

## اثر تمرین مقاومتی کوتاه مدت بر ساختار بطن چپ دانشجویان مرد سالم غیرورزشکار با استفاده از اکوکاردیوگرافی

سید مصطفی طیبی ثانی<sup>۱</sup>، اصغر کیانزاده<sup>۲</sup>، حسن عبدی<sup>۳</sup>، حسن غرایق زندی<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکترای تربیت بدنی و علوم ورزشی گرایش مدیریت برنامه‌ریزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود

<sup>۲</sup> کارشناس ارشد تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود

<sup>۳</sup> عضو هیأت علمی گروه تربیت بدنی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود

<sup>۴</sup> دکترای روانشناسی ورزشی

نشانی نویسنده مسؤل: شاهرود، دانشگاه آزاد اسلامی، دکتر سید مصطفی طیبی ثانی

E-mail: dr\_m\_tayebi@yahoo.com

وصول: ۸۸/۹/۹، اصلاح: ۸۸/۱۰/۲۷، پذیرش: ۸۸/۱۱/۲۳

### چکیده

**زمینه و هدف:** تمرین مقاومتی به تمرین قدرتی یا تمرین با وزنه اطلاق می‌شود که در پاسخ به این نوع تمرین، عضله‌های اسکلتی و قلبی هر دو سازگاری پیدا می‌کنند. هدف پژوهش حاضر تعیین اثر تمرین مقاومتی کوتاه مدت بر ساختار بطن چپ دانشجویان مرد سالم غیرورزشکار با استفاده از اکوکاردیوگرافی می‌باشد.

**مواد و روش‌ها:** مطالعه حاضر از نوع نیمه‌تجربی می‌باشد که در آن ۳۰ آزمودنی داوطلب با دامنه سنی ۱۹ تا ۲۵ سال و میانگین  $21/8 \pm 1/62$  سال شرکت داشتند. آزمودنی‌ها به‌طور تصادفی در دو گروه ۱۵ نفری (گروه تمرین مقاومتی و گروه کنترل) قرار گرفتند. برنامه تمرین به مدت ۱۲ هفته ۳ جلسه در ۱۰ ایستگاه با شدت ۵۰ تا ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه (IMR) اجرا شد. متغیرها با اکوکاردیوگرافی یک و دو بعدی در استراحت اندازه‌گیری شدند. داده‌ها با استفاده از آزمون تی همبسته و تی مستقل تجزیه و تحلیل شدند.

**یافته‌ها:** تمرین به‌طور مطلق و نسبی باعث افزایش معنادار توده بطن چپ (LVM)، قطر پایان دیاستولی بطن چپ (LVEDd)، ضخامت دیواره بین بطنی در پایان دیاستول (EDIVT) ( $P=0/000$ ) و ضخامت دیواره خلفی بطن چپ در پایان دیاستول (LVPWd) در گروه تمرین شد ( $P=0/001, P=0/044$ ). قطر پایان سیستولی بطن چپ (LVESd) به‌طور مطلق ( $P=0/018$ ) و نسبی ( $P=0/001$ ) کاهش معناداری داشت. در مقایسه بین گروهی در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل افزایش معناداری به‌طور مطلق و نسبی در LVM، EDIVT و LVPWd مشاهده شد ( $P=0/001$ ) و LVEDd به‌طور مطلق افزایش معناداری داشت ( $P=0/002$ ).

**نتیجه‌گیری:** اصلاح برنامه تمرین مقاومتی می‌تواند موجب تغییرات ساختاری در بطن چپ افراد غیرورزشکار شود. (مجله دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی سبزوار، دوره ۱۶/شماره ۴ / صص ۱۸۰-۱۷۱).

**واژه‌های کلیدی:** تمرین مقاومتی؛ تمرین دایره‌ای با وزنه؛ قلب؛ بطن چپ.

## مقدمه

تمرین مقاومتی به تمرین قدرتی یا تمرین با وزنه اطلاق می‌شود که در پاسخ به این نوع تمرین در هر دو نوع عضله اسکلتی و قلبی سازگاری ایجاد می‌شود (۱). تمرین قدرتی موجب افزایش ساخت پر و تئین‌های انقباضی و هایپرتروفی (hypertrophy) عضلانی به‌ویژه در تارهای تند تنش (Fast Twitch) می‌شود که ممکن است به موازات کاهش در چگالی حجمی میتوکندری‌ها باشد (۲-۴). همچنین، تمرین قدرتی موجب افزایش قدرت عضلانی (۵,۶) افزایش توده بدون چربی و کاهش درصد چربی بدن می‌شود (۵,۷,۸). این شکل از تمرین با افزایش شدید و حاد فشار خون سیستولیک یا پس‌بار (After load) همراه است (۹) که ممکن است یک محرک قوی برای افزایش ضخامت و توده بطن چپ باشد (۱۰). افزایش ضخامت دیواره بر اثر اضافه بار فشاری که در تمرینات مقاومتی ایجاد می‌شود، در اصل به علت افزایش در سطح مقطع عرضی سلول‌های عضلانی است (۱۱). مادامی که تمرین قدرتی اجرا می‌شود، فشار داخل قفسه سینه افزایش می‌یابد (۱۲). به دلیل پدیده والسالوا (Valsalva maneuver) اُفت بازگشت خون سیاهرگی به شکل بارزی افزایش می‌یابد و در نتیجه بر تعداد ضربان قلب و میانگین فشار خون سرخرگی افزوده می‌شود (۱۳). در ورزشکارانی که در تمرین ایزومتریک شدید، قدرتی و یا ایستا (بی‌هوایی، قدرتی و توانی) شرکت دارند، هایپرتروفی درون‌گرایی (Concentric hypertrophy) بطن چپ ایجاد می‌شود (۱۴). این هایپرتروفی با افزایش در ضخامت دیواره‌های قلب مشخص می‌شود و هیچ تغییری در قطر حفره بطن چپ در دیاستول ایجاد نمی‌کند (۱).

از دیرباز تاکنون از روش‌های متعددی جهت مطالعات قلبی استفاده می‌شده است که مهم‌ترین آن‌ها شامل رادیوگرافی، الکتروکاردیوگرافی، اکوکاردیوگرافی و تصویربرداری رزونانس مغناطیسی (MRI) بوده است. بهترین شیوه، ارزیابی غیرتهاجمی اکوکاردیوگرافی است

که اطلاعات فراوانی در زمینه سازگارهای ساختاری و عملکردی در قلب افراد سالم فراهم می‌کند (۱۵,۱۶). در مطالعات پیشین اثرات تمرین مقاومتی بر قلب مورد بررسی قرار گرفته است (۱, ۱۸-۳۰). در برخی مطالعات بیان شده است که تمرینات مقاومتی باعث افزایش ضخامت دیواره بین بطنی، دیواره خلفی بطن چپ، شاخص توده بطن چپ (LVEDd یا Left ventricular mass index)، می‌شوند (۳۳-۳۱, ۲۱, ۲۰, ۱۸, ۱۷). ولی برخی مطالعات نیز نشان داده‌اند که تمرین‌های مقاومتی بلندمدت و کوتاه مدت نمی‌توانند تأثیری بر شاخص‌های قلبی مانند LVEDd، ضخامت دیواره بین بطنی، ضخامت دیواره پشتی بطن چپ، LVM، عملکرد سیستولی و کسر کوتاه شدگی (Fractional shortening) داشته باشند (۲۴, ۲۶, ۲۸).

اگر چه اثر تمرین‌های مقاومتی بر ریخت‌شناسی عضلات اسکلتی شناخته شده است (۲۶) ولی اثر این تمرینات بر سازگاری‌های قلبی و عروقی متناقض است (۲۸, ۳۵, ۳۶). به هر حال، چندین مطالعه اثرات تمرین مقاومتی کوتاه‌مدت را بر ساختار بطن چپ مورد بررسی قرار داده‌اند (۱۴, ۱۷, ۱۹, ۲۶-۲۸, ۳۰). اما مطالعه‌ای در زمینه اثر تمرین مقاومتی کوتاه‌مدت بر ساختار بطن چپ مردان غیرورزشکار ایرانی انجام نگرفته است. بنابراین، پژوهش‌های دیگری لازم است که آثار مستقل این نوع تمرینات را بر ویژگی‌های ساختاری بطن چپ این افراد مورد بررسی قرار دهد.

هدف پژوهش حاضر، تعیین تأثیر تمرین مقاومتی کوتاه‌مدت بر ساختار بطن چپ دانشجویان مرد سالم غیرورزشکار با استفاده از اکوکاردیوگرافی می‌باشد. در مطالعه حاضر پژوهشگر تلاش داشت با تغییر در برنامه تمرین با وزنه و اصلاحاتی در فواصل استراحت (کاهش استراحت بین ایستگاه‌های تمرین) و افزایش تعداد ایستگاه‌های تمرین، ماهیت برنامه تمرین را به نوعی تمرین قدرتی - استقامتی نزدیک کند و اثر چنین برنامه‌ای

را بر تغییرات ساختاری بطن چپ دانشجویان سالم غیرورزشکار مورد بررسی قرار دهد.

## مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش-آزمون و پس‌آزمون می‌باشد. جامعه آماری آن کلیه دانشجویان پسر ۱۸ تا ۲۵ ساله دانشکده حسابداری، دانشگاه آزاد واحد تهران مرکزی بودند که واحد تربیت بدنی ۲ را انتخاب کرده بودند. حجم نمونه ۳۰ نفر دانشجوی سالم غیرورزشکار با میانگین سن  $21/80 \pm 1/62$  سال، قد  $175/63 \pm 3/73$  سانتی‌متر و وزن  $70/78 \pm 3/72$  کیلوگرم بودند که به‌صورت داوطلبانه (نمونه‌گیری در دسترس) در پژوهش شرکت کردند. معیارهای انتخاب شرکت‌کنندگان داشتن سلامت عمومی و سلامت کامل قلبی و عروقی (به تأیید پزشک)، عدم مصرف دارو، مکمل ورزشی، دخانیات و عدم انجام تمرین‌های بدنی منظم و حرفه‌ای و داشتن دامنه سنی ۱۸ تا ۲۵ سال بود (پرسشنامه اطلاعات پزشکی ورزشی). سپس از بین شرکت‌کنندگان داوطلب، افرادی که سالم نبودند از پژوهش کنار گذاشته شدند و مابقی به‌طور تصادفی ساده در دو گروه ۱۵ نفره تمرین مقاومتی و کنترل قرار گرفتند. پیش از اجرای مطالعه به دلیل آن‌که آزمودنی‌ها قبلاً تجربه کار با وزنه را نداشتند و برای جلوگیری از آسیب-دیدگی در تمرین‌ها با وسایل و تجهیزات، جزئیات برنامه تمرین، روش اجرای تمرینات و اجرای آزمون‌ها به شکل صحیح آشنا شدند. آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامه شرکت در آزمایش‌ها و تمرینات را نیز تکمیل کردند.

**برنامه تمرین:** برنامه تمرین به مدت ۱۲ هفته ۳ جلسه‌ای در ۱۰ ایستگاه (پرس پا، پرس سینه، اسکات، سرشانه از جلو، جلوپا، پارویی، پشت پا، جلوپازو، ساق پا و پشت بازو) در ۳ تا ۵ دور با شدت ۵۰ تا ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه (repetition maximum) اجرا شد. در شروع تمرین‌ها و در هفته‌های چهارم و هشتم آزمون، قدرت

بیشینه با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (۳۷):

$$(\text{تعداد تکرار} \times 0/02) - 1/ \text{بار(کیلوگرم)} = \text{یک}$$

تکرار بیشینه

برای محاسبه قدرت بیشینه، آزمودنی‌ها با برآورد اولیه از قدرت بیشینه خود وزنه‌ای را انتخاب و حرکت را تا حد واماندگی اجرا کردند. سپس با قرار دادن مقدار وزنه و تعداد تکرارها در فرمول مربوط، قدرت بیشینه برآورد شد. در اجرای این آزمون تعداد تکرارهای وزنه زدن برای هر آزمودنی در هر یک از آزمون‌ها می‌بایست از ۸ تکرار بیشتر و از ۳ تکرار کمتر نباشد. زمان فعالیت در هر ایستگاه ۳۰ ثانیه، زمان استراحت بین ایستگاه‌ها ۱۵ ثانیه و زمان استراحت بین هر دور تمرین ۹۰ ثانیه در نظر گرفته شده بود. اصل اضافه بار به گونه‌ای طراحی شده بود که در هفته‌های چهارم، هشتم و دوازدهم کاهش بار اعمال شد. برنامه هر جلسه تمرین شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن (گرم کردن عمومی و اختصاصی) و سپس اجرای حرکات ایستگاهی و سپس ۱۰ دقیقه سرد کردن بود. تمام حرکات تمرین به وسیله هالتر، وزنه و دستگاه‌های بدنسازی و به‌طور دایره‌ای اجرا می‌شد.

**اندازه‌گیری مشخصات فردی آزمودنی‌ها:** سن بر حسب سال و از طریق پرسش از آزمودنی‌ها محاسبه شد. اندازه-گیری قد به سانتی‌متر (با دقت ۱ میلی‌متر) و وزن بدن به کیلوگرم (با دقت ۰/۱ گرم) با استفاده از ترازوی پزشکی سکا (مدل ۲۲۰ ساخت کشور آلمان) مجهز به قدسنج انجام شد. شاخص توده بدن (BMI) با اندازه‌گیری وزن به کیلوگرم و قد به مترمربع محاسبه شد (۳۸):

مساحت سطح بدن (Body Surface Area (BSA)) با استفاده از فرمول ماستلر (Mosteller) محاسبه شد (۳۹):

$$\frac{1}{2} \times (\text{وزن (kg)} \times \text{قد (cm)}) = \text{مساحت سطح بدن}$$

**اندازه‌گیری متغیرهای ساختاری بطن چپ:** اندازه‌گیری متغیرهای ساختاری بطن چپ در اتاق مخصوص

امکان مقایسه دقیق‌تر آزمودنی‌ها فراهم شود. روش‌های آماری: از آمار توصیفی برای محاسبه شاخص-های گرایش مرکزی (میانگین) و پراکندگی (انحراف معیار) استفاده شد. به منظور آزمون فرضیه‌های پژوهش از آزمون تی همبسته برای مقایسه میانگین پیش‌آزمون و پس‌آزمون هر گروه و آزمون تی مستقل برای مقایسه اختلاف میانگین‌های گروه آزمایش با گروه کنترل در پیش‌آزمون و پس‌آزمون استفاده شد. تمامی آزمون‌ها در سطح آلفای ۵ درصد و با استفاده از بسته آماری SPSS نسخه ۱۶ انجام شد.

### یافته‌ها

آزمودنی‌های دو گروه تفاوت معناداری در مشخصات فردی و مقادیر مطلق و نسبی ویژگی‌های ساختاری بطن چپ نشان ندادند که نشانه همگن بودن آزمودنی‌ها می‌باشد (جدول ۱ و ۲). در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون در گروه تمرین به‌طور مطلق  $(P<0/000)$  EDIVT،  $(P<0/000)$  LVEDd،  $(P<0/000)$  ESIVT،  $(P<0/000)$  LVPWd و  $(P<0/000)$  LVPWs پس از فعالیت (نسبت به پیش از فعالیت) به‌طور معناداری افزایش داشت اما LVESd کاهش معناداری داشت  $(P<0/018)$ . وقتی متغیرهای ساختاری بطن چپ آزمودنی‌ها گروه تمرین را به‌طور نسبی و بر اساس مساحت سطح بدن در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون

اکوکاردیوگرافی توسط پزشک متخصص قلب و عروق با استفاده از دستگاه اکوکاردیوگرافی (P8000 کارخانه جنرال الکتریک، شرکت s.p.d آمریکا) و پروب ۳/۵ هرتز با روش یک‌بعدی و دوبعدی به روش استاندارد از نمای مقطع طولی کنار استرنوم بر طبق روش انجمن اکوکاردیوگرافی آمریکا در حالت استراحت اجرا شد (۴۰). در حالی که آزمودنی‌ها به فاصله ۵۰ سانتی‌متری با دستگاه اکوکاردیوگراف، به پهلو چپ با زاویه ۹۰ درجه نسبت به زمین در وضعیت درازکش قرار گرفته بودند. قطر پایان دیاستولی بطن چپ (LVEDd یا left ventricular end-diastolic dimensions)، ضخامت دیواره بین بطنی در پایان دیاستول (EDIVT یا End-diastolic interventricular Septum thickness) و ضخامت دیواره خلفی بطن چپ در پایان دیاستول (LVPWd یا Left ventricular posterior wall thickness) در شروع کمپلکس QRS الکتروکاردیوگرام و قطر پایان سیستولی بطن چپ (LVESd یا Left ventricular end-systolic dimensions)، ضخامت دیواره بین بطنی در پایان سیستول (ESIVT یا End-systolic interventricular Septum thickness) و ضخامت دیواره خلفی بطن چپ در پایان سیستول (LVPWs یا Left ventricular posterior wall thickness end-systolic) در شروع موج T الکتروکاردیوگرام اندازه‌گیری شد (۱۷). بعد از اندازه‌گیری قطرها و ضخامت‌ها، LVM با استفاده از فرمول دوروکس محاسبه شد (۴۱):

$$LVM = (0.8) [(1.04) (LVEDd + LVPWd + EDIVT)^3 - LVEDd^3] + 0.6 g$$

توده بطن چپ (LVM)، قطر پایان دیاستولی بطن چپ (LVEDd)، ضخامت دیواره خلفی بطن چپ در پایان دیاستول (LVPWd)، ضخامت دیواره بین بطنی در پایان دیاستول (EDIVT) و گرم (g) می‌باشند. همه اندازه‌گیری‌ها برای تمام آزمودنی‌ها سه مرتبه اجرا شد و میانگین سه مرتبه ثبت شد. سپس، مقادیر نسبی تمامی متغیرهای ساختاری بر مبنای مساحت سطح بدن محاسبه شد تا

جدول ۱: مشخصات فردی شرکت‌کنندگان گروه آزمون و کنترل

گروه	گروه تمرین دایره‌ای	گروه کنترل	متغیر
با وزنه (تعداد ۱۵)	(تعداد ۱۵)		
انحراف معیار ± میانگین	انحراف معیار ± میانگین		
۲۱/۶۰ ± ۱/۸۴	۲۲ ± ۱/۴۱		سن (سال)
۱۷۶/۸۰ ± ۳/۶۰	۱۷۴/۶۶ ± ۳/۶۰		قد (سانتیمتر)
۷۱/۳۸ ± ۳/۸۵	۷۰/۱۸ ± ۳/۶۲		وزن (کیلوگرم)
۲۲/۸۴ ± ۰/۵۷	۲۳/۰۴ ± ۰/۵۲		شاخص توده بدن (مترمربع/کیلوگرم)
۱/۸۶ ± ۰/۰۷	۱/۸۵ ± ۰/۰۷		مساحت سطح بدن (مترمربع)

جدول ۲: مقایسه مقادیر مطلق و نسبی ویژگی‌های ساختاری بطن چپ در پیش آزمون گروه تجربی

مقدار P	مقدار t	مقایسه میانگین پیش آزمون گروه‌ها		گروه	متغیر
		انحراف معیار ± میانگین			
		گروه کنترل	گروه تجربی		
۰/۷۲۰	-۰/۳۶۲	۱۰۱/۵۲±۱۹/۹۱	۹۹/۰۹±۱۶/۷۲	LVM (gr)	
۰/۷۴۰	-۰/۳۳۵	۵۴/۶۳±۹/۶۲	۵۳/۴۴±۹/۸۰	LVM/BSA (gr/m <sup>2</sup> )	
۰/۹۷۰	-۰/۰۳۸	۴۶/۲۵±۳/۳۲	۴۶/۲۰±۳/۳۶	LVEDd (mm)†	
۰/۸۱۵	-۰/۲۳۶	۲۴/۹۵±۱/۶۶	۲۴/۷۸±۲/۲۰	LVEDd/BSA(mm/m <sup>2</sup> )‡	
۰/۷۳۰	۰/۳۴۸	۲۸/۵۳±۲/۶۹	۲۸/۸۹±۲/۹۳	LVEDs (mm)	
۰/۹۵۲	۰/۰۶۱	۱۵/۴۲±۱/۳۱	۱۵/۴۵±۱/۶۷	LVEDs/BSA(mm/m <sup>2</sup> )	
۰/۶۶۲	۰/۴۴۱	۷/۱۶±۰/۷۳	۷/۲۶±۰/۵۸	EDIVT(mm)	
۰/۷۴۴	۰/۳۳۰	۳/۸۶±۰/۳۸	۳/۹۰±۰/۳۳	EDIVT/BSA(mm/m <sup>2</sup> )	
۰/۵۷۴	۰/۵۶۸	۱۱/۳۹±۰/۹۱	۱۱/۵۸±۰/۸۹	ESIVT (mm)	
۰/۷۸۰	۰/۲۸۲	۶/۱۵±۰/۵۸	۶/۲۱±۰/۶۲	ESIVT/BSA(mm/m <sup>2</sup> )	
۰/۷۱۲	-۰/۳۷۲	۶/۴۲±۰/۵۴	۶/۳۵±۰/۵۳	LVPWd (mm)	
۰/۵۴۵	-۰/۶۱۳	۳/۴۶±۰/۲۹	۳/۴۰±۰/۲۹	LVPWd/BSA(mm/m <sup>2</sup> )	
۰/۹۶۰	-۰/۰۵۱	۱۱/۳۰±۰/۷۰	۱۱/۲۹±۰/۷۳	LVPWs (mm)	
۰/۸۰۱	-۰/۲۵۵	۶/۱۰±۰/۴۷	۶/۰۵±۰/۵۳	LVPWs/BSA(mm/m <sup>2</sup> )	

† مقادیر مطلق، ‡ مقادیر نسبی، توده بطن چپ (LVM)، گرم (gr)، قطر پایان دیاستولی (LVEDd)، میلی‌متر (mm)، قطر پایان سیستولی (LVESd)، ضخامت دیواره بین بطنی در پایان دیاستول (EDIVT)، ضخامت دیواره بین بطنی در پایان سیستول (ESIVT)، ضخامت دیواره پشتی بطن چپ در پایان دیاستول (LVPWd)، ضخامت دیواره پشتی بطن چپ در پایان سیستول (LVPWs)، مساحت سطح بدن (BSA)، میلی‌متر (mm)، میلی‌متر بر مترمربع (mm/BSA)، میانگین (M)، انحراف استاندارد (SD).

جدول ۳: مقادیر مطلق و نسبی ویژگی‌های ساختاری بطن چپ در پس آزمون نسبت به پیش آزمون

مقدار P	گروه کنترل		مقدار P	گروه تجربی		گروه	متغیر
	انحراف معیار ± میانگین			انحراف معیار ± میانگین			
	پس آزمون	پیش آزمون		پس آزمون	پیش آزمون		
۰/۶۹۲	۱۰۰/۸۰±۱۵/۴۷	۱۰۱/۵۲±۱۹/۹۱	۰/۰۰۰**	۱۳۷/۴۳±۱۶/۸۸	۹۹/۰۹±۱۶/۷۲	LVM (gr)†	
۰/۹۳۳	۵۴/۵۶±۷/۷۱	۵۴/۶۳±۹/۶۲	۰/۰۰۰**	۷۲/۲۰±۸/۷۴	۵۳/۴۴±۹/۸۰	LVM/BSA (gr/m <sup>2</sup> )‡	
۰/۴۸۱	۴۶/۱۱±۳/۱۵	۴۶/۲۵±۳/۳۲	۰/۰۰۰**	۴۹/۷۴±۲/۷۰	۴۶/۲۰±۳/۳۶	LVEDd (mm)	
۰/۸۱۱	۲۵±۱/۷۰	۲۴/۹۵±۱/۶۶	۰/۰۰۰**	۲۶/۱۶±۱/۸۱	۲۴/۷۸±۲/۲۰	LVEDd/BSA(mm/m <sup>2</sup> )	
۰/۳۸۵	۲۸/۶۸±۲/۵۳	۲۸/۵۳±۲/۶۹	۰/۰۱۸*	۲۸/۳۳±۳/۳۳	۲۸/۸۹±۲/۹۳	LVEDs (mm)	
۰/۳۴۴	۱۵/۵۵±۱/۳۷	۱۵/۴۲±۱/۳۱	۰/۰۰۱*	۱۴/۹۰±۱/۸۹	۱۵/۴۵±۱/۶۷	LVEDs/BSA(mm/m <sup>2</sup> )	
۰/۴۷۶	۷/۲۳±۰/۶۹	۷/۱۶±۰/۷۳	۰/۰۰۰**	۸/۴۸±۰/۵۸	۷/۲۶±۰/۵۸	EDIVT(mm)	
۰/۳۴۸	۳/۹۱±۰/۳۴	۳/۸۶±۰/۳۸	۰/۰۰۰**	۴/۴۵±۰/۲۹	۳/۹۰±۰/۳۳	EDIVT/BSA(mm/m <sup>2</sup> )	
۰/۳۷۶	۱۱/۵۲±۱۱/۹۶	۱۱/۳۹±۰/۹۱	۰/۰۰۰**	۱۱/۸۴±۰/۸۵	۱۱/۵۸±۰/۸۹	ESIVT (mm)	
۰/۲۲۵	۶/۲۴±۰/۵۶	۶/۱۵±۰/۵۸	۰/۴۵۴	۶/۲۲±۰/۵۷	۶/۲۱±۰/۶۲	ESIVT/BSA(mm/m <sup>2</sup> )	
۰/۵۹۱	۶/۴۸±۰/۵۱	۶/۴۲±۰/۵۴	۰/۰۰۰**	۷/۳۷±۰/۶۳	۶/۳۵±۰/۵۳	LVPWd (mm)	
۰/۴۲۴	۳/۵۱±۰/۲۸	۳/۴۶±۰/۲۹	۰/۰۰۰**	۳/۸۷±۰/۳۱	۳/۴۰±۰/۲۹	LVPWd/BSA(mm/m <sup>2</sup> )	
۰/۹۴۹	۱۱/۲۸±۰/۶۸	۱۱/۳۰±۰/۷۰	۰/۰۴۴*	۱۱/۴۸±۰/۹۱	۱۱/۲۹±۰/۷۳	LVPWs (mm)	
۰/۷۱۶	۶/۱۱±۰/۴۷	۶/۱۰±۰/۴۷	۰/۵۵۷	۶/۰۴±۰/۶۰	۶/۰۵±۰/۵۳	LVPWs/BSA(mm/m <sup>2</sup> )	

\* معنادار در مقایسه با میانگین پیش از فعالیت (p < ۰/۰۵)، \*\* معنادار در مقایسه با میانگین پیش از فعالیت (p < ۰/۰۱)، † مقادیر مطلق، ‡ مقادیر نسبی

مورد محاسبه قرار گرفت، LVM (P < ۰/۰۰۰)، LVEDd (P < ۰/۰۰۰)، LVPWd (P < ۰/۰۰۰) تغییر معناداری داشت (جدول ۳).  
 (P < ۰/۰۰۰) LVESd، (P < ۰/۰۰۱) EDIVT، (P < ۰/۰۰۰) در پس آزمون وقتی متغیرهای ساختاری بطن چپ دو

جدول ۴: مقایسه مقادیر مطلق و نسبی اختلاف میانگین ویژگی‌های ساختاری بطن چپ در پس آزمون

مقدار P	مقدار t	مقایسه میانگین پس آزمون گروه‌ها		گروه	متغیر
		انحراف معیار ± میانگین			
		گروه کنترل	گروه تجربی		
./...**	۶/۱۹۴	۱۰۰/۸۰±۱۵/۴۷	۱۳۷/۴۳±۱۶/۸۸	LVM (gr)†	
./...**	۵/۸۶۰	۵۴/۵۶±۷/۷۱	۷۲/۲۰±۸/۷۴	LVM/BSA (gr/m <sup>2</sup> )‡	
./...**	۳/۳۶۶	۴۶/۱۱±۳/۱۵	۴۹/۷۴±۲/۷۰	LVEDd (mm)	
./۲۹۵	-۱/۰۶۸	۲۵±۱/۷۰	۲۶/۱۶±۱/۸۱	LVEDd/BSA(mm/m <sup>2</sup> )	
./۷۴۵	-۰/۳۲۸	۲۸/۶۸±۲/۵۳	۲۸/۳۳±۳/۳۳	LVEDs (mm)	
./۰۸۲	۱/۸۰۴	۱۵/۵۵±۱/۳۷	۱۴/۹۰±۱/۸۹	LVEDs/BSA(mm/m <sup>2</sup> )	
./...**	۵/۳۲۸	۷/۲۳±۰/۶۹	۸/۴۸±۰/۵۸	EDIVT(mm)	
./...**	۴/۵۷۷	۳/۹۱±۰/۳۴	۴/۴۵±۰/۲۹	EDIVT/BSA(mm/m <sup>2</sup> )	
./۳۴۱	-۰/۹۶۸	۱۱/۵۲±۱۱/۹۶	۱۱/۸۴±۰/۸۵	ESIVT (mm)	
./۹۴۲	-۰/۰۷۴	۶/۲۴±۰/۵۶	۶/۲۲±۰/۵۷	ESIVT/BSA(mm/m <sup>2</sup> )	
./...**	۴/۲۰۴	۶/۴۸±۰/۵۱	۷/۳۷±۰/۶۳	LVPWd (mm)	
./...**	۳/۳۱۰	۳/۵۱±۰/۲۸	۳/۸۷±۰/۳۱	LVPWd/BSA(mm/m <sup>2</sup> )	
./۴۹۰	-۰/۷۰۰	۱۱/۲۸±۰/۶۸	۱۱/۴۸±۰/۹۱	LVPWs (mm)	
./۶۹۸	-۰/۳۹۲	۶/۱۱±۰/۴۷	۶/۰۴±۰/۶۰	LVPWs/BSA(mm/m <sup>2</sup> )	

\*\*معنادار در سطح (p < ۰/۰۱)، †مقادیر مطلق، ‡مقادیر نسبی

تمرین افزایش نشان می‌داد؛ در همین مدت LVESd به-  
طور نسبی کاهش معناداری داشت.

شاید افزایش مقادیر این متغیرها در پس آزمون  
گروه تمرین نسبت به پیش آزمون به علت روش تمرینی  
مقاومتی خاصی باشد که در این مطالعه استفاده شد زیرا  
نوع خاص تمرین مقاومتی یکی از عوامل اثرگذار بر  
متغیرهای قلبی است (۲۵).

افزایش حجم حفره بطن چپ نشانه اضافه بار  
حجمی (Volume load) روی قلب است، همانند آنچه  
که در ورزشکاران استقامتی رخ می‌دهد (۴۲). اکثر  
بررسی‌هایی که در زمینه تمرین‌های مقاومتی کوتاه مدت  
انجام شده و مطالعاتی که بر روی مردان بسیار تمرین  
کرده قدرتی صورت گرفته، نشان داده‌اند که انجام تمرین-  
های قدرتی بر روی مقدار مطلق ابعاد داخلی بطن چپ  
که به‌عنوان شاخصی از اندازه حفره قلبی مورد توجه‌اند،  
یا تأثیر کمی دارند و یا هیچ تأثیری ندارند (۱۹، ۴۳). این  
اضافه بار تابعی از بازگشت وریدی، حجم بطن و کاهش  
تواتر قلبی است (۴۴). افزایش LVEDd احتمالاً به دلیل  
کاهش فاصله استراحت بین ایستگاه‌های تمرین و حجم

گروه به طور مطلق مقایسه شد، LVM (P<۰/۰۰۰)،  
LVEDd (P<۰/۰۰۲)، EDIVT (P<۰/۰۰۰) و LVPWd  
(P<۰/۰۰۰) در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل به‌طور  
معناداری افزایش یافت. وقتی که متغیرهای ساختاری بطن  
چپ را در پس آزمون بر اساس مساحت سطح بدن به‌طور  
نسبی در گروه‌ها مقایسه کردیم، تنها LVM (P<۰/۰۰۰)،  
EDIVT (P<۰/۰۰۰) و LVPWd (P<۰/۰۰۰) تغییر معنا-  
داری نشان دادند (جدول ۴).

## بحث

هدف از مطالعه حاضر، تعیین تأثیر تمرین مقاومتی  
کوتاه مدت بر ساختار بطن چپ با استفاده از  
اکوکاردیوگرافی بود. یافته مهم پژوهش ما این بود که  
مقادیر مطلق LVM، LVEDd، EDIVT، ESIVT،  
LVPWd و LVPWs به‌طور معناداری بعد از ۱۲ هفته  
تمرین نسبت به قبل از تمرین افزایش یافت. LVESd در  
این مدت به‌طور معناداری کاهش یافت. وقتی متغیرها به  
طور نسبی و بر اساس مساحت سطح بدن محاسبه شدند  
LVM، LVEDd، EDIVT و LVPWd بعد از ۱۲ هفته

همچنین ممکن است شیوه تمرین به نحوی بوده باشد که باعث این تغییر در ضخامت دیواره‌های بطن چپ شده باشد. شاید هم حساسیت این متغیرها به این شیوه تمرین مقاومتی در حد بالاست و می‌تواند دلایل احتمالی آن باشد که ضخامت دیواره‌های بطن چپ به طور مطلق و نسبی در پس آزمون نسبت به پیش آزمون در گروه تجربی افزایش می‌یابد. در مطالعات کانیکس و هیکسون (۱۹۸۰)، فلک و همکاران (۱۹۸۸) و بارائونا و همکاران (۲۰۰۷) نشان داده‌اند که ضخامت دیواره بین بطنی و ضخامت دیواره خلفی بطن چپ پس از تمرینات مقاومتی افزایش می‌یابد (۱،۱۷،۱۹) که با مطالعه حاضر همخوانی داشت. شاید علت همخوانی را باید در ماهیت تمرینات مقاومتی جست‌وجو کرد زیرا تمرینات مقاومتی، محرک افزایش ضخامت دیواره‌های بطنی است. از طرفی، مطالعه حاضر با مطالعه هایکویسکی و همکاران (۱۹۹۸) و (۲۰۰۰) در تناقض بود (۲۳،۲۶) که احتمالاً علت تناقض به سن آزمودنی‌ها، نوع برنامه تمرین، مقدار عضلات درگیر در تمرین، شدت تمرین، مدت استراحت بین دوره‌های تمرین و حجم تمرین مربوط می‌شود. مارتین و همکاران (۱۹۷۴) نیز دریافتند که تغییرات قلبی با ورزش مقاومتی بستگی به مقدار عضلات به کار گرفته شده در تمرین و حجم تمرین دارد (۴۵).

توده بطن چپ (LVM) در پس آزمون نسبت به پیش آزمون گروه تجربی به طور مطلق و نسبی افزایش نشان داد. در مقایسه بین گروه‌ها در پس آزمون این متغیر در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل افزایش داشت. افزایش توده بطنی یا حاصل افزایش در ضخامت دیواره بطنی است یا به وسیله افزایش در اندازه حفره بطنی به وجود می‌آید (۴۲). در تحقیق دیگری نشان داده شده است که افزایش پس‌بار در ورزشکاران مقاومتی باعث افزایش ضخامت و LVM می‌شود (۲۶) که احتمالاً علت این افزایش را می‌توان در ماهیت ورزش مقاومتی دانست که باعث افزایش پس‌بار می‌شود که این پس‌بار محرک

تمرین (تعداد ایستگاه‌های تمرین) در هر دور تمرین دایره‌ای با وزنه بود که به موجب آن دستگاه قلبی عروقی علاوه بر تحمل اضافه بار فشاری (Pressure load) با الگوی اضافه بار حجمی نیز روبه‌رو بوده است، که احتمالاً این الگو اضافه بار حجمی باعث افزایش LVEDd در پژوهش حاضر شده است. در پژوهش‌هایی که توسط کانیکس و هیکسون (۱۹۸۰)، هایکویسکی و همکاران (۱۹۹۸)، هایکویسکی و همکاران (۲۰۰۰) و لوینجر و همکاران (۲۰۰۵) انجام گرفته است مشاهده شد که LVEDd پس از تمرینات مقاومتی تغییری ندارد که با پژوهش حاضر در تناقض می‌باشد (۱۷،۲۳،۲۶،۲۸). شاید علت تناقض، نوع خاص تمرین مقاومتی باشد که در مطالعه حاضر استفاده شده است زیرا در این مطالعه نسبت به مطالعات پیشین تعداد ایستگاه‌های تمرین افزایش داشته است در حالی که فاصله استراحت بین ایستگاه‌های تمرین کم شده و ماهیت برنامه تمرین به نوعی مشابه تمرین‌های قدرتی - استقامتی شده است. هیچ یک از مطالعات پیشین افزایش در LVEDd پس از تمرینات مقاومتی کوتاه مدت را گزارش نکرده‌اند.

به دلیل سازگاری‌های قلبی در طی ورزش طولانی مدت، بر قدرت انقباضی قلب افزوده شده و میزان تخلیه بطنی افزایش می‌یابد که این امر به نوبه خود باعث کاهش حجم پایان سیستولی در بطن‌ها می‌شود که سرانجام منجر به کاهش LVEsD می‌شود (۳۱). شاید مهم‌ترین دلیل تغییر در LVEsD افزایش قدرت انقباضی عضله قلب باشد که قلب با انقباض قوی‌تر خود باعث می‌شود حجم خون بیشتری را به خارج از بطن پمپاژ کند و آن هم حجم باقیمانده را کاهش داده و سرانجام منجر به کاهش LVEsD می‌شود. افزایش ضخامت دیواره‌های بطنی، نوعی سازگاری نسبت به افزایش فشارهای خون هنگام انجام تمرین‌های قدرتی تلقی می‌شود (۴۳). احتمالاً تمرین دایره‌ای با وزنه فشار خون را به میزانی افزایش می‌دهد که باعث این سازگاری ساختاری در قلب می‌شود.

مدت استراحت بین دوره‌های تمرینی بستگی دارد (۴۸,۴۹). بعد از انجام تمرین دایره‌ای با وزنه افزایش استقامت، افزایش قدرت و افزایش ظرفیت پمپاژ قلب ایجاد می‌شود (۵۰,۵۱). مزیتی که تمرین دایره‌ای با وزنه، نسبت به سایر تمرینات استقامتی دارد، این است که تمام گروه‌های بزرگ عضلانی را به فعالیت وا می‌دارد و عضلات گوناگون در زمان‌های متفاوت استفاده می‌شوند. احتمالاً در این گونه تمرینات دو مکانیزم سازگاری قلبی که در تمرینات استقامتی و قدرتی دیده می‌شود، ایجاد می‌گردد به گونه‌ای که در تمرینات استقامتی به علت افزایش پیش‌بار و در تمرینات قدرتی به علت افزایش پس‌بار سازگاری‌های ساختاری در قلب به وجود می‌آید.

به‌طور کلی، با توجه به نتایج به‌دست آمده در این پژوهش به نظر می‌رسد تمرین کوتاه‌مدت دایره‌ای با وزنه با کاهش میزان استراحت بین ایستگاه‌های تمرین، افزایش تعداد ایستگاه‌های تمرین و استفاده از عضلات بزرگ بالاتنه و پایین‌تنه می‌تواند موجب تغییرات ساختاری در بطن چپ افراد غیرورزشکار شود که این تغییرات تا حدودی شبیه به تغییرات به وجود آمده در تمرین‌های ترکیبی است. اما وقتی داده‌ها را بر اساس مساحت سطح بدن به‌طور نسبی محاسبه می‌کنیم میزان این تغییرات جزئی‌تر و کم‌تر خواهند بود.

### تشکر و قدردانی

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود به خاطر حمایت مالی در اجرای این طرح پژوهشی سپاسگزاری می‌گردد.

افزایش ضخامت و توده بطن چپ می‌باشد (۲۶). در پژوهش‌های کانکیس و هیکسون (۱۹۸۰)، فلک و همکاران (۱۹۸۸) و جری و همکاران (۱۹۹۹) نشان داده شد (۱۳,۱۷,۱۹) که LVM بعد از تمرینات مقاومتی افزایش می‌یابد که با تمرین حاضر همخوانی داشت. شاید علت همخوانی را بتوان در ماهیت تمرین‌های مقاومتی دانست اما در پژوهش هایکویسکی و همکاران (۲۰۰۰) نشان داده شد که توده بطن چپ پس از تمرینات مقاومتی کاهش می‌یابد که با پژوهش حاضر در تناقض است و احتمالاً علت تناقض در سن آزمودنی‌ها است (۲۶). فردریک و همکاران (۲۰۰۰) معتقدند که آزمودنی‌های مسن احتمالاً مدت بیشتری از فشار تمرینی برای ایجاد تغییرات ساختاری بطن چپ نیازمند هستند (۴۶).

در پس‌آزمون وقتی متغیرهای ساختاری بطن چپ دو گروه به‌طور مطلق مقایسه شد، LVEDd، LVM، EDIVT و LVPWd در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل به‌طور معناداری افزایش یافت. اما وقتی این متغیرها بر اساس مساحت سطح بدن به‌طور نسبی در گروه‌ها مقایسه شد تنها LVM، EDIVT و LVPWd تغییر معناداری نشان دادند. احتمالاً علت اثر تمرین دایره‌ای با وزنه بر ساختار بطن چپ ممکن است، به دلیل تغییر برنامه تمرین دایره‌ای با وزنه و اصلاحاتی باشد که در این برنامه تمرین به وجود آورده‌ایم. طراحی صحیح برنامه تمرین با وزنه معمولاً با تمرین گروه‌های عضلانی پایین‌تنه و بالاتنه آمیخته می‌شود که ممکن است به سهولت در خیلی از فعالیت‌های هوازی مثل راه رفتن و دوچرخه سواری انجام‌پذیر نباشد (۴۷). شواهد پژوهشی نشان می‌دهد که اثرات تمرین مقاومتی به شدت، حجم و طول

### References

1. Barauna VG, Rosa KT, Irigoyen MC, DeOliveira EM. Effects of resistance training on ventricular function and hypertrophy in a rat model. Clin Med Res. 2007; 5(2): 114-120.
2. Eliakim, A, Barstow T, Brasel J, Ajie H, Lee W, Renslo R, et al. Effect of exercise training on energy expenditure, muscle volume, and maximal oxygen uptake in female adolescents. J Pediatr. 1996; 129(4): 537-43.
3. McArdel W, Katch D, Katch FI, Victor L. Essentials of exercise physiology. Second edition. Maryland:



- Lippincott Williams & Wilkins: 2000.
4. Häkkinen K, Pakarinen A, Kraemer WJ, Häkkinen A, Valkeinen H, Alen M. Selective muscle hypertrophy, changes in EMG and force and serum hormones during strength training in older women. *J Appl Physiol*. 2001; 91(2): 569–80.
  5. Cullinen K, Caldwell M. Weight training increases fat-free mass and strength in untrained young women. *J Am Diet Assoc*. 1998; 98(4):414-8.12.
  6. Binder EF, Yarasheski KE, Steger-May K, Sinacore DR, Brown M, Schechtman KB, et al. Effects of progressive resistance training on body composition in frail older adults: results of a randomized controlled trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2005; 60(11): 1425-31.
  7. Nichols JF, Omizo DK, Peterson KK, Nelson KP. Efficacy of heavy-resistance training for active women over sixty: muscular strength, body composition, and program adherence. *J Am Geriatr Soc*. 1993; 41(3): 205-10.
  8. Shaw BS, Shaw I. Effect of resistance training on cardio respiratory endurance and coronary artery disease risk. *Cardio J S Afr*. 2005; 16(5): 256-9.
  9. MacDougall JD, McKelvie RS, Moroz DE, Sale DG, McCartney N, Buick F. Factors affecting blood pressure during heavy weightlifting and static contractions. *J Appl Physiol*. 1992; 73(4): 1590-7.
  10. Colan SD. Mechanics of left ventricular systolic and diastolic function in physiologic hypertrophy of the athlete's heart. *Cardiol Clin*. 1997; 15(3): 355-72.
  11. Grossman W, Jones D, McLaurin LP. Wall stress and patterns of hypertrophy in the human left ventricle. *J Clin Invest*. 1975; 56(1): 56-64.
  12. MacDougall JD, Tuxen D, Sale DG, Moroz JR, Sutton JR. Wall stress and patterns of hypertrophy in the human left ventricle. *J Appl Physiol*. 1985; 58(2): 785-790.
  13. Mayo JJ., Kravitz L. A review of the acute cardiovascular responses to resistance exercise of healthy young and adults. *JSCR*. 1999; 13 (1): 90-6.
  14. Pluim BM, Zwinderman AH, Van der laarse A, Ernst E, Van der wall MD. The athlete's heart: a meta-analysis of cardiac structure and function. *Circulation*. 1999; 101(3): 366-44.
  15. Henriksen H, Landelius J, Wesslen L, Arnell H, Kangro T, Jonason T, et al. Echocardiographic right and left ventricular measurement in male elite endurance athletes. *Eur Heart J*. 1996; 17(7): 1121–8.
  16. Bjornstad H, Smith G, Storstein L, Meen HD, Hals O. Electrocardiographic and echocardiographic findings in top athletes, athletic students and sedentary controls. *Cardiology*. 1993; 82(1): 66–74.
  17. Kanakis C, Hickson RC. Left ventricular responses to a program of lower limb Strength training. *Chest*. 1980; 78(4): 618–21.
  18. Brown SP, Thompson WR. Standardization indices of cardiac hypertrophy in weight lifters. *J Sports Sci*. 1987; 5(2): 147-53.
  19. Fleck SJ. Cardiovascular adaptations to resistance training. *Med Sci Sports Exerc*. 1988; 20(5): S146-51.
  20. Fleck SJ, Henke C, Wilson W. Cardiac MRI of elite junior Olympic weight lifters. *Int J Sports Med*. 1989; 10 (5): 329-33.
  21. Fleck SJ, Pattany PM, Stone MH, Kraemer WJ, Thrush J, Wong K. Magnetic resonance imaging determination of left ventricular mass: Junior Olympic weightlifters. *Med Science Sports Exerc*. 1993; 25(4): 522–7.
  22. George KP, Batterham AM, Jones B. Echocardiographic evidence of concentric left ventricular enlargement in female weight lifters. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1998; 79(1): 88–92.
  23. Haykowsky MJ, Gillis R, Quinney HA, Ignaszewski AP, Thompson CR. Left ventricular morphology in elite female resistance-trained athletes. *Am J Cardiol*. 1998; 82(7): 912–4.
  24. Haykowsky MJ, Teo KK, Quinney AH, Humen DP, Taylor DA. Effects of long term resistance training on left ventricular morphology. *Can J Cardiol*. 2000; 16(1): 35-8.
  25. Haykowsky MJ, Quinney HA, Gillis R, Thompson CR. Left ventricular morphology in junior and master resistance trained athletes. *Med Sci Sports Exerc*. 2000; 32(2): 349-352.
  26. Haykowsky M, Humen D, Teo K, Quinney A, Souster M, Bell G, et al. Effect of 16 weeks of resistance training on left ventricular Morphology and systolic function in healthy men (60 years of age). *Am J Cardiol*. 2000; 85(8): 1002-6.
  27. Barauna VG, Junior ML, CostaRosa LF, Casarini DE, Krieger JE, Oliveira EM. Cardiovascular adaptations in rats submitted to a resistance-training model. *Clin Exp Pharmacol Physiol*. 2005; 32(4): 249-54.
  28. Levinger I, Bronks R, Cody DV, Linton I, Davie A. The effect of resistance training on left ventricular

- function and structure of patients with chronic heart failure. *Int J Cardiol.* 2005; 105(2): 159-63.
29. Lalande S, Baldi JC. Left ventricular mass in elite Olympic weight lifters. *Am J Cardiol.* 2007; 100(7): 1177-80.
  30. Camargo MD, Stein R, Ribeiro JP, Schwartzman PR, Rizzatti MO, Schaan BD. Circuit weight training and cardiac morphology: a trial with magnetic resonance imaging. *Br J Sports Med.* 2008; 42(2): 141-5.
  31. D'Andrea A, Limongelli G, Caso P, Sarubbi B, Pietra A.D, Brancaccio P, et al. Association between left ventricular structure and cardiac performance during effort in two morphological forms of athlete's heart. *Int J Cardiol.* 2002; 86(3): 177-84.
  32. D'Andrea A, Caso P, Scarafile R, Salerno G, De Corato G, Mita C, et al. Biventricular myocardial adaption to different training protocols in competitive master athletes. *Int J Cardiol.* 2007; 115(3): 342-9.
  33. Shephard H. Athlete's heart. *Sport Medicine.* 1990; 9(4): 199-204.
  34. Dibello V, Santoro G, Talarico L, DiMuro C, Caputo M, Giorgi D, et al. Left ventricular function during exercise in athletes and in sedentary men. *Med Sci Sports Exerc.* 1996; 28(2): 190-6.
  35. Meyer K, Hajric R, Westbrook S, Haag-Wildi S, Holtkamp R, Leyk D, et al. Hemodynamic responses during leg press exercise in patients with chronic congestive heart failure. *Am J Cardiol.* 1999; 83(11): 1537-43.
  36. Pu CT, Johnson MT, Forman DE, Hausdorff JM, Roubenoff R, Foldvari M, et al. Randomized trial of progressive resistance training to counteract the myopathy of chronic heart failure. *J Appl Physiol.* 2001; 90(6): 2341-50.
  37. Fleck SG, Kramer WJ. Designing resistance training programs, Colorado College, Colorado Springs, USA. Third Edition. Champaign, IL, Human Kinetics. 2004; P: 214.
  38. Kurbel S, Zucic D, Vrbancic D, Plestina S. Comparison of BMI and the body mass/body surface ratio: Is BMI a biased tool? *Coll Antropol.* 2008; 32(1): 299-301.
  39. Mosteller RD. Simplified calculation of body-surface area. *N Engl J Med.* 1987; 317(17): 1098.
  40. Sahn DJ, Demaria A, Kisslo J, Weyman A. The committee on M-mode standardization of the American Society of echocardiography results of a survey of echocardiographic measurements. *Circulation.* 1978; 58(1): 1072-81.
  41. Devereux RB, Liebson PR, Horan MJ. Recommendations concerning the use of echocardiography in hypertension and general population research. *Hypertension.* 1987; 9 (2): II97- II104.
  42. Fleck S.J. Cardiovascular responses to strength training. In: Komi PV, (editor). *Strength and power for sport.* Oxford: Blackwell science. Olympic Encyclopedic of Sports Medicine. Volume III: 2003. P 387.
  43. Effron M.B. Effects of resistance training on left ventricular function. *Med Sci Exerc.* 1989; 21(6): 694-7.
  44. Robergs R, Roberts S. *Fundamental Principles of Exercise Physiology: For Fitness, Performance and Health.* Boston: McGraw-Hill; illustrated edition. 1999.
  45. Martin CE, Shaver JA, Leon DF, Thompson ME, Reddy PF, Leonard JJ. Autonomic mechanisms in hemodynamic responses to isometric exercise. *J Clin Invest.* 1974; 54(1): 104-15.
  46. Fredrick CH, Seamus JW, Robert SS, Robert SH, Roger MG, Thomas FM, et al. Effect of high intensity Resistance training on untrained older men. Strength, cardiovascular, and metabolic response. *The Journals of Gerontology Series.* 2000; 55(7): B336-6.
  47. Dunstan DW, Puddey IB, Beilin LJ, Burke V, Morton AR, Stanton KG. Effects Of a short-term circuit weight training program on glycaemic control in NIDDM. *Diabetes Research and Clinical Practice.* 1998; 40(1): 53-61.
  48. Ishii N. Factors involved in the resistance-exercise stimulus and their relations to muscular hypertrophy. In Nose H and et al. (eds.) *Exercise, nutrition and environmental stress.* Cooper, MI, USA: 2002. PP. 119-138.
  49. Ishii N, Madarame H, Odagiri K, Naganuma M, Shinoda K. Circuit training without external load induces hypertrophy in lower-limb muscles when combined with Moderate venous occlusion. *Int. J. Kaatsu Training Res.* 2005; 1(1): 24-28.
  50. Mosher PE, Nash MS, Perry AC, LaPerriere AR, Goldberg RB. Aerobic circuit exercise training: effect on adolescents with well - controlled insulin - dependent diabetes mellitus. *Arch Phy Med Rehabil.* 1998; 79(6): 652 - 657.
  51. Wilmore JH, Parr RB, Girandola RN, Ward P, Vodak PA, Barstow TJ, and et al. Physiological alterations consequent to circuit weight training. *Med Sci Sports.* 1978; 10(2): 79-84.