# تاثیر تمرین مقاومتی با شدت کم در مقابل تمرین مقاومتی با شدت زیاد بر ساختار و عملکرد بطن چپ پسران نوجوان سالم با استفاده از اکوکاردیوگرافی

اصغر کیان‌زاده [۱]، مقصود پیری [۲]، محمدعلی آذربایجانی [۲]، بهمن حسنوند [۳]، فرید بهرامی [۴]، حسین امیدی [۵]

۱- دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، تهران، ایران.

۲- گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، تهران، ایران.

۳- دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرم‌آباد، خرم‌آباد، ایران.

۴- دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد، بروجرد، ایران.

۵- گروه مدیریت ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، تهران، ایران.

یافته / دوره پانزدهم / شماره ۱ / بهار ۹۲ / مسلسل ۵۵

## چکیده

دریافت مقاله: ۹۱/۸/۲۰ ، پذیرش مقاله: ۹۱/۱۱/۹

**مقدمه:** مطالعه در زمینه تأثیر پروتکل‌های مختلف تمرین مقاومتی بر بطن چپ پسران نوجوان محدودیت دارد. هدف از مطالعه حاضر، تعیین تأثیر تمرین مقاومتی با شدت کم در مقابل تمرین مقاومتی با شدت زیاد بر ساختار و عملکرد بطن چپ پسران نوجوان سالم بوسیله اکوکاردیوگرافی بود.

**مواد و روش‌ها:** بیست و چهار آزمودنی داوطلب ۱۵ تا ۱۸ ساله به طور تصادفی در سه گروه هشت نفره تمرین مقاومتی با شدت کم (۴۰٪ تا ۶۰٪ قدرت بیشینه)، تمرین مقاومتی با شدت زیاد (۷۰٪ تا ۹۰٪ قدرت بیشینه) و گروه کنترل قرار گرفتند. پروتکل تمرین به مدت هشت هفته سه جلسه‌ای اجرا شد. متغیرها با استفاده از اکوکاردیوگرافی یک و دو بعدی در وضعیت استراحت و فرمول‌های مخصوص اندازه‌گیری شدند.

**یافته‌ها:** در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون، در گروه تمرین مقاومتی با شدت کم مقادیر میانگین‌های ضخامت دیوارهٔ خلفی بطن چپ در پایان سیستول ($P = ۰/۰۲۸$) و ضربان قلب استراحت ($P = ۰/۰۱۷$) به ترتیب افزایش و کاهش معنی‌داری نشان داد. در پس‌آزمون، مقادیر میانگین‌های ضخامت دیوارهٔ خلفی بطن چپ در پایان سیستول و شاخص توده بطن چپ در گروه تمرین مقاومتی با شدت کم نسبت به گروه تمرین مقاومتی با شدت زیاد (به ترتیب، $P = ۰/۰۰۷$ و $P = ۰/۰۰۵$) و گروه کنترل (به ترتیب، $P = ۰/۰۰۵$ و $P = ۰/۰۱۵$) و مقدار میانگین توده بطن چپ در گروه تمرین مقاومتی با شدت کم نسبت به گروه تمرین مقاومتی با شدت زیاد ($P = ۰/۰۰۷$) افزایش معنی‌داری نشان داد.

**بحث و نتیجه‌گیری:** تمرین مقاومتی با شدت کم نسبت به تمرین مقاومتی با شدت زیاد در پسران نوجوانان سالم منجر به برخی تغییرات در ساختار و عملکرد بطن چپ شد، احتمالاً این تغییرات با افزایش بارحجمی و بار فشاری مرتبط می‌باشند.

**واژه‌های کلیدی:** تمرین مقاومتی، بطن چپ، نوجوان.

آدرس مکاتبه: خرم آباد، گلدشت شرقی، خیابان نسترن، کوچه نسترن ۵، طبقه بالا باشگاه پرورش اندام ایران امروز

پست الکترونیک: asgharkianzadeh@yahoo.com



[ Downloaded from yafteh.lums.ac.ir on 2026-11-05 ]

## مقدمه

در دهه گذشته، فواید و خطرات احتمالی ناشی از تمرین مقاومتی در کودکان و نوجوانان مورد توجه پژوهشگران، پزشکان و مربیان قرار گرفته است (۳-۱). اخیراً تمرین مقاومتی در این گروه سنی مورد قبول واقع شده است (۴). مادامی که تمرین مقاومتی اجرا می‌شود، افزایش شدیدی در پس‌بار[1] به وجود می‌آید (۵). در واقع، این افزایش پس‌بار ممکن است یک محرک قوی محسوب شود (۶) که به تدریج باعث سازگاری بطن چپ ورزشکاران قدرتی شود (۷). این پدیده سازشی، به طور مستقیم بستگی به فشاری دارد که در اثر ورزش به دیواره حفره‌های قلب وارد می‌شود (۸). چندین مطالعه به بررسی ساختار و عملکرد بطن چپ نوجوانان در پی تمرین مقاومتی پرداخته‌اند (۱۱-۹) اما بر اساس مرور پژوهش‌های پیشین، در هیچ مطالعه‌ای به تأثیر پروتکل‌های مختلف تمرین مقاومتی بر ساختار و عملکرد بطن چپ نوجوان پرداخته نشده است. بنابراین، هدف از مطالعه حاضر، مقایسه تمرین مقاومتی با شدت کم در مقابل تمرین مقاومتی با شدت زیاد بر ساختار و عملکرد بطن چپ پسران نوجوان سالم بوسیله اکوکاردیوگرافی بود.

## مواد و روش‌ها

روش پژوهش از نوع نیمه تجربی با مجوز کمیته اخلاق دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی به شماره ۲۲۰- د بود. بیست و چهار پسر نوجوان سالم با دامنه سنی ۱۵ تا ۱۸ سال به طور داوطلبانه در مطالعه شرکت داشتند. جهت مشارکت آزمودنی‌ها، طی یک فراخوان همکاری در دبیرستان شهید سعیدی (N=۲۳۶) واقع در آموزش و پرورش ناحیه دو خرم‌آباد اطلاع‌رسانی صورت گرفت. از بین داوطلبان، کسانی انتخاب شدند که از نظر سلامت عمومی، سلامت کامل قلبی و عروقی (تشخیص توسط پزشک متخصص قلب و عروق)، عدم مصرف دارو، عدم مصرف مکمل ورزشی، عدم مصرف دخانیات و عدم سابقه ابتلاً به بیماری‌های مانند دیابت، تیروییدی و ... و عدم انجام تمرینات بدنی منظم، دارای شرایط لازم بودند.

سپس، آزمودنی‌ها به طور تصادفی در سه گروه هشت نفره تمرین مقاومتی با شدت کم (سن ۱/۱۹±۱۷ سال، قد ۱۷/۷±۱۷۱ سانتی‌متر، وزن ۱۲/۹۹±۵۶/۹۱ کیلوگرم)، تمرین مقاومتی با شدت زیاد (سن ۱/۰۶±۱۷ سال، قد ۲/۴۹±۱۷۶/۲۵ سانتی‌متر، وزن ۱۰/۴۷±۵۷/۷۸ کیلوگرم) و گروه کنترل (سن ۱/۷۵±۱۷/۲۵ سال، قد ۴/۹۲±۱۷۲/۳۸ سانتی‌متر، وزن ۹/۳۸±۵۷/۱۰ کیلوگرم) قرار گرفتند. کلیه آزمودنی‌ها و اولیاء آن‌ها پیش از اجرای مطالعه و پس از آشنایی با روند برنامه‌های تمرین و آزمایش‌ها، فرم‌های رضایت نامه شرکت در آزمایش‌ها و تمرین‌ها را تکمیل نمودند.

مشخصات فردی: سن آزمودنی‌ها بر حسب سال ثبت شد. توده‌ی بدن با استفاده از ترازوی دیجیتالی (Laica, 36020, Pante di Barbarano, Vicena, Italy) با دقت ۰/۱ کیلوگرم با حداقل لباس و بدون کفش اندازه‌گیری شد. قد با استفاده از قدسنج دیواری چینی با دقت ۰/۱ سانتی‌متر با پای برهنه و بدنی صاف و کشیده در حالی که پاها به هم چسبیده و باسن، شانه‌ها و پشت سر در تماس با دیوار بودند، با قرار دادن خط‌کش بر روی سر ثبت شد. شاخص توده‌ی بدن با تقسیم توده‌ی بدن (کیلوگرم) بر مجذور قد (مترمربع) محاسبه شد (۱۲). مساحت سطح بدن با استفاده از فرمول ماستلر[2] تخمین زده شد (۱۳). مشخصات فردی آزمودنی‌ها قبل از شروع و بلافاصله در پایان هشت هفته برنامه تمرین ثبت شد.

1. After load
2. Mosteller



[ Downloaded from yafteh.lums.ac.ir on 2026-11-05 ]

اکوکاردیوگرافی: قبل از شروع و بلافاصله در پایان هشت هفته برنامه تمرین، ساختار و عملکرد بطن چپ به روش تک بعدی و دو بعدی با استفاده از اکوکاردیوگرافی ( P8000, Esaote, s.p.d. GE, USA) و پروب ۳/۵ مگا هرتز در حالت استراحت توسط پزشک متخصص قلب و عروق ارزیابی شد. بدین صورت که از نمای‌های کنار جناغی[1] محور بلند و محور کوتاه و از نمای‌های حفره‌ای[2] چهار و پنج قطر پایان دیاستولی بطن چپ، ضخامت دیوارۀ بین بطنی و ضخامت دیوارۀ خلفی بطن چپ در پایان دیاستول و در شروع کمپلکس QRSالکتروکاردیوگرام و قطر پایان سیستولی بطن چپ، ضخامت دیوارۀ بین بطنی و ضخامت دیواره خلفی بطن چپ در پایان سیستول در پایان سیستول و در شروع موج T الکتروکاردیوگرام بر طبق دستورالعمل انجمن اکوکاردیوگرافی آمریکا اندازه‌گیری شد (۱۴). ضخامت نسبی دیواره بطن چپ با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (۱۵).

$$RWT\ (\%) = [(PWTd + VSTd)/ LVIDd]\times 100$$

در این فرمول RWT = ضخامت نسبی دیواره بطن چپ، ٪= درصد، PWTd = ضخامت دیواره خلفی بطن چپ در پایان دیاستول، VSTd = ضخامت دیواره بین بطنی در پایان دیاستول و LVIDd = قطر پایان دیاستولی بطن چپ می‌باشد. ضخامت نسبی دیواره بطن چپ به عنوان شاخص هندسی بطن چپ، اغلب برای تعیین اختلاف بین اشکال هایپرتروفی بطن چپ استفاده می‌شود (۱۶). ضخامت نسبی دیواره بطن چپ بالاتر از ۰/۴۲ نشان دهنده تغییرات درون‌گرا[3] و کمتر از ۰/۳۰ نشان دهنده تغییرات برون‌گرا[4] بود (۱۷). توده بطن چپ با استفاده از فرمول دوروکس[5] محاسبه شد (۱۸).

$$LVM\ (g) = (0.80)\ [(1.04)\ (LVIDd + PWTd + VSTd)^3 - LVIDd^3] + 0.6$$

در این فرمول LVM= توده بطن چپ، g=گرم، LVIDd= قطر داخلی بطن چپ در پایان دیاستول (به سانتی‌متر)، PWTd= ضخامت دیواره خلفی در پایان دیاستول (به سانتی‌متر)، VSTd = ضخامت دیوارۀ بین بطنی در پایان دیاستول (به سانتی‌متر) می‌باشند. شاخص توده بطن چپ از تقسیم توده بطن چپ بر مساحت سطح بدن بدست آورده شد. اگر شاخص توده بطن چپ بیشتر از ۱۲۵ گرم بر مترمربع باشد، بر طبق پیشنهاد انجمن قلب و فشار خون اروپا (۲۰۰۳) هایپرتروفی بطن چپ مطرح می‌شود (۱۹). به هر حال، ضخامت نسبی دیواره بطن چپ و شاخص توده بطن چپ برای تعیین هایپرتروفی بطن چپ بکار گرفته شد.

حجم پایان دیاستولی بطن چپ، حجم پایان سیستولی بطن چپ و کسر جهشی با استفاده از روش تکمیل شده سیمون[6] در نمای آپیکال[7] حفره‌ای چهار محاسبه شد (۲۰). حجم ضربه‌ای از اختلاف بین حجم پایان دیاستولی بطن چپ و حجم پایان سیستولی بطن چپ بدست آورده شد (۲۱).

$$SV\ (ml) = LVEDV - LVESV$$

در این فرمول SV= حجم ضربه‌ای، ml= میلی لیتر، LVEDV= حجم پایان دیاستولی بطن چپ و LVESV = حجم پایان سیستولی بطن چپ می‌باشد. کسر جهشی از تفاضل حجم پایان دیاستولی بطن چپ و حجم پایان سیستولی بطن چپ تقسیم بر حجم پایان دیاستولی بطن چپ ضربدر صد بدست آورده شد (۲۲).

$$EF\ (\%) = [(LVEDV - LVESV)/LVEDV]\times 100$$

1. Parasternal
2. Chamber
3. Concentric
4. Eccentric
5. Devereux
6. Simpson
7. Apical



[ Downloaded from yafteh.lums.ac.ir on 2026-11-05 ]

در این فرمول EF=کسر جهشی، ٪= درصد، LVEDV = حجم پایان دیاستولی بطن چپ، LVESV= حجم پایان سیستولی بطن چپ می‌باشد. درصد کسر کوتاه شدگی به عنوان شاخص مقدار انقباض عضله قلب و شاخص عملکرد سیستولیک با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (۲۲).

$$FS\ (\%) = \{(LVIDd - LVIDs)/ LVIDd\}\times 100$$

در این فرمول FS = کسر کوتاه شدگی، ٪ = درصد، LVIDd = قطر پایان دیاستولی بطن چپ، LVIDs= قطر پایان سیستولی بطن چپ می‌باشد. ضربان قلب استراحت در پایان آزمایش اکوکاردیوگرافی در همان حالت استراحت و درازکش ثبت شد. همه اندازه‌گیری‌ها پیش‌آزمون و پس‌آزمون در صبح و در حالی که آزمودنی‌ها ۱۲ ساعت قبل از آزمایش هیچگونه غذایی را مصرف نکرده بودند و چهل و هشت ساعت قبل از آزمایش در هیچگونه فعالیت بدنی شرکت نکرده بودند، انجام گرفت (پرسش نامه اطلاعات پزشکی و ورزشی). اندازه‌گیری‌ها برای تمام آزمودنی‌ها سه مرتبه اجرا شد و میانگین سه مرتبه ثبت شد.

قدرت بیشینه: با توجه به مبتدی بودن آزمودنی‌ها یک هفته قبل از شروع تمرین‌ها و در هفته چهارم و هشتم قدرت بیشینه در ده حرکت پرس پا، پرس سینه، اسکات، پرس سرشانه، جلوپا، پارویی، پشت پا، جلو بازو، ساق پا و پشت بازو به روش غیرمستقیم و یا آزمون و خطا برآورد شد. برای محاسبهٔ قدرت بیشینه، آزمودنی‌ها با برآورد اولیه از قدرت خود وزنه‌ی را انتخاب و حرکت را اجرا کردند (با پرسش از آزمودنی). اگر تعداد تکرار وزنه زدن هر آزمودنی به بیشتر از ده تکرار می‌رسید، پس از دو دقیقه استراحت با افزایش تقریباً یک تا ۲/۵ کیلوگرم به مقدار وزنه آزمون دوباره تکرار می‌شد. اگر وزنه سنگین‌تر از آن بود که آزمودنی نتواند آن را اجرا نماید یک تا ۲/۵ کیلوگرم از مقدار وزنه کاسته می‌شد و پس از دو دقیقه استراحت آزمودنی تلاش دوباره‌ای را اجرا می‌نمود. قدرت بیشینه حداکثر وزنه‌ای که آزمودنی قادر بود با موفقیت فقط برای یک بار در کل دامنه حرکت مفصل جا به جا نماید که به عنوان یک تکرار بیشینه[1] در آن حرکت ثبت شد.

برنامه تمرین: برنامه تمرین سه جلسه در هفته برای مدت هشت هفته در روزهای زوج فصل تابستان (ماه مرداد و شهریور) و دمای بین ۲۲-۱۸ درجه سانتی‌گراد به طور دایره‌ای اجرا شد. دو هفته پیش از آغاز برنامه‌های تمرین، طی سه جلسه توجیهی نحوه اجرای صحیح حرکات توسط مربیان بدنساز به آزمودنی‌ها آموزش داده شد. هر جلسه تمرین با گرم کردن عمومی (حرکات کششی و نرمشی) و گرم کردن اختصاصی (انجام حرکات وزنه‌زدن با وزنه سبک) به مدت ده دقیقه، تمرین اصلی در ده ایستگاه شامل پرس پا، پرس سینه، اسکات، پرس سرشانه، جلوپا، پارویی، پشت پا، جلو بازو، ساق پا و پشت بازو و سرد کردن (دوی نرم و حرکات کششی) به مدت ده دقیقه در سه دور انجام شد. شدت تمرین با استفاده از روش پلکانی افزایش یافت، بدین صورت که افزایش بار در هفته‌های اول، دوم، سوم، پنجم، ششم و هفتم و کاهش بار برای جلوگیری از فشارهای فیزیولوژیک در هفته‌های چهارم و هشتم اعمال شد. کلیه حرکات تمرین به وسیله دستگاه‌ها، وزنه‌های آزاد و وسایل بدنسازی (ساخت شرکت رویان ایران) در باشگاه پرورش‌اندام ایران امروز خرم‌آباد انجام گرفت. در کل دوره اجرای برنامه، آزمودنی‌های گروه کنترل در هیچگونه فعالیت بدنی و آزمودنی‌های گروه‌های تمرین هم در هیچ برنامهٔ تمرینی دیگری بجز برنامه تمرین مطالعه حاضر شرکت نداشتند (پرسش‌نامه اطلاعات پزشکی ورزشی). کلیه جلسات

1 .Reaptation maximum [RM]



[ Downloaded from yafteh.lums.ac.ir on 2026-11-05 ]

تمرینی تحت نظارت پژوهشگر و به کمک مربیان بدنساز انجام گرفت.

برنامه تمرین گروه تمرین مقاومتی با شدت کم: شدت تمرین این گروه بین ۶۰٪-۴۰٪ یک تکرار بیشینه بود. برنامه با شدت ۴۰٪ یک تکرار بیشینه در هفته اول آغاز شد و هر هفته ۵٪ بر شدت بار اضافه شد (بجز هفته چهارم و هشتم که کاهش بار اعمال شد). تعداد تکرار وزنه زدن در هر ایستگاه بین ۱۴-۱۰ تکرار بود. زمان فعالیت در هر ایستگاه سی ثانیه، زمان استراحت بین هر دو ایستگاه پانزده ثانیه و زمان استراحت بین دورهای تمرین دو دقیقه بود.

برنامه تمرین گروه تمرین مقاومتی با شدت زیاد: شدت تمرین این گروه بین ۹۰٪-۷۰٪ یک تکرار بیشینه بود. برنامه با شدت ۷۰٪ یک تکرار بیشینه در هفته اول آغاز شد و هر هفته ۵٪ بر شدت بار اضافه شد (بجز هفته چهارم و هشتم که کاهش بار اعمال شد). تعداد تکرار وزنه زدن در هر ایستگاه بین ۶-۲ تکرار بود. زمان فعالیت در هر ایستگاه ۱۵ ثانیه، زمان استراحت بین هر دو ایستگاه سی ثانیه و زمان استراحت بین دورهای تمرین دو دقیقه بود.

از آمار توصیفی برای محاسبهٔ شاخص‌های مرکزی (میانگین) و پراکندگی (انحراف معیار) استفاده شد. به منظور آزمون فرضیه‌های از آمار ناپارامتریک و آزمون ویلکاکسون[1] برای مقایسه پیش‌آزمون با پس‌آزمون هر گروه و آزمون کروسکال – والیس[2] برای مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون در بین سه گروه در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده شد. در صورت معنی‌دار بودن اختلاف بین گروه‌ها برای تعیین تفاوت گروه یک با گروه دو، گروه یک با گروه سه و گروه دو با سه از آزمون من-ویتنی[3] استفاده شد. برای این مقایسه‌های چندگانه سطح معنی‌داری با تقسیم سطح رایج ۰/۰۵ به تعداد آزمون‌ها (یعنی سه) تعدیل شد. بنابراین، سطح معنی‌داری جدید برای مقایسه چندگانه ۰/۰۱۷ در نظر گرفته شد. کلیه آزمون‌ها آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS ویرایش ۱۶ (Chicago, IL, USA) انجام گرفت.

## یافته‌ها

در طی هشت هفته برنامه تمرین، همه آزمودنی‌ها به طور کامل در مطالعه شرکت داشتند. در پیش‌آزمون، آزمودنی‌های سه گروه تفاوت معنی‌داری در مقادیر میانگین‌های مشخصات عمومی و متغیرهای ساختاری و عملکردی بطن چپ نشان ندادند که نشانه همگن بودن آزمودنی‌ها بود (جدول شماره ۱).

در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون، در گروه تمرین مقاومتی با شدت کم مقادیر میانگین‌های مساحت سطح بدن ($P = ۰/۰۲۷$) و ضخامت دیواره خلفی بطن چپ در پایان سیستول ($P = ۰/۰۲۸$) افزایش معنی‌داری نشان دادند و مقدار میانگین ضربان قلب استراحت ($P = ۰/۰۱۷$) کاهش معنی‌داری نشان داد. مقادیر میانگین‌های دیگر مشخصات عمومی و متغیرهای ساختاری و عملکردی بطن چپ در گروه تمرین مقاومتی با شدت کم در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون تغییر معنی‌داری نشان ندادند. در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون، درگروه‌های تمرین مقاومتی با شدت زیاد و گروه کنترل هیچ یک از مقادیر میانگین‌های مشخصات عمومی و متغیرهای ساختاری و عملکردی بطن چپ تغییر معنی‌داری نشان ندادند.



[ Downloaded from yafteh.lums.ac.ir on 2026-11-05 ]

**جدول ۱. مشخصات عمومی و متغیرهای ساختاری و عملکردی بطن چپ آزمودنی‌های سه گروه در پیش و پس آزمون**

| متغیر | گروه LIRT | | گروه HIRT | | گروه CG | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | پیش آزمون | پس آزمون | پیش آزمون | پس آزمون | پیش آزمون | پس آزمون |
| سن (سال) | ۱۷±۱/۱۹ | ۱۷±۱/۱۹ | ۱۷±۱/۰۶ | ۱۷±۱/۰۶ | ۱۷/۲۵±۱/۷۵ | ۱۷/۲۵±۱/۷۵ |
| قد (سانتی‌متر) | ۱۷۱±۱۷/۷ | ۱۷۱±۱۷/۷ | ۱۷۶/۲۵±۲/۴۹ | ۱۷۶/۲۵±۲/۴۹ | ۱۷۲/۳۸±۴/۹۲ | ۱۷۲/۳۸±۴/۹۲ |
| وزن (کیلوگرم) | ۵۶/۹۱±۱۲/۹۹ | ۵۷/۳۵±۱۲/۱۶ | ۵۷/۷۸±۱۰/۴۷ | ۵۹/۲۳±۱۰/۰۷ | ۵۷/۱۰±۹/۳۸ | ۵۶/۹۶±۹/۴۴ |
| BMI (کیلوگرم/مترمربع) | ۱۹/۳۰±۳/۱۶ | ۱۹/۴۵±۲/۸۲ | ۱۸/۵۵±۲/۹۳ | ۱۹/۰۱±۲/۷۵ | ۱۹/۱۷±۲/۸۵ | ۱۹/۰۹±۲/۸۸ |
| BSA (مترمربع) | ۱/۵۶±۰/۱۱ | ۱/۶۴±۰/۱۹¤ | ۱/۶۷±۰/۱۵ | ۱/۶۹±۰/۱۴ | ۱/۶۵±۰/۱۳ | ۱/۶۴±۰/۱۴ |
| LVIDd (میلی‌متر) | ۴۱/۹۳±۶/۸۷ | ۴۵/۷۷±۳/۴۱ | ۴۳/۵۳±۵/۹۶ | ۴۱/۷۲±۵/۲۰ | ۴۱/۰۳±۳/۵۵ | ۴۱/۰۲±۳/۵۸ |
| LVIDs (میلی‌متر) | ۳۲/۵۷±۳/۹۳ | ۳۲/۳۵±۳/۵۵ | ۳۲/۲۷±۱/۷۰ | ۲۸/۴۸±۶/۱۲ | ۳۰/۷۱±۴/۰۵ | ۳۰/۶۳±۴/۱۶ |
| PWTd (میلی‌متر) | ۸/۸۷±۱/۳۹ | ۹/۰۳±۱/۹۵ | ۷/۹۶±۱/۱۱ | ۷/۵۰±۱/۹۲ | ۸/۶۰±۱/۱۷ | ۸/۹۲±۱/۱۳ |
| PWTs (میلی‌متر) | ۹/۴۵±۱/۱۱ | ۱۰/۲۸±۰/۱۳°¤ | ۹/۰۹±۲/۱۶ | ۸/۸۳±۱/۲۵ | ۸/۶۹±۲/۰۲ | ۸/۷۲±۱/۹۹ |
| VSTd (میلی‌متر) | ۸/۵۳±۲/۲۲ | ۹/۶۱±۱/۰۳ | ۸/۱۳±۲/۴۵ | ۷/۷۲±۱/۷۶ | ۹/۱۳±۱/۰۵ | ۹/۱۴±۱/۰۵ |
| VSTs (میلی‌متر) | ۱۰/۰۹±۰/۳۷ | ۹/۵۴±۱/۲۲ | ۹/۸۴±۰/۶۲ | ۹/۴۱±۰/۸۵ | ۹/۵۷±۰/۸۳ | ۹/۵۲±۰/۸۲ |
| RWT (٪) | ۴۲/۴۲±۹/۸۲ | ۴۱±۷/۰۶ | ۳۵/۹۶±۹/۷۸ | ۳۷/۰۲±۹/۳۰ | ۴۴/۴۲±۵/۸۴ | ۴۴/۳۰±۵/۸۷ |
| LVM (گرم) | ۱۱۸/۸۲±۴۲/۰۲ | ۱۴۷/۵۷±۳۰/۲۲° | ۱۰۰/۳۱±۴۴/۲۹ | ۹۵/۹۲±۳۰/۸۳ | ۱۱۶/۳۴±۲۲/۷۷ | ۱۱۵/۹۳±۲۳/۶۱ |
| LVMi (گرم/مترمربع) | ۷۶/۵۱±۳۰/۰۱ | ۹۰/۵۶±۱۹/۰۴° | ۶۰/۴۶±۲۷/۱۵ | ۵۷/۴۳±۱۹/۷۰ | ۶۹/۸۳±۱۰/۳۴ | ۷۰/۱۰±۱۰/۷۸ |
| LVEDV (میلی‌لیتر) | ۱۰۱/۵۵±۱۲/۳۴ | ۱۰۲/۱۱±۱۲/۷۹ | ۹۶/۱۸±۸/۹۵ | ۹۶/۳۸±۸/۸۳ | ۱۰۱/۵۰±۱۴/۱۵ | ۱۰۱/۵۶±۱۴ |
| LVESV (میلی‌لیتر) | ۴۳/۱۸±۱۰/۹۵ | ۴۲/۷۴±۱۱/۵۹ | ۳۶/۵۸±۷/۷۴ | ۳۶/۳۸±۷/۳۶ | ۳۹/۱۲±۱۱/۱۰ | ۴۰/۹۴±۱۳/۰۲ |
| SV (میلی‌لیتر) | ۵۸/۳۷±۳/۴۶ | ۵۹/۳۷±۳/۹۲ | ۵۹/۷۲±۳/۳۹ | ۶۰±۲/۸۷ | ۶۲/۳۸±۴/۷۸ | ۶۰/۶۲±۴/۲۴ |
| EF (٪) | ۵۸±۵/۶۵ | ۵۶/۵۰±۴ | ۶۲/۳۷±۵/۰۴ | ۶۰/۱۲±۷/۴۱ | ۶۲/۱۲±۶/۴۹ | ۶۲/۵۰±۶/۱۴ |
| FS (٪) | ۲۰/۹۹±۱۳/۷۴ | ۲۹/۲۸±۵/۷۸ | ۲۴/۸۶±۸/۹۴ | ۳۰/۷۴±۱۶/۸۱ | ۲۴/۷۶±۱۱/۲۴ | ۲۴/۹۲±۱۱/۴۲ |
| RHR (ضربه/دقیقه) | ۷۳±۴/۲۷ | ۷۱±۳/۲۵¤ | ۷۰/۶۲±۳/۵۰ | ۷۰/۳۷±۳/۵۰ | ۷۲/۲۵±۴/۲۶ | ۷۲/۶۲±۳/۴۶ |

همه مقادیر بر اساس انحراف استاندارد ± میانگین بیان شده است.LIRT = تمرین مقاومتی با شدت کم،HIRT = تمرین مقاومتی با شدت زیاد، CG = گروه کنترل، BMI = شاخص توده بدن، BSA = مساحت سطح بدن، LVIDd = قطر پایان دیاستولی بطن چپ، LVIDs = قطر پایان سیستولی بطن چپ، PWTd = ضخامت دیواره خلفی بطن چپ در پایان دیاستول، PWTs = ضخامت دیواره خلفی بطن چپ در پایان سیستول، VSTd = ضخامت جداره بین بطنی در پایان دیاستول، VSTs = ضخامت جداره بین بطنی در پایان سیستول، MWT = میانگین ضخامت دیواره، RWT = ضخامت نسبی دیواره، LVM = توده بطن چپ، LVMi = شاخص توده بطن چپ، LVEDV = حجم پایان دیاستولی بطن چپ، LVESV = حجم پایان سیستولی بطن چپ، SV = حجم ضربه‌ای، EF = کسر جهشی، FS = کسر کوتاه شدگی، RHR = ضربان قلب استراحت.

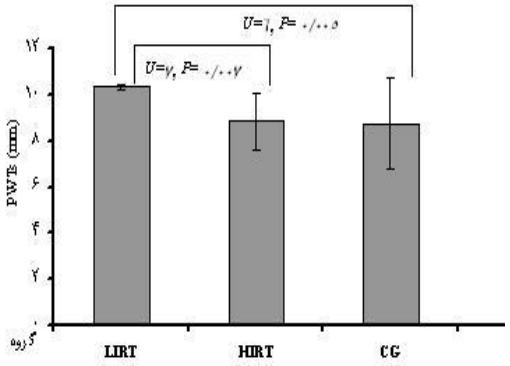
¤ اختلافات معنی‌داری بین مقادیر پیش آزمون و پس آزمون (P<۰/۰۵).

° اختلافات معنی‌داری بین گروه‌ها در پس آزمون (P<۰/۰۵).

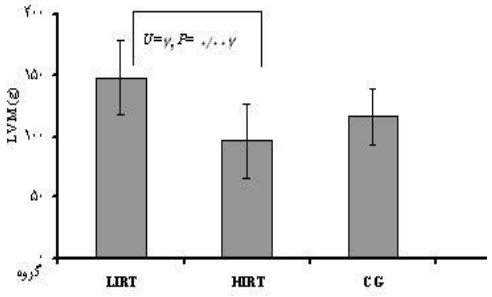
در پس‌آزمون، وقتی که مشخصات عمومی و متغیرهای ساختاری و عملکردی بطن چپ سه گروه با هم مقایسه شدند، بین مقادیر میانگین‌های ضخامت دیواره خلفی بطن چپ در پایان سیستول (P = ۰/۰۰۸)، توده بطن چپ (P = ۰/۰۱۴) و شاخص توده بطن چپ (P = ۰/۰۰۷) در سه گروه اختلاف معنی‌داری مشاهده شد، ولی در بین دیگر مقادیر میانگین‌های مشخصات عمومی و متغیرهای ساختاری و عملکردی بطن چپ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. تفاوت دو به دوی گروه‌ها نشان داد که مقدار میانگین ضخامت دیواره خلفی بطن چپ در پایان سیستول در گروه تمرین مقاومتی با شدت کم نسبت به گروه تمرین مقاومتی با شدت زیاد (P = ۰/۰۰۷) و گروه کنترل (P = ۰/۰۰۵) (شکل۱)، مقدار میانگین توده بطن چپ در گروه تمرین مقاومتی با شدت کم نسبت به گروه تمرین مقاومتی با شدت زیاد (P = ۰/۰۰۷) (شکل۲) و مقدار میانگین شاخص توده بطن چپ در گروه تمرین مقاومتی با شدت کم نسبت به گروه تمرین مقاومتی با شدت زیاد (P = ۰/۰۰۵) و گروه کنترل (P = ۰/۰۱۵) افزایش معنی‌داری دارد (شکل ۳).



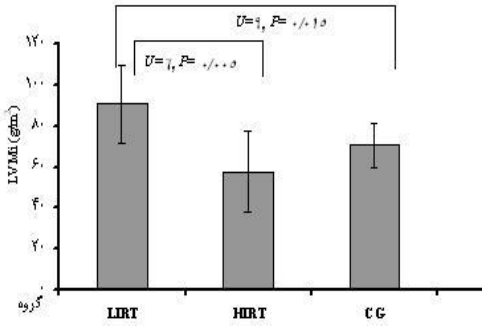
[ Downloaded from yafteh.lums.ac.ir on 2026-11-05 ]




**شکل ۱. افزایش معنی‌دار میانگین ضخامت دیواره خلفی بطن چپ در پایان سیستول (PWTs) در گروه تمرین مقاومتی با شدت کم نسبت به گروه تمرین مقاومتی با شدت زیاد (P = ۰/۰۰۷) و گروه کنترل (P = ۰/۰۰۵)، همه مقادیر بر اساس انحراف استاندارد ± میانگین بیان شده است.**




**شکل ۲. افزایش معنی‌دار میانگین توده بطن چپ در گروه تمرین مقاومتی با شدت کم نسبت به گروه تمرین مقاومتی با شدت زیاد (P = ۰/۰۰۷)، همه مقادیر بر اساس انحراف استاندارد ± میانگین بیان شده است.**




**شکل ۳. افزایش معنی‌دار میانگین شاخص توده بطن چپ در گروه تمرین مقاومتی با شدت کم نسبت به گروه تمرین مقاومتی با شدت زیاد (P = ۰/۰۰۵) و گروه کنترل (P = ۰/۰۱۵)، همه مقادیر بر اساس انحراف استاندارد ± میانگین بیان شده است.**

## بحث و نتیجه‌گیری

هدف از مطالعه حاضر، مقایسه تمرین مقاومتی با شدت کم در مقابل تمرین مقاومتی با شدت زیاد بر ساختار و عملکرد بطن چپ پسران نوجوان سالم با استفاده از اکوکاردیوگرافی بود. مهم‌ترین یافته‌های مطالعه حاضر این بود که در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون، در گروه تمرین مقاومتی با شدت کم مقادیر میانگین‌های ضخامت دیواره خلفی بطن چپ در پایان سیستول و ضربان قلب استراحت به ترتیب افزایش و کاهش معنی‌داری نشان داد. در پس‌آزمون، مقادیر میانگین‌های ضخامت دیواره خلفی بطن چپ در پایان سیستول و شاخص توده بطن چپ در گروه تمرین مقاومتی با شدت کم نسبت به گروه تمرین مقاومتی با شدت زیاد و گروه کنترل و مقدار میانگین توده بطن چپ در گروه تمرین مقاومتی با شدت کم نسبت به گروه تمرین مقاومتی با شدت زیاد افزایش معنی‌داری نشان داد.

قلب در پاسخ به تمرین ورزشی تغییرات ساختاری و عملکردی پیدا می‌کند. معمولاً تغییرات قلبی در رابطه با ورزش در ورزشکاران تفریحی ضعیف‌اند، امّا در ورزشکاران نخبه ممکن است مشخص و واضح باشند. درجه سازش به نوع تمرین، شدت تمرین، طول اجراء تمرین (۲۶-۲۳) و همچنین فعالیت ورزشی و برنامه‌های تمرینی وابسته است (۲۷). پس از برنامه تمرین، در آزمودنی‌های گرو تمرین مقاومتی با شدت کم میانگین قطر پایان دیاستولی بطن چپ (هر چند معنی‌دار نبود) افزایش و ضربان قلب استراحت کاهش نشان دادند. افزایش قطر پایان دیاستولی بطن چپ نشانهٔ اضافه‌بار حجمی[1] بر روی قلب است، همانند آنچه در ورزشکاران استقامتی رخ می‌دهد (۲۸). این اضافه‌بار تابعی از بازگشت وریدی، حجم بطن و کاهش ضربان قلب است (۲۹) مطالعات گذشته نشان دادند انجام تمرین مقاومتی کوتاه مدت بر

1. Volume load



[ Downloaded from yafteh.lums.ac.ir on 2026-11-05 ]

قطر پایان دیاستولی بطن چپ یا تأثیر جزئی دارند یا هیچ تأثیری ندارند (۳۴-۳۰).

در بیان علل احتمالی این یافته‌ها پلشا[1] و همکاران اظهار داشتند که نوع ورزش و سطح بدن بیشترین رابطه معنی‌دار را با قطر پایان دیاستولی بطن چپ دارند (۳۵). هم چنین عامل نوع، شدت و مدت تمرین‌های انجام شده از عوامل تأثیرگذار بر سازگاری‌های قلبی است (۳۶). احتمالاً افزایش قطر پایان دیاستولی بطن چپ به دلیل استراحت کوتاه مدتی بود که بین ایستگاه‌های تمرین در هر دور تمرین طراحی شده بود که به موجب آن دستگاه قلبی و عروقی با الگوی اضافه‌بار حجمی رو به رو بوده است، که ممکن است این الگوی اضافه‌بار با پیش‌بار همراه بوده و منجر به تغییر در قطر پایان دیاستولی بطن چپ شده است. کاهش ضربان قلب استراحت نشانه-ای از افزایش فعالیت عصب واگ (پاراسمپاتیک) است که در بین ورزشکاران استقامتی رایج است (۳۷).

احتمالاً در گروه تمرین مقاومتی با شدت کم با توجه به ماهیت این نوع تمرین، سیستم عصبی واگ فعال شده است که باعث کاهش ضربان قلب استراحت در این گروه شد. به طور کلی، مطالعات انجام شده در زمینه تمرین مقاومتی کوتاه مدت، کاهش قابل ملاحظه‌ای در حدود پنج تا ۱۲ درصد و گاهی کاهش غیرقابل ملاحظه‌ای را در ضربان قلب استراحت نشان داده‌اند (۳۱). کاناکیس و هیکسون[2] نشان داد که ده هفته تمرین مقاومتی بالاتنه و پایین تنه باعث کاهش ضربان قلب استراحت می‌شود (۳۴).

فلک[3] نشان داد تمرین مقاومتی با توجه به مساحت سطح بدن تغییرات کمی در ضربان قلب استراحت ایجاد می‌کند (۳۱). جری[4] و همکاران نشان دادند تمرین مقاومتی باعث افزایش ضربان قلب استراحت می‌شود (۳۲). در این زمینه نشان داده شده است نوع تمرین مقاومتی، همچنین مقدار توده عضلانی، درصد یک تکرار بیشینه بلند شده در مرحله انقباض اثر عمیقی بر ضربان قلب در طول تمرین مقاومتی پویا دارد (۳۸).

در کنار این دو تغییر، در آزمودنی‌های گروه تمرین مقاومتی با شدت کم میانگین ضخامت دیواره خلفی بطن چپ در پایان سیستول افزایش نشان داد. احتمال دارد این افزایش در میانگین ضخامت دیواره خلفی بطن چپ در پایان سیستول به علت ماهیت تمرین باشد. افزایش ضخامت دیوارهٔ یک سازگاری نسبت به افزایش فشار خون در حین تمرین‌های قدرتی می‌باشد (۳۹). ساجو[5] و همکاران دریافتند که تمرین با وزنه باعث افزایش فشار خون در افراد نوجوان می‌شود (۱۰). احتمالاً ماهیت تمرین در گروه تمرین مقاومتی با شدت کم به شکلی بوده است که منجر به افزایش فشار خون در حین تمرین شده و این افزایش فشار خون با افزایش در ضخامت دیواره خلفی بطن چپ در پایان سیستول در ارتباط بوده است.

این مطالعه نشان داد در پس‌آزمون، میانگین‌های ضخامت دیواره خلفی بطن چپ در پایان سیستول و شاخص توده بطن چپ در گروه تمرین مقاومتی با شدت کم نسبت به گروه تمرین مقاومتی با شدت زیاد و گروه کنترل و میانگین توده بطن چپ در گروه تمرین مقاومتی با شدت کم نسبت به گروه تمرین مقاومتی با شدت زیاد افزایش معنی‌داری داشت. احتمالاً علت این اختلافات به علت پاسخ‌ها متفاوتی است که بر اثر پروتکل‌های مختلف تمرین مقاومتی حاصل می‌شود. اعتقاد بر این است که افزایش بارفشاری[6] و بعد هم فشار دیواره که در ارتباط با تمرین مقاومتی ایجاد می‌شود، ممکن است یک محرک مهم در افزایش ضخامت دیواره و توده بطن چپ باشد (۶).

در واقع، افزایش ضخامت دیواره یک سازگاری بر اثر افزایش فشار خون است (۳۹). به نظر می‌رسد، افزایش میانگین توده بطن

1. Pelliccia
2. Kanakis & Hickson
3. Fleck
4. Jerry
5. Sagiv
6. Pressure load



[ Downloaded from yafteh.lums.ac.ir on 2026-11-05 ]

چپ در گروه تمرین مقاومتی با شدت کم بر اثر افزایش ضخامت دیواره و قطر پایان دیاستولی بطن چپ، حاصل شده است که احتمالاً این تغییرات بر اثر ماهیت تمرین در گروه تمرین مقاومتی با شدت کم به وجود آمده است. نیلور[1] و همکاران (۹) در نوجوانان چاق قبل از بلوغ و ساجو و همکاران (۱۰) در وزنه‌برداران نوجوان هیچگونه تغییری در ضخامت دیواره و توده بطن چپ مشاهده نکردند.

احتمالاً این تفاوت به دلیل ماهیت و نوع اجرای تمرین مقاومتی است. به دلیل تفاوت برنامه تمرین مقاومتی و اصلاحاتی که در شدت تمرین (۴۰٪ تا ۶۰٪ در مقابل ۷۰٪ تا ۹۰٪، به ترتیب)، تعداد تکرار وزنه زدن (ده تا ۱۴ در مقابل دو تا شش تکرار، به ترتیب)، زمان‌های فعالیت در ایستگاه‌های تمرین (سی در مقابل ۱۵ ثانیه، به ترتیب) و فاصله استراحتی کم بین ایستگاه‌های تمرین (۱۵ در مقابل سی ثانیه، به ترتیب) به وجود آمد، ماهیت برنامه در گروه تمرین مقاومتی با شدت کم به نسبت گروه تمرین مقاومتی با شدت زیاد، به نوعی به تمرین مقاومتی- استقامتی نزدیک‌تر شد. نشان داده شده است که تمرین مقاومتی با شدت زیاد و تعداد تکرار کم و فواصل استراحتی طولانی باعث افزایش قدرت بیشینه می‌شود. در حالی که، تمرین مقاومتی با شدت کم و تعداد تکرار زیاد و فاصله استراحت کوتاه منجر به هایپرتروفی عضله خواهد شد (۴۲-۴۰).

درگیر شدن در برنامه تمرین مقاومتی که به شکل دایره‌ای اجرا می‌شود دارای این مزیت است که این نوع تمرین بعضی از ویژگی‌های تمرین هوازی و تمرین مقاومتی را با هم ترکیب می‌کند (۴۳). بعد از تمرین دایره‌ای با وزنه[2] افزایش استقامت، قدرت و ظرفیت پمپاژ قلب ایجاد می‌شود (۴۴، ۴۵). در واقع، تمرین دایره‌ای با وزنه نوعی تمرین تناوبی[3] است که ورزش قدرتی را با ورزش‌های استقامتی و هوازی ترکیب می‌کند (۴۶).

بنابراین، به دلیل طبیعت خاصی که در تمرین دایره‌ای با وزنه شامل دوره‌های تمرین مقاومتی با فاصله استراحت کم است، احتمالاً این شکل از تمرین باعث افزایش در هر دو پیش‌بار و پس‌بار می‌شود. با این حال، به نظر می‌رسد تغییرات حاصل از پس‌بار به مراتب بیشتر از پیش‌بار باعث تغییرات بطن چپ در گروه تمرین مقاومتی با شدت کم می‌شود زیرا اگر پیش‌بار به عنوان اضافه‌بار غالب ایجاد می‌شد می‌بایست تغییرات حجم‌های قلبی را شاهد باشیم در صورتی که حجم‌های قلبی تغییری در پی تمرین مقاومتی نداشت که نشانه قالب بودند اضافه‌بار فشاری است (۴۷). بنابراین، ممکن است که ترکیب هر دو بار حجمی و بار فشاری تغییرات در رابطه با گروه تمرین مقاومتی با شدت کم را توضیح دهد.

در نتیجه، این مطالعه نشان داد که تمرین مقاومتی با شدت کم نسبت به تمرین مقاومتی با شدت زیاد در پسران نوجوانان سالم منجر به برخی تغییرات در ساختار و عملکرد بطن چپ شد، احتمالاً این تغییرات با افزایش بارحجمی و فشاری مرتبط باشند پیشنهاد می‌شود در آینده مطالعه‌ای در زمینه پروتکل‌های مختلف تمرین مقاومتی بر ساختار و عملکرد بطن چپ زنان و افراد مسن انجام گیرد.

## تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی به کد شناسایی ۱۰۱۲۱۴۰۲۸۶۲۰۲۲ بود. در پایان، از دکتر محمد دانشور جراح متخصص قلب و عروق که اندازه‌گیری متغیرهای اکوکاردیوگرافی را انجام دادند، تقدیر و تشکر می‌نمایم.

1. Naylor
2. Circuit weight training [CWT]
3. Interval training



[ Downloaded from yafteh.lums.ac.ir on 2026-11-05 ]

## References


1. American Academy of Pediatrics, Committee on Sports Medicine. Strength training by children and adolescents. Review. Pediatrics. 2008; 121(4): 835-840.
2. Faigenbaum AD. State of the Art Reviews: Resistance Training for Children and Adolescents: Are There Health Outcomes? Am J Lifestyle Med. 2007; 1(3): 190-200.
3. Faigenbaum AD, Kraemer WJ, Blimkie CJR, Jeffreys I, Micheli LJ, Nitka M, Rowland TW. Youth resistance training: Updated position statement paper from the national strength and conditioning association. J Strength Cond Res. 2009; 23(5): S60-79.
4. Faigenbaum AD, Wescott WL, Micheli LJ, et al. The effects of strength training and detraining on children. J Strength Cond. 1996; 10(2):109-114.
5. McDougall JD, Tuxen D, Sale DG, Moroz JR, Sutton JR. Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. Am J Physiol 1985; 58(3): 785-790.
6. Colan SD. Mechanics of left ventricular systolic and diastolic function in physiologic hypertrophy of the athlete's heart. Cardiol Clin. 1997; 15(3): 355-372.
7. Pluim BM, Zwindermann AH, VanderLaarse A, VanderWall E. The Athlete's Heart: A meta-analysis of cardiac structure and function. Circulation. 2000; 101(3): 336-344.
8. Wilmore JH, Costill D L. Physiology of Sport and Exercise. 3rd edition. Champaign, IL: Human Kinetics, 2004.
9. Naylor LH, Watts K, Sharpe JA, Jones TW, Davis EA, Thompson A, George K, Ramsay JM, O,Driscoll G, Green DJ. Resistance training and diastolic myocardial tissue velocities in obese children. Med Sci Sports Exerc. 2008; 40(12): 2027-2032.
10. Sagiv M, Sagiv M, Ben-Sira D. weight lifting training and left ventricular function in adolescent subjects. J Sports Med Phys Fitness. 2007; 43(3): 329-334.
11. Sagiv M, Shapiro Y, Ben-Sira D, Shapira H. Effect of isometric vs running training programs on left ventricular and hemodynamic alterations at rest on healthy adolescent girls. Int J Sports Cardiol. 1986; 3: 30-34.
12. Kurbel S, Zucic D, Vrbanec 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.
13. Mosteller, R.D. Simplified calculation of body-surface area. N Engl J Med. 1987; 317(17): 1098.
14. Gottdiener JS, Bednarz J, Devereux R, Gardin J, Klein A, Manning WJ, Morehead A, Kitzman D, Oh J, Quinones M, Schiller NB, Stein JH, Weissman NJ. American Society of Echocardiography recommendations for use of echocardiography in clinical trials. J Am Soc Echocardiogr. 2004; 17(10):1086-1119.
15. Venckunas T, Lionikas A, Marcinkeviciene JE, Raugaliene R, Alekrinskis A, Stasiulis A. Echocardiographic parameters in athletes of different sports. J Sports Sci Med. 2008; 7: 151-156.
16. Roman MJ, Saba S, Pini R, Spitzer M, Pickering TG, Rosen S, Alderman MH, Deveruex RB. Parallel cardiac and vascular




[ Downloaded from yafteh.lums.ac.ir on 2026-11-05 ]

adaptation in hypertension. Circulation. 1992; 86(6): 1909-1918.
17. Krumholz HM, Larson M, Levy D. Prognosis of left ventricular geometric patterns in the Framingham Heart Study. J Am Coll Cardiol. 1995; 25(4): 879-884.
18. Devereux RB. Detection of left ventricular hypertrophy by M-mode echocardiography. Hypertension. 1987; 9(Suppl II): II-19 -II-26.
19. Venckunas T, Raugaliene R, Jankauskiene E. Structure and function of distance runners' heart. Medicina (Kaunas). 2005; 41 (8): 685-692.
20. Schiller NB, Shan PM, Crawford M, DeMaria A, Devereux R, Feigenbaum H, Gurgesell H, Reichek N, Sahn D, Schnittger I, Silveman NH, Tajik AJ. Recommendations for quantitation of the left ventricle by two-dimensional echocardiography. J Am Soc Echocardiogr. 1989; 2(5): 358-367.
21. Anderson B. Echocardiography: The normal Examination and Echocardiographic Measurements. 1st ed, Manly, Queensland: MGA Graphics, 2000.
22. Feigenbaum H, Armstrong W, Ryan T. Feigenbaum,s echocardiography. London: Lippincott Williams & Wilkins, 2005.
23. Bloomer RJ. Does resistance training stimulates cardiac muscle hypertrophy? National Strength & Conditioning Association. 2003; 25(2): 7–15.
24. Pelliccia A, Maron BJ, Culasso F, Spataro A, Caselli G. (1996). Athlete's heart in women: echocardiographic characterization of highly trained elite female athletes. JAMA. 1996; 276(3): 211-215.
25. Richey PA, Brown SP. Pathological versus physiological left ventricular hypertrophy: A review. J Sports Sci. 1998; 16(2): 129-141.
26. Urhausen A, Monz T, Kindermann W, (1996). Sports specific adaptation of left ventricular muscle mass in athlete's heart. An echocardiographic study with 400 – m Rnners and soccer players. Int J Sports Med. 1996; 17 (Suppl.3): S152 - S156.
27. D'Andrea A, Limongelli G, Caso P, Sarubbi B, Pietra AD, Brancaccio P, Cice G, Scherillo M, Limongelli F, Calabro R. Association between left ventricular structure and cardiac performance during effort in two morphological forms of athlete's heart. Int J Cardiol. 2002; 86 (2): 177 – 84.
28. Fleck SJ. Cardiovascular responses to strength training. In: Komi PV, (editor). Strength and power for sport. Oxford: Blackwell science. Olympic Encydopedia of Sports Medician. Volume III: 2003.
29. Robergs R, Roberts S. Fundamental Principles of Exercise Physiology: For Fitness, Performance and Health. Boston: McGraw-Hill; illustrated edition. 1999.
30. Barauna VG, Rosa KT, Irigoyen MC, Oliveira EM. Effects of resistance training on ventricular function and hypertrophy in a rat model. Clin Med Res. 2007; 5(2): 114-120.
31. Fleck SJ. Cardiovascular adaptations to resistance training. Med Sci Sports Exerc. 1988; 20(5): S146-S51.
32. Jerry J, Moya M, Kravitz L.A. A review of the acute cardiovascular responses to resistance exercise of healthy young and adults. The journal of strength and conditioning research. 1999; 13(1): 90-96.

[ Downloaded from yafteh.lums.ac.ir on 2026-11-05 ]

33. 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): 159-163.
34. Kanakis C, Hickson RC. Left ventricular responses to a program of lower limb Strength training. Chest. 1980; 78(4): 618-621.
35. Pelliccia A, Spataro A, Caselli G, Maron BJ. Absence of left ventricular wall thickening in athletes engaged in intense power training. Am J Cardiol. 1993; 72(14):1048-1054.
36. Pluim BM, Hildo JL, Hein WMK, Eerre L, Vliegen AR, Ernst E. Functional and metabolic evaluation of the athlete's heart by magnetic resonance imaging and dobutamine stress magnetic resonance spectroscopy. 1998; 97(7): 666-672.
37. Fox EL. Mathews DK. The Physiological Basis of Physical Education and Athletics, third edition. Philadelphia, Saunders College Publishing, 1981.
38. Falkel JE, Fleck SJ, Murray TF. Comparison of central hemodynamics between powerlifters and bodybuilders during resistance exercise. J Appl Sport. 1992; 6(1): 24-35.
39. Effron MB. Effects of resistance training on left ventricular function. Med Sci Sports Exerc1989;1(6): 694-697.
40. Bompa TO, DiPasquale M, Cornacchia LJ. Serious Strength Training. 2nd ed.; Champaign: Human Kinetics: Leeds, UK, 2003: pp. 245-269.
41. Fleck S, Kraemer WJ. Resistance training and exercise prescription. In: Fleck SJ, Kraemer WJ, Editors. Designing resistance training programs. Champaign: Human Kinetics, 2004: pp. 81-179.
42. Kraemer WJ, Noble BJ, Clark MJ, Culver BW. Physiologic responses to heavy-resistance exercise with very short rest periods. Int J Sports Med. 1987; 8(4): 247-252.
43. Camargo MD, Stein R, Ribeiro JP, Schvartzman PR, Rizzatti MO, Schaan BD. Circuit weight training and cardiac morphology: a trial with magnetic resonance imaging. Br J Sports Med. 2008; 42(2):141-145.
44. 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.
45. Wilmore JH, Parr RB, Girandola RN, Ward P, Vodak PA, Barstow TJ, Pipes TV, Romero GT, Leslie P. Physiological alterations consequent to circuit weight training. Med Sci Sports. 1978; 10(2): 79-84.
46. Kravitz L. The fitness professional's complete guide to circuits and intervals. IDEA Today 1996; 14(1): 32-43.
47. Sagiv M, Hanson P, Besozzi M, Nagle F. Left ventricular responses to upright isometric hangrip and deadlift in men with coronary artery disease. Am J Cardiol. 1985; 55(11):1298-1302.



[ Downloaded from yafteh.lums.ac.ir on 2026-11-05 ]