفت، ایران

چکیده

مقدمه و هدف: قلب در اثر تمرینهای استقامتی و مقاومتی دچار سازگاریهای ساختاری مختلفی می‌شود. همچنین تمرینهای استقامتی و مقاومتی همزمان، باعث ایجاد اثرات متفاوتی روی قلب می‌شود. هدف از پژوهش حاضر تبیین تأثیر تمرینات استقامتی، مقاومتی و همزمان (استقامتی و مقاومتی) بر ساختار قلب زنان میانسال سالم بود.

روش کار: در این مطالعه، چهل زن میانسال با میانگین سن ۳/۴۵±۴۴/۶۲ سال، قد ۴/۸۷±۱۵۷/۷۵ سانتیمتر و وزن ۱۰/۶۴±۷۳/۲۷ کیلوگرم به صورت تصادفی به چهارگروه مساوی (در هر گروه ۱۰ نفر) شامل گروه‌های کنترل، استقامتی، مقاومتی و همزمان تقسیم شدند. برنامه‌های تمرین به مدت هشت هفته و سه جلسه در هفته انجام گرفت. گروه استقامتی به دویدن فزآینده روی نوارگردان پرداختند. گروه مقاومتی نیز هشت تمرین ورزشی را به صورت فزآینده در هر جلسه انجام دادند. گروه همزمان نیمی از هر دو تمرین استقامتی و مقاومتی را در هر جلسه اجرا کردند. اندازه‌های قطر پایان سیستول، قطر پایان دیاستول، ضخامت دیواره خلفی، ضخامت سپتوم بین بطنی و توده بطن چپ آزمودنیها به روش اکوکاردیوگرافی تک و دو بعدی اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: قطر پایان سیستولی بطن چپ در گروه همزمان و قطر پایان دیاستولی و توده بطن چپ در گروه‌های استقامتی و همزمان نسبت به قبل از تمرین افزایش معنی‌داری نشان داد ($p\leq ۰/۰۵$). همچنین توده بطن چپ در گروه استقامتی و همزمان نسبت به گروه کنترل تفاوت معنی داری داشت ($p\leq ۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: تمرین استقامتی و تمرین همزمان استقامتی و مقاومتی سبب افزایش برخی شاخصهای ساختاری قلب در زنان میانسال می‌شود.

کلیدواژه‌ها: تمرین استقامتی، تمرین مقاومتی، تمرین همزمان، ساختار قلب، زنان میانسال

***نویسنده مسئول:** دانشیار، دانشگاه آزاد اسلامی، دانشگاه علوم و تحقیقات تهران، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، تهران، ایران

ایمیل: hojnik1937@yahoo.com **تلفن:** ۰۹۱۲۱۰۶۷۷۴۹ **نمابر:** ۰۲۱۷۷۷۵۴۲۰۶

مقدمه

اصطلاح "قلب ورزشکار" در ورزش مدرن و پزشکی ورزشی برای توضیح هیپرتروفی میوکارد در پاسخ به تمرینات منظم ورزشی استفاده می‌شود (۱). محققان اغلب بر این باورند که روشهای مختلف ورزشی، تأثیرات مختلفی روی هیپرتروفی میوکارد در ورزشکاران می‌گذارد. فرضیه ورزش خاص توسط Morganroth پیشنهاد شد (۲). قانون لاپلاس[1] بیان می‌کند که تنش(T) با فشار (P) × شعاع حفره (R) ارتباط مستقیم و با ضخامت دیواره (M) ارتباط معکوس دارد.

حمایت منطقی قانون لاپلاس از فرضیه مورگان روث نشان می‌دهد که عضله قلبی به گونه‌ای رشد می‌کند تا ارتباط ثابت بین فشار حفره و نسبت ضخامت دیواره به شعاع بطن حفظ شود و مطابق با بار کاری اجرا شده بطن چپ باشد (۳). پیری قلب، فرآیند پیچیده‌ای است که شامل بسیاری از تغییرات مولکولی در داخل و خارج از سلولهای قلبی می‌شود که با افزایش نامتقارن سپتوم و کاهش کمپلیانس بافت بطنی همراه است (۴). همچنین باید توجه داشت که قبل از پنجاه سالگی خطر مرگ ناشی از بیماریهای قلبی در مردان دست کم سه برابر زنان است، اما میزان نسبی خطر در زنان در دوران یائسگی به میزان قابل توجهی افزایش می‌یابد (۵). با این حال هنگامی که تغییرات با فشارهای قلبی مرتبط با بیماری همراه باشد وقوع و شدت بیماری افزایش می‌یابد (۴). در میان اثرات تمرین منظم ورزشی، "قلب ورزشکار" یکی از مسائلی است که به طور مرتب مورد بحث قرار می‌گیرد، ساختار و عملکرد قلب ورزشکار نماد سازگاری آن با عملکرد فیزیکی افزایش یافته است. علاوه بر این نقش خاصی برای پیشگیری از بیماریهای زودرس قلبی–عروقی دارد (۶). مطالعات متعدد اکوکاردیوگرافی روی قلب ورزشکاران و غیر ورزشکاران انجام شده که نشان می‌دهد فعالیتهای ورزشی 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 به ویژه بطن چپ افزایش می‌یابد (۱، ۷–۹). همچنین، ورزشکاران استقامتی معمولاً حجم پرشدگی دیاستولی، قطر، توده بطن چپ بزرگتر، گنجایش بطنی بیشتر و انقباض میوکارد قویتری دارند که در محدوده قانون فرانک– استارلینگ[2] تفسیر می‌شود (۱۰). اما در ورزشهای مقاومتی که افزایش فشار با حداقل یا بدون تحرک، اساس تمرینات را تشکیل می‌دهد، موجب افزایش مقاومت عروق محیطی و فشار خون نسبت به ورزشهای استقامتی می‌شود که به افزایش اضافه بار فشاری بر قلب می‌انجامد و در طولانی مدت موجب هایپرتروفی درونگرای بطن چپ می‌شود. بر اثر این نوع سازگاری ساختاری، دیواره بین بطنی و دیواره خلفی بطن چپ ضخیمتر می‌شود اما حفره بطن تغییری نمی‌کند (۸، ۱۰، ۱۱). با این حال تحقیقات ضد و نقیض گذشته، تغییراتی در ساختار و عملکرد بطن چپ نشان می‌دهند (۱۲–۱۶). برخی تحقیقات نشان می‌دهند که تمرینات قدرتی کوتاه‌مدت، متوسط و بلندمدت نمی‌تواند با تغییر ضخامت دیواره بطن چپ، قطر پایان دیاستولی بطن چپ و توده بطن چپ ارتباط داشته باشد. گزارشها نشان می‌دهند که تمرینات مقاومتی باعث افزایش ضخامت دیواره بطن چپ می‌گردد (۱۷–۲۰). اما در تحقیقات دیگر ضخامت دیواره خلفی و جداری قلب آزمودنیهای تمرین‌کرده استقامتی، بیشتر از آزمودنیهای تمرین-کرده مقاومتی گزارش شده‌است (۲۱). برخی تحقیقات هم تفاوت معنی‌داری در گروه تمرین‌کرده مقاومتی در مقایسه با گروه کنترل نشان نمی‌دهند (۱۹). تمرین همزمان استقامتی و مقاومتی، به عنوان تلاشی برای بالابردن عملکرد در فعالیت‌های ورزشی خاص و توانبخشی بیماریهای قلبی–عروقی توصیه شده‌است (۲۲). تمرین همزمان استقامتی–مقاومتی منتج به سازگاریهای متعددی می‌شود که با نتایج در تمرینات استقامتی و مقاومتی به تنهایی تفاوت دارند (۱۱). با در نظر گرفتن اینکه تمرینات استقامتی، مقاومتی و همزمان از محورهای مشترک کلیه رشته‌های ورزشی محسوب می‌شوند، مطالعه روی اثر هر یک به طور مستقل یا همزمان آنها از اهمیت زیادی برخوردار است (۲۳). تمرینات استقامتی و مقاومتی در افراد تمرین‌نکرده باعث افزایش حجم خون و در نتیجه افزایش حجم پایان دیاستولی و افزایش متناسب ضخامت دیواره‌های بطن چپ می‌گردد که به طور ثانویه باعث افزایش حجم ضربه‌ای می‌شود (۲۴). در ضمن تغییرات ساختاری و عملکردی قلب ناشی از ورزش در میان مردان و زنان متفاوت است که این امر ممکن

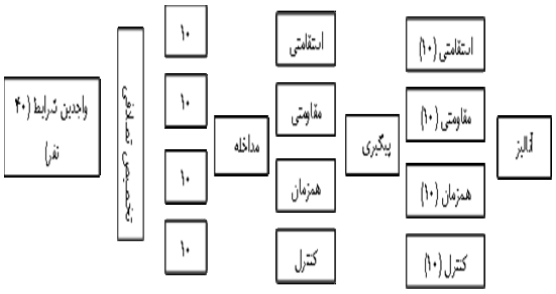
[1] $T=(P\times R)/M$

[2] Frank Starling

است به دلیل ظرفیت کمتر حمل اکسیژن در زنان به علت هموگلوبین پایینتر و یا تفاوتهای متابولیسم بین دو جنس ناشی از درصد چربی بالاتر در بدن زنان و یا تأثیر هورمونهای جنسی باشد (۲۵). با این حال، اگرچه ویژگیهای تغییر ساختار قلب در مردان ورزشکار، در رشته‌های مختلف مورد مطالعه قرار گرفته-است، داده‌های کمی در مورد قلب ورزشکاران در زنان وجود دارد. با توجه به تناقضها در زمینه تأثیر تمرین استقامتی، مقاومتی و همزمان (همزمان مقاومتی و استقامتی) و مطالعات محدودی که روی قلب زنان به ویژه زنان میانسال انجام گرفته، مطالعه حاضر به دنبال پاسخ به این پرسش است که آیا این نوع تمرین استقامتی و مقاومتی و همزمان روی ساختار قلب زنان میانسال تأثیر می‌گذارد یا خیر.

روش کار

پس از اطلاع‌رسانی، نمونه‌ها براساس معیارهای ورود انتخاب و به روش تخصیص تصادفی‌سازی بلوکی در چهار گروه مساوی تمرین استقامتی، تمرین مقاومتی، تمرین همزمان استقامتی- مقاومتی و گروه کنترل قرار گرفتند. با در نظر گرفتن خطای نوع اول ۵ ٪، توان آزمون ۸۰ ٪، اندازه اثر ۰/۵ و همبستگی ۰/۲ و با استفاده از فرمول حجم نمونه در مطالعات با اندازه‌های تکراری، حجم نمونه برای هر گروه ۱۰ نفر به دست آمد. به دلیل کوتاه‌بودن برنامه، پیگیریهای شخصی و همکاری آزمودنیها، ریزشی در حجم نمونه وجود نداشت و در پایان حجم نمونه برای آنالیز برابر ۴۰ نفر بود.



معیار ورود به مطالعه سلامت قلب و عروق و نداشتن بیماری بود. ملاک اولیه ارزیابی سلامت کامل قلب و عروقی، اطلاعات بدست‌آمده از پرسشنامه محقق ساخته بود. در مرحله بعدی نوار قلبی که در پیش آزمون گرفته شده بود، برای اطمینان از سلامتی آزمودنیها، توسط پزشک متخصص بررسی شد. ابتدا آزمودنیها پرسشنامه اطلاعات پزشکی ورزشی و فرم رضایت‌نامه را تکمیل کردند و وارد مطالعه شدند. ملاکهای خروج از مطالعه نیز شامل غیبت بیش از ۲ جلسه یا مبتلا شدن به بیماری خاص یا هر گونه مداخله درمانی مؤثر بر نتایج آزمایشگاهی بود. قبل از اجرای پروتکل، از آزمودنیها، ویژگیهای توصیفی (قد، وزن، درصد چربی بدن، BMI و BSA) و اکوکاردیوگرافی به عمل آمد (جدول ۱).

جدول ۱. ویژگیهای توصیفی آزمودنیها

ردیف	گروه	تعداد	سن (سال)	قد (سانتیمتر)	وزن (کیلوگرم)	درصدچربی بدن(درصد)	BMI (مترمربع/کیلوگرم)	BSA (متر مربع)
۱	استقامتی	۱۰	۴۲/۹±۱/۴۴	۱۵۸/۴۳±۶/۰۲	۷۲/۵±۱۱	۳۳/۶۱±۴/۵۱	۲۸/۹۸±۵	۱/۷۴±۰/۱۲
۲	مقاومتی	۱۰	۴۵±۴/۷۱	۱۵۷/۳۸±۵/۰۲	۷۰/۷۳±۱۱/۰۸	۳۳/۴۶±۴/۰۹	۲۸/۶۴±۴/۹۹	۱/۷۱±۰/۱۱
۳	همزمان	۱۰	۴۵±۲/۷۴	۱۶۰/۱۲±۵/۱۳	۷۸/۵۴±۱۲/۳۱	۳۵/۴۱±۳/۱۷	۳۰/۵۲±۳/۸۲	۱/۸۱±۰/۱۵
۴	کنترل	۱۰	۴۴/۹±۲/۴۲	۱۵۶/۴۲±۳/۹	۷۲/۲۱±۹/۴۴	۳۴/۰۶±۲/۸۴	۲۹/۵۴±۴/۰۹	۱/۷۲±۰/۱۰

برنامه‌های تمرینی

برنامه تمرین استقامتی فزآینده به مدت هشت هفته و سه جلسه در هفته جلسه انجام شد. تمرین استقامتی شامل دویدن با شدت ۶۵٪ و ضربان قلب ذخیره روی تردمیل برای ۱۶ دقیقه در طول هفته اول که به ۸۰٪ ضربان قلب ذخیره برای ۳۰ دقیقه در هفته هشتم رسید. ضربان قلب در هنگام تمرین از طریق فرمول کارونن بر اساس نسبتی از ضربان قلب ذخیره تعیین و تنظیم شد (۲۶). ضربان قلب هدف= ضربان قلب استراحت+ [(درصد شدت مورد نظر) × (حداکثر ضربان قلب) − (ضربان قلب استراحت)]. حداکثر ضربان قلب بر اساس فرمول زیر محاسبه شد: سن × ۰/۷ − ۲۰۸=حداکثر ضربان قلب (۲۷).

ضربان قلب آزمودنیها به هنگام دویدن روی نوارگردان با استفاده از دستگاه ضربان سنج Beurer pm62 کنترل شد و برای حفظ شدت تمرین در محدوده تعیین شده، سرعت نوارگردان به طور پیوسته تنظیم گردید. برنامه تمرین مقاومتی فزآینده به مدت هشت هفته و سه جلسه در هفته اجرا شد. تمرین مقاومتی شامل پرس پا، پرس سینه، خم کردن زانو، لت از پشت، پشت بازو، باز کردن زانو و جلو بازو و نشر از جانب بود. در طول هفته اول، تمرینها با ۶۵ ٪ یک تکرار بیشینه در چهار ست با ۱۰ تکرار و دوره ریکاوری یک تا دو دقیقه انجام می‌گرفت. شدت تمرین تا ۸۰ ٪ یک تکرار بیشینه و ۶ تکرار در هفته هشتم رسید. در پایان چهار هفته اول، یک تکرار بیشینه دوباره اندازه گیری شد و برنامه تمرینی برای هفته‌های بعدی بر اساس یک تکرار بیشینه جدید طراحی شد. قبل از اجرای پروتکل تحقیق، یک تکرار بیشینه برای آزمودنیها با استفاده از فرمول برزیسکی[3] محاسبه شد (۲۸).

(تکرار× ۰/۰۲۷۸)− ۱/۰۲۷۸)/ مقدار وزنه =یک تکرار تمرین

هر آزمودنی با توجه به برآورد قدرت بیشینه آنان انتخاب شد و حرکت را تا حد واماندگی اجرا کردند. تعداد هر حرکت حد اکثر ۱۰ تکرار درنظر گرفته شد. تمرین برای گروه همزمان استقامتی–مقاومتی شامل اجرای نیمی از هر دو تمرین استقامتی و مقاومتی همزمان در هر جلسه در نظر گرفته‌شد. برای اینکه حجم کار با گروه‌های استقامتی و مقاومتی به تنهایی برابر باشد، مدت زمان دویدن در تمرین استقامتی نصف مدت زمان دویدن در گروه استقامتی به تنهایی و تعداد ستها در تمرین مقاومتی نصف مقدار ستها در گروه مقاومتی به تنهایی در نظر گرفته شد. تمرین مقاومتی قبل از تمرین استقامتی برای جلوگیری از خستگی زودهنگام ناشی از تمرین استقامتی انجام شد. تمرین استقامتی ۱۵ تا ۲۰ دقیقه پس از پایان تمرین مقاومتی اجرا شد. آزمودنیها قبل از شروع برنامه تمرین اصلی، ده دقیقه به گرم کردن (نرم دویدن و حرکات کششی) پرداختند و پس از تمرین نیز مرحله پنج دقیقه سرد کردن (حرکات کششی) را در برنامه خود قرار دادند. همسان کردن حجم تمرین در گروه‌های تمرینی با برابری زمان کل انجام تمرین در هشت هفته انجام شد. پروتکل تمرینات در این پژوهش از پروتکل تمرین پژوهشی اقتباس شده است (۲۹). همچنین با توجه به سن و جنس و نوع تمرین آزمودنیها از مطالعه راهنما استفاده شد.

اندازه‌گیری متغیرهای ساختاری قلب

متغیرهای ساختاری و عملکردی قلب، پیش و پس از تمرین با استفاده از اکوکاردیوگرافی استراحت با روش تک بعدی و دو بعدی اندازه‌گیری شد. این اندازه‌گیریها توسط پزشک متخصص قلب و عروق با استفاده از دستگاه اکوکاردیوگراف SAMSUNG EKO7 انجام گرفت. هر آزمودنی به پهلوی چپ دراز می‌کشید و پس از انتخاب مناسبترین تصویر از حفره‌های قلب در وضعیت استراحت در دوره‌های دیاستولی و سیستولی قطر پایان دیاستولی، قطر پایان سیستولی، ضخامت سپتوم بین بطنی و ضخامت دیواره خلفی بطن چپ اندازه‌گیری شد. با استفاده از روش دو بعدی توده بطن چپ اندازه‌گیری شد. پیش از اکوکاردیوگرافی، متغیرهای قد، وزن و درصد چربی از طریق اندازه گیری چربی زیرپوستی سه نقطه سه سر بازو، فوق خاصره و ران با استفاده از فرمول جکسون و پولاک (۱۹۸۰) برآورد شد (۳۰). تفاوت معنی‌داری در متغیرهای وزن، سطح رویه بدن و شاخص توده بدن در چهار گروه در پیش آزمون مشاهده نشد که نشانه همگن بودن آزمودنی‌ها در گروه‌ها بود.

تجزیه و تحلیل آماری

از آمار توصیفی برای محاسبهٔ میانگینها، انحراف معیارها و درصد تغییرات میانگینها استفاده شد. نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو–ویلک[4] در سطح معنی‌داری $p < ۰/۰۵$ بررسی شد. به منظور بررسی همسان بودن واریانس گروه‌های مختلف از آزمون لون[5] استفاده شد. در این مطالعه قبل و بعد برای بررسی فرضیات از آنالیز تغییر و t وابسته استفاده شد. با استفاده از این روش اثر تفاوتهای بین دو گروه

[3] Brzycki

[4] Shapiro–Wilk test

[5] Levene's test

قبل از مداخله تعدیل می‌شود و علاوه بر آن ساده تفسیر است. قبل از انجام آنالیز تغییر بررسی پیش شرط زیر الزامی است:

$$\rho_{Before,After} > \frac{1}{2} \times \frac{\sigma_{After}}{\sigma_{Before}}$$

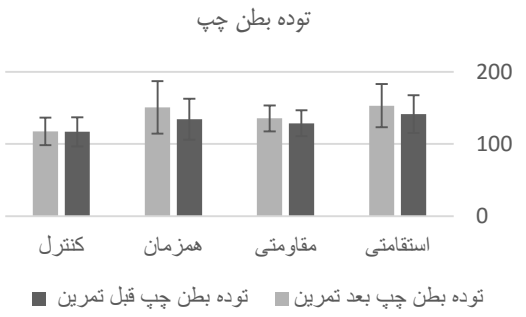
که در آن $\rho_{Before.After}$ عبارتست از ضریب همبستگی پیرسون بین مقادیر قبل (در نمونه ادغامی متشکل از چهار گروه) و مقادیر بعد (در نمونه ادغامی متشکل از چهار گروه) ، σ_{After} برآورد انحراف معیار مقادیر قبل (در نمونه ادغامی متشکل از چهار گروه) و σ_{Befor} برآورد انحراف معیار مقادیر بعد (در نمونه ادغامی متشکل از چهار گروه) می‌باشد.

نتایج

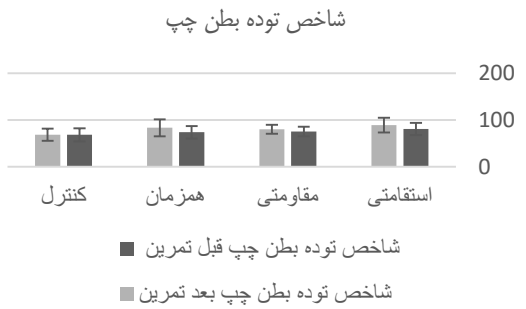
در جدول ۲ تغییر ارزشهای مطلق و نسبی ویژگیهای ساختاری قلب آزمودنیها قبل و بعد از برنامه تمرین شامل قطر پایان دیاستولی، قطر پایان سیستولی، ضخامت دیواره سپتوم بطن، ضخامت دیواره خلفی بطن چپ و توده بطن چپ در گروه‌های مختلف ارائه شده است. ارزشهای نسبی بر اساس سطح رویه بدن BSA محاسبه شده است.

بر اساس نتایج آنالیز تغییر، تنها تغییرات توده بطن چپ و شاخص توده بطن چپ در چهار گروه استقامتی، مقاومتی، همزمان و کنترل متفاوت بود (Overall Effect Size=۲ و p<۰/۰۵). در مقایسه بین گروهی تغییرات توده بطن چپ و شاخص توده بطن چپ گروه استقامتی و همزمان تفاوت معنی داری با گروه کنترل نشان داد (p<۰/۰۵). همچنین بر اساس آزمون t وابسته توده بطن چپ و شاخص توده بطن چپ در گروه‌های تمرین استقامتی و همزمان افزایش معنی‌داری نسبت به قبل از تمرین نشان داد (p<۰/۰۵) (نمودار ۱و ۲).

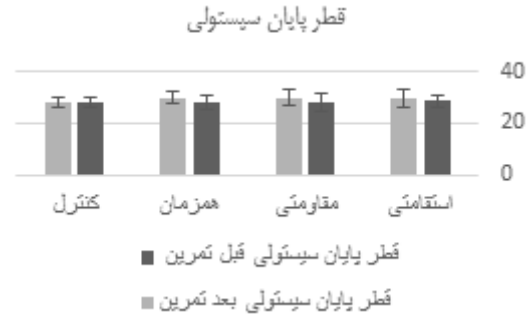
در تغییرات متغیرهای قطر پایان سیستولی و قطر پایان دیاستولی بین گروه‌های چهارگانه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (p>۰/۰۵). بر اساس نتایج آزمون t وابسته قطر پایان سیستولی و شاخص قطر پایان سیستولی گروه تمرین همزمان پس از فعالیت افزایش معنی‌داری یافت (p<۰/۰۵). قطر پایان دیاستولی و شاخص قطر پایان دیاستولی پس از فعالیت در گروه استقامتی و همزمان پس از فعالیت تفاوت معنی‌داری نشان داد. (p<۰/۰۵) (نمودار ۳ و۴).



نمودار ۱. مقایسه میانگین‌های توده بطن چپ، قبل و بعد از اجرای برنامه های تمرینی



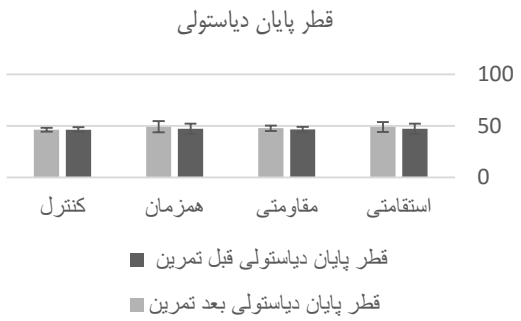
نمودار ۲. مقایسه میانگین‌های شاخص توده بطن چپ، قبل و بعد از اجرای برنامه های تمرینی



نمودار ۳. مقایسه میانگین‌های قطر پایان سیستولی، قبل و بعد از اجرای برنامه‌های تمرینی

جدول ۲. نتایج آنالیز تغییر t وابسته برای بررسی تأثیر مداخله بر ارزشهای مطلق و نسبی اکوکاردیوگرافی

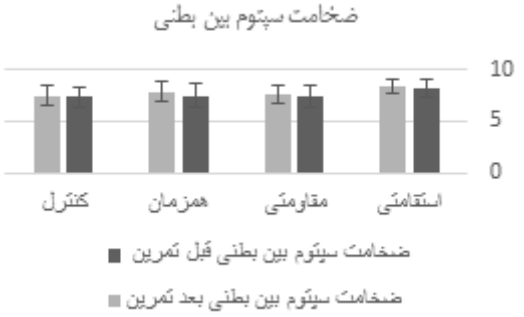
متغیر	زمان	گروه				P-Value
		استقامتی	مقاومتی	همزمان	کنترل	
قطر پایان سیستولی	قبل از مداخله	۲۸/۵۴±۲/۲۱	۲۷/۸۰±۳/۳۰	۲۷/۷۹±۲/۶۹	۲۷/۹۵±۲/۲۱	۰/۴۱۳
	بعد از مداخله	۲۹/۴۴±۳/۲۲	۲۹/۷۴±۳/۲۲	۲۹/۸۵±۲/۰۳	۲۸/۱۳±۲/۱۱	
	p paired	۰/۴۴۴	۰/۱۱۶	۰/۰۳۸*	۰/۳۴۳	
شاخص قطر پایان سیستولی	قبل از مداخله	۱۶/۴۶±۱/۶۴	۱۶/۲۷±۲/۰۱	۱۵/۴۴±۲/۳۰	۱۶/۲۸±۱/۸۳	۰/۳۲۴
	بعد از مداخله	۱۷/۲۳±۲/۳۴	۱۷/۵۶±۱/۴۶	۱۶/۶۷±۱/۵۱	۱۶/۳۷±۱/۷۹	
	p paired	۰/۲۵۰	۰/۰۶۵	۰/۰۳۴*	۰/۴۳۲	
قطر پایان دیاستولی	قبل از مداخله	۴۶/۷۵±۴/۹۲	۴۶/۵۳±۲/۶۵	۴۷/۳۳±۴/۹۲	۴۶/۳۲±۲/۲۳	۰/۱۹۹
	بعد از مداخله	۴۹±۴/۸۴	۴۷/۷۴±۲/۶۶	۴۹/۱۹±۵/۳۹	۴۶/۳۲±۱/۸۷	
	p paired	۰/۰۰۹*	۰/۳۰۲	۰/۰۴۹*	۱/۰۰۰	
شاخص قطر پایان دیاستولی	قبل از مداخله	۲۶/۹۳±۳/۰۰	۲۷/۱۷±۰/۷۹	۲۶/۱۳±۲/۴۵	۲۶/۹۶±۲/۰۸	۰/۰۶۱
	بعد از مداخله	۲۸/۶۲±۳/۱۵	۲۸/۲۸±۲/۱۶	۲۷/۳۸±۲/۴۰	۲۶/۹۴±۱/۸۹	
	p paired	۰/۰۰۱*	۰/۱۵۲	۰/۰۱۴*	۰/۸۰۵	
ضخامت سپتوم بین بطنی	قبل از مداخله	۸/۲۲±۰/۸۹	۷/۳۶±۱/۰۷	۷/۴۶±۱/۲۲	۷/۳۴±۰/۹۹	۰/۷۱۷
	بعد از مداخله	۸/۳۳±۰/۷۱	۷/۵۳±۰/۸۳	۷/۸۶±۰/۹۶	۷/۴۰±۰/۹۷	
	p paired	۰/۶۱۲	۰/۶۰۵	۰/۱۱۱	۰/۳۴۳	
شاخص ضخامت سپتوم بین بطنی	قبل از مداخله	۲/۴۸±۰/۵۰	۲/۵۵±۰/۶۷	۲/۳۲±۰/۶۱	۲/۵۱±۰/۵۷	۰/۵۳۴
	بعد از مداخله	۲/۵۱±۰/۴۶	۲/۶۴±۰/۳۸	۲/۴۸±۰/۵۷	۲/۵۳±۰/۵۷	
	p paired	۰/۳۱۳	۰/۴۸۴	۰/۰۴۴*	۰/۴۳۲	
ضخامت دیواره خلفی	قبل از مداخله	۸/۰۶±۰/۹۶	۷/۹۹±۱/۱۴	۷/۹۳±۰/۸۳	۷/۱۶±۰/۶۴	۰/۹۰۳
	بعد از مداخله	۸/۲۳±۰/۷۱	۷/۹۰±۰/۶۳	۸/۰۴±۱/۱۶	۷/۳۱±۰/۴۶	
	p paired	۰/۲۴۸	۰/۸۲۰	۰/۷۵۲	۰/۳۲۰	
شاخص ضخامت دیواره خلفی	قبل از مداخله	۴/۶۴±۰/۶۱	۴/۷۰±۰/۸۹	۴/۳۸±۰/۳۷	۴/۱۶±۰/۴۵	۰/۹۰۹
	بعد از مداخله	۴/۸۰±۰/۴۵	۴/۶۹±۰/۵۳	۴/۴۸±۰/۶۱	۴/۲۴±۰/۲۸	
	p paired	۰/۱۱۸	۰/۹۶۶	۰/۶۲۸	۰/۳۷۳	
توده بطن چپ	قبل از مداخله	۱۴۱/۴۰±۲۶/۱۴	۱۲۸/۷۰±۱۸/۰۷	۱۳۴/۴۰±۲۸/۴۰	۱۱۶/۸۰±۲۰/۱۱	۰/۰۱۱*
	بعد از مداخله	۱۵۳/۱۰±۲۹/۸۰	۱۳۵/۴۰±۱۷/۹۶	۱۵۰/۸۰±۳۶/۴۳	۱۱۷/۳۰±۱۹/۱۵	
	p paired	<۰/۰۰۱*	۰/۱۳۳	۰/۰۰۵*	۰/۷۹۹	
شاخص توده بطن چپ	قبل از مداخله	۸۱/۰۹±۱۳/۰۹	۷۵/۲۲±۱۰/۴۷	۷۳/۷۹±۱۳/۳۸	۶۸/۲۴±۱۴/۱۸	۰/۰۰۴*
	بعد از مداخله	۸۹/۰۱±۱۵/۶۲	۸۰/۰۲±۹/۷۴	۸۳/۵۵±۱۸/۲۱	۶۸/۳۹±۱۳/۰۱	
	p paired	<۰/۰۰۱*	۰/۰۶۲	۰/۰۰۳*	۰/۹۰۰	



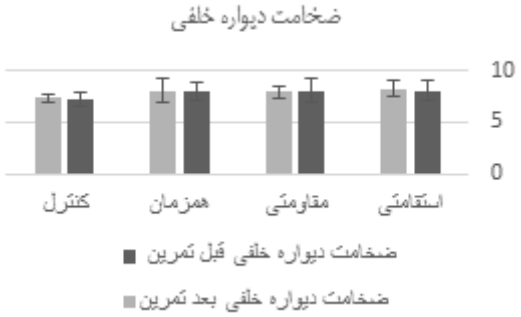
نمودار ۴. مقایسه میانگین‌های قطر پایان دیاستولی، قبل و بعد از اجرای برنامه های تمرینی

همچنین در تغییرات ضخامت سپتوم بین بطنی بین گروه‌های چهارگانه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (p>۰/۰۵). همچنین بر طبق نتایج آزمون t وابسته نیز تنها شاخص ضخامت سپتوم بین بطنی در گروه همزمان پس از فعالیت افزایش معنی‌داری نشان داد (p<۰/۰۵) (نمودار ۵).

نتایج حاصل از مقایسه اندازه گیری ضخامت دیواره خلفی، نشان داد میانگین حاصل از اندازه گیری این متغییر در بین تمامی گروه‌های مورد آزمایش در دوره قبل از اجرای برنامه‌های تمرینی با دوره بعد تفاوت معنی داری ندارد (p>۰/۰۵) (نمودار ۶).



نمودار ۵. مقایسه میانگین‌های ضخامت سپتوم بین بطنی، قبل و بعد از اجرای برنامه‌های تمرینی



نمودار ۶. مقایسه میانگین های ضخامت دیواره خلفی، قبل و بعد از اجرای برنامه های تمرینی

بحث

سازگاری فیزیولوژی به تمرین ورزشی شامل شبکه پیچیده‌ای از مکانیسمهای ساختاری، عصبی–هورمونی، اتونومیک، متابولیکی و تنظیم‌کننده است که برون‌ده قلب را افزایش می‌دهند (۲۴). از زمان اولین گزارشها توسط Morganroth و همکاران (۱۴)، چندین مطالعه ارتباط مستقیم بین تمرین ورزشی و تغییر ساختار قلبی نشان دادند (۲۵، ۲۶).

اگرچه فرضیه Morganroth و همکاران به طور گسترده‌ای پذیرفته شده، اما اعتبار آن توسط برخی نویسندگان مورد سؤال قرار گرفته است (۲۷). در تحقیق حاضر قطر پایان سیستولی و شاخص قطر پایان سیستولی در گروه همزمان تمرین استقامتی و مقاومتی پس از هشت هفته تمرین نسبت به قبل از تمرین افزایش معنی‌داری نشان داد. در مطالعات دیگر در زمینه اثر تمرین بر قطر پایان سیستولی، Lee و همکاران به نتایج مشابهی دست یافتند (۲۸). در مقابل این یافته‌ها Gaeini و همکاران و Mantziari و همکاران تغییر معنی داری را مشاهده نکردند (۲۹، ۳۰). همچنین به نظر می‌رسد در گروه تمرین مقاومتی و تمرین استقامتی به تنهایی تغییرات ساختاری دیواره‌های قلب آزمودنیها به اندازه‌ای نبوده که میزان خروج خون در سیستول را افزایش دهد و بر قطر پایان سیستولی بطن چپ اثر بگذارد. قطر پایان دیاستولی و شاخص قطر پایان دیاستولی در گروه استقامتی و همزمان استقامتی و مقاومتی نسبت به قبل تمرین افزایش معنی‌داری نشان داد. اما در گروه مقاومتی این افزایش معنی‌دار نبود. ورزشکاران در تمرین استقامتی با اضافه بار حجمی رو به رو هستند که موجب افزایش میزان پرشدگی دیاستولی اولیه در زمان استراحت و در

حین تمرین می‌شود. افزایش قطر پایان سیستولی و قطر پایان دیاستولی در گروه تمرین همزمان استقامتی و مقاومتی احتمال دارد به دلیل اجرای همزمان تمرین استقامتی و مقاومتی در هر جلسه تمرین باشد که به موجب آن دستگاه قلبی علاوه بر تحمل اضافه بار حجمی با اضافه بار فشاری نیز مواجه می‌شود. شاید دلیل دیگر افزایش قطر پایان دیاستولی در گروه استقامتی و همزمان و قطر پایان سیستولی در گروه همزمان ناشی از آن باشد که حفره‌های بطنی به دلیل عدم افزایش ضخامت دیواره‌های قلبی بزرگتر شده‌اند. Egelund و همکاران افزایش معنی‌داری در قطر پایان دیاستولی مشاهده کردند (۳۱)، در حالیکه Gaeini و همکاران و Mantziari و همکاران تفاوت معنی‌داری در قطر پایان دیاستولی گزارش نکردند (۲۹، ۳۰). همچنین حسینی افزایش غیر معنی‌داری را به دنبال تمرین با وزنه مشاهده‌کرد (۳۲). Haykowsky و همکاران دریافتندکه قطر پایان دیاستولی بطن چپ پس از تمرینات مقاومتی تغییر نکرد (۱۲) که با تحقیق حاضر همسو است. حسینی و همکاران افزایش معنی‌دار توده و شاخص توده بطن چپ را فقط در گروه ترکیبی مشاهده کردند (۹). Lee و همکاران و Venckunas و همکاران افزایش توده بطن چپ را در گروه های تمرین استقامتی مشاهده کردند (۲۸، ۳۳). در مقابل غرایاق زندی و همکاران و De Souza و همکاران افزایش توده بطن چپ را پس از تمرینات مقاومتی نشان‌دادند (۳۴، ۳۵). افزایش توده بطن چپ در نتیجه افزایش ضخامت دیواره بطن یا اندازه حفره بطن می‌باشد. با توجه به اینکه تغییرات در ضخامت دیواره‌های قلب از ویژگیهای برجسته تمرینات قدرتی صرف می‌باشد، از این رو به نظر می‌رسد اضافه بار فشاری در این دوره‌های تمرینی به حدی نبوده که باعث تغییر ضخامت دیواره‌های قلب در زنان میانسال شود و برای این تغییرات به فشار و حجم تمرینی بالاتری نیاز است. همچنین نتایج متناقض مشاهده شده در مطالعات می‌تواند به دلیل تفاوت در شدت و مدت تمرینات، نژاد، سن، جنسیت و سابقه آزمودنیها باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر بیانگر این مسئله است که یک دوره کوتاه مدت تمرین همزمان استقامتی و مقاومتی نسبت به تمرین استقامتی و تمرین مقاومتی به تنهایی و تمرین استقامتی نسبت به تمرین مقاومتی باعث ایجاد تغییرات در ویژگیهای ساختاری بیشتری در عضله قلب زنان میانسال می‌شود. در این تحقیق، در متغیرهای قطر پایان سیستولی، شاخص قطر پایان سیستولی، قطر پایان دیاستولی، شاخص قطر پایان دیاستولی، شاخص سپتوم بطنی، توده بطن چپ و سپتوم بطن چپ در گروه همزمان و قطر پایان دیاستولی، شاخص قطر پایان دیاستولی، توده بطن چپ و سپتوم بطن چپ در تمرین استقامتی پس از فعالیت افزایش معنی‌داری مشاهده شد. همچنین توده بطن چپ و شاخص توده بطن چپ در گروه استقامتی و همزمان نسبت به گروه کنترل افزایش معنی‌داری نشان داد. این تغییرات علاوه بر اینکه باعث ایجاد نارسایی در عملکرد کلی قلب نمی شود، موجب بهبود عملکرد قلب نیز می‌شود. می‌توان انجام این نوع تمرینات را به زنان میانسال سالم توصیه کرد تا با انجام هر دو تمرین استقامتی و مقاومتی از مزایای هر دو نوع تمرین بهره‌مند شوند و همچنین باعث بالاتر رفتن کیفیت زندگی آنها در دوره پس از یائسگی شود.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل رساله دکتری با شماره IR.IAU.SRB.REC.1397.104 در دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران می باشد که بدینوسیله از معاونت محترم تحقیقات و فناوری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران می باشد.

تعارض منافع

نویسندگان این مطالعه هیچ‌گونه تعارض منافعی نداشتند..

References

1. Maron BJ. Structural features of the athlete heart as defined by echocardiography. Journal of the American College of Cardiology. 1986; 7(1):190-203.
2. Morganroth J, Maron BJ. The athlete's heart syndrome: a new perspective. Annals of the New York Academy of Sciences. 1977;301(1):931-41.
3. Dores H, Freitas A, Malhotra A, Mendes M, Sharma S. The hearts of competitive athletes: an up-to-date overview of exercise-induced cardiac adaptations. Revista Portuguesa de Cardiologia. 2015;34(1):51-64.
4. Sessions AO, Engler AJ. Mechanical regulation of cardiac aging in model systems. Circulation Research. 2016;118(10):1553-62.
5. Ziaei S, Vakilinia T, Faghihzadeh S. A Comparative study of the effects of tibolon and hormone replacement therapy (HRT) on the predictive markers of cardiovascular disease in post-menopausal patients. Daneshvar Medicine. 2009; 16(82): 21-26. (in Persian)
6. Pavlik G, Olexo Z, Osvath P, Sido Z, Frenkl R. Echocardiographic characteristics of male athletes of different age. British Journal of Sports Medicine. 2001;35(2):95-9.
7. MacFarlane N, Northridge DB, Wright AR, Grant S, Dargie HJ. A comparative study of left ventricular structure and function in elite athletes. British Journal of Sports Medicine. 1991;25(1):45-8.
8. Andrea A, Caso P, Severino S, Galderisi M, Sarubbi B, Limongelli G, et al. Effects of different training protocols on left ventricular myocardial function in competitive athletes: a Doppler tissue imaging study. Italian Heart Journal. 2002;3(1):34-40.
9. Hosseini M, Piri M, Agha-Alinejad H. The effect of endurance, resistance and concurrent training on the heart structure of female students. Olympic. 2008;4(44):29- 38. (in Persian)
10. Rodrigues AC, de Melo Costa J, Alves GB, da Silva DF, Picard MH, Andrade JL, et al. Left ventricular function after exercise training in young men. The American Journal of Cardiology. 2006;97(7):1089-92.
11. Arrese AL, Carretero MG, Blasco IL. Adaptation of left ventricular morphology to long term training in sprint and endurance trained elite runners. European Journal of Applied Physiology. 2006;96(6):740-6.
12. Haykowsky MJ, Quinney HA, Gillis R, Thompson CR. Left ventricular morphology in junior and master resistance trained athletes. Medicine and Science in Sports and Exercise. 2000;32(2):349-52.
13. Pelliccia A, Spataro A, Caselli G, Maron BJ. Absence of left ventricular wall thickening in athletes engaged in intense power training. The American Journal of Cardiology. 1993;72(14): 1048-54.
14. Morganroth J, Maron BJ, Henry WL, Epstein SE. Comparative left ventricular dimensions in trained athletes. Annals of Internal Medicine. 1975;82(4):521-4.
15. Bell GJ, Syrotuik D, Martin TP, Burnham R, Quinney HA. Effect of concurrent strength and endurance training on skeletal muscle properties and hormone concentrations in humans. European Journal of Applied Physiology. 2000;81(5):418-27.
16. Barari A, Nikbakht H. effect of different type of training on left ventricular structure and functional characteristics of the heart. Journal of Human Movement Sciences. 2008;1(2):23-31. (in Persian)
17. George KP, Gates PE, Whyte G, Fenoglio RA, Lea R. Echocardiographic examination of cardiac structure and function in elite cross trained male and female Alpine skiers. British Journal of Sports Medicine. 1999; 33(2): 93-8.
18. Yazdankhah S, Majidi S, Adel SMH, Nikjoofar T, Hamid K, Kardoni A. Comparison of the exercise training on the echocardiographic finding between elite female and male professional athletes. Jundishapur Scientific Medical Journal. 2016;14(6): 613-621. (in Persian)
19. Goldberg L, Elliot DL, Kuehl KS. Assessment of exercise intensity formulas by use of ventilatory threshold. Chest. 1988;94(1):95-8.
20. Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. Age-predicted maximal heart rate revisited. Journal of the American College of Cardiology. 2001;37(1): 153-6.
21. Brzycki M. A Practical Approach to Strength Training. Indianapolis: Masters Press, 1995.
22. Ghahremanlo E, Agha-Alinejad H, Gharakhanlou R. Comparison of the effects of three types of strength, endurance, and parallel

training (strength and endurance combination) on bioenergetic properties, maximum power, and body composition of untrained men. Olympic. 2008; 4(40): 45- 57. (in Persian)
23. Jackson AS, Pollock ML, Ward AN. Generalized equations for predicting body density of women. Medicine and Science in Sports and Exercise. 1980; 12(3): 175-81.
24. Gielen S, Schuler G, Adams V. Cardiovascular effects of exercise training: molecular mechanisms. Circulation. 2010; 122(12): 1221-38.
25. Abergel E, Chatellier G, Hagege AA, Oblak A, Linhart A, Ducardonnet A, et al. Serial left ventricular adaptations in world-class professional cyclists: implications for disease screening and follow-up. Journal of the American College of Cardiology. 2004; 44(1): 144-9.
26. Pelliccia A, Culasso F, Di Paolo FM, Maron BJ. Physiologic left ventricular cavity dilatation in elite athletes. Annals of Internal Medicine. 1999; 130(1): 23-31.
27. Naylor LH, George K, O'Driscoll G, Green DJ. The athlete's heart. Sports Medicine. 2008; 38(1): 69-90.
28. Lee BA, Oh DJ. The effects of long-term aerobic exercise on cardiac structure, stroke volume of the left ventricle, and cardiac output. Journal of Exercise Rehabilitation. 2016; 12(1): 37.
29.Gaeini A, Kazem F, Mehdiabadi J, Shafiei-Neek L. The effect of 8-week aerobic interval training and a detraining period on left ventricular structure and function in non-athlete healthy men. Zahedan Journal of Research in Medical Sciences. 2012; 13(9): 16-20. (in Persian)
30. Mantziari A, Vassilikos VP, Giannakoulas G, Karamitsos TD, Dakos G, Girasis C, et al. Left 7(9): 727-34.
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.
31. Egelund J, Jorgensen PG, Mandrup CM, Fritz-Hansen T, Stallknecht B, Bangsbo J, et al. Cardiac Adaptations to High-Intensity Aerobic. Training in Premenopausal and Recent Postmenopausal Women: The Copenhagen Women Study. Journal of the American Heart Association. 2017 ; 6(8): 469-73.
32. Hosseini M. The effect of weight training on some structural and functional characteristics of non-athlete women's heart. Sport Physiology. 2012; 12(1): 95- 104. (in Persian)
33. Venckunas T, Raugaliene R, Mazutaitiene B, Ramoskeviciute S. Endurance rather than sprint running training increases left ventricular wall thickness in female athletes. European Journal of Applied Physiology. 2008 ; 102(3): 307-11.
34. Zandi GH, Tayybi SM, Abdi H, Masoumi H. The effect of short-term resistance training on heart of nonathletic healthy male students by echocardiograph. International Organization of Scientific Research Journal of Humanities and Social Science. 2013; 9(5): 83-9.
35. De Souza MR, Pimenta L, Pithon-Curi TC, Bucci M, Fontinele RG, De Souza RR. Effects of aerobic training, resistance training, or combined resistance-aerobic training on the left ventricular myocardium in a rat model. Microscopy Research and Technique. 2014 ; 77(9): 727-34.

The effect of endurance, resistance and concurrent training on the structure of the heart of healthy middle-aged women

Received: 10 Nov 2019 Accepted: 12 Jan 2020

Fatemeh Khani[1], Hojatollah Nikbakht[*2], Farshad Ghazalian[3], Majid Barzegar[4]

1. PhD Student of Exercise Physiology, Department of Physical Education and Sport Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran 2.Associate Professor, Department of Physical Education and Sport Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran 3. Assistant Professor, Department of Physical Education and Sport Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran 4.Assistant Professor, Department of Cardiology, University of Jiroft Medical Sciences, Jiroft, Iran

Abstract

Introduction: Exercise plays an important role in promoting cardiovascular function. Also concurrent endurance and resistance training can have different effects on the heart. The purpose of this study was to investigate the effect of endurance, resistance and concurrent resistance and endurance training on the heart structure of healthy middle-aged women.

Materials and Methods: Forty healthy middle-aged women (mean age 44.62±3.45 years, height 157.75±4.87 cm and weight 73.27±10.64 kg) were randomly divided into four groups (10 people in each group): Control, Endurance, Strength and Concurrent. The training program was conducted in a period of eight weeks, three sessions per week. Endurance group were running on the treadmill incrementally. The resistance group performed eight exercises incrementally in each session. The concurrent group performed half of both endurance and resistance training in each session. Left ventricular end diastolic and systolic diameters, post-wall thickness, septum wall thickness and left ventricular mass were measured by m-mode and 2-D echocardiography.

Results: The end systolic diameter in the concurrent group and end diastolic diameter and left ventricular mass in endurance and concurrent groups were significantly increased compared to pre-training ($P\leq 0.05$). The left ventricular mass in the endurance and concurrent group was significantly different from that of the control group ($P\leq 0.05$).

Conclusion: It can be concluded that concurrent endurance and resistance training is effective in making some structural adaptations of the heart in middle-aged women.

Keywords: Endurance, Resistance, Concurrent, Training, Heart Structure, Middle-aged Women

***Corresponding Author:** Associate Professor, Department of Physical Education and Sport Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Email: hojnik1937@yahoo.com **Tel:** +989121067749 **Fax:** +982177754206