



تغییرات شاخص‌های ساختاری و عملکردی قلب مردان نخبه‌ی سه‌گانه‌کار

دکتر افشار جعفری^{۱*}، رسول هاشم‌کندی^۲، دکتر علیرضا رحیمی^۳، دکتر فریبرز اکبرزاده^۴

(۱) استادیار دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تبریز، (۲) کارشناس ارشد تربیت بدنی و علوم ورزشی (۳) استادیار دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی کرج، (۴) استادیار دانشگاه علوم پزشکی تبریز

پذیرش: ۸۸/۶/۲۱

اصلاح توسط نویسنده: ۱۳۸۸/۶/۴

دریافت: ۸۸/۳/۲۵

چکیده

زمینه و اهداف: به عنوان یک اصل پذیرفته شده، ورزش‌های استقامتی عمدتاً باعث سازگاری‌های قلبی و همودینامیکی می‌شوند. با این حال، مطالعات نسبتاً کمی درباره‌ی اثرات ورزش سه‌گانه روی سازگاری‌های ریخت‌شناسی و فیزیولوژیکی قلب انجام شده است. از اینرو، تحقیق حاضر به منظور تعیین تغییرات شاخص‌های ساختاری و عملکردی قلب مردان نخبه‌ی سه‌گانه‌کار در مقایسه با افراد غیرورزشکار انجام شد.

روش شناسی: بدین منظور ۱۰ مرد سه‌گانه‌کار نخبه (میانگین سنی $18/7 \pm 1/49$ سال، شاخص توده‌ی بدن $21/11 \pm 0/94$ کیلوگرم/متر مربع) و ۱۰ مرد غیرورزشکار سالم (میانگین سنی $19/5 \pm 1/08$ سال، شاخص توده‌ی بدن $22 \pm 2/14$ کیلوگرم/متر مربع) به صورت داوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند. ابعاد و عملکرد قلب با استفاده از دستگاه‌های اکوکاردیوگرافی دو بعدی و داپلر M-mode مورد ارزیابی قرار گرفت. مقادیر نسبی شاخص‌های قلبی با استفاده از رویه‌ی سطح بدن اصلاح شد. داده‌های حاصله به صورت میانگین و انحراف استاندارد به کمک آزمون t مستقل در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ تجزیه و تحلیل شد.

یافته‌ها: یافته‌های تحقیق حاضر حاکی است شاخص‌های ساختاری قلب (توده و ابعاد پایان دیاستولی بطن چپ و ضخامت دیواره‌ی خلفی حین سیستول و دیاستول) و حجم ضربه‌ای سه‌گانه‌کاران به طور معنی‌دار بزرگتر از گروه کنترل است ($P < 0/05$)؛ اما شاخص‌های عملکردی ضربان و حاصل ضرب مضاعف ضربان- فشار قلب این ورزشکاران در حین استراحت به طور معنی‌داری کمتر از گروه غیرورزشکار است ($P < 0/05$). با این حال، هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری بین برون‌ده، کسر تخلیه، زمان کوتاه‌شدگی و فشار خون سیستولی قلب سه‌گانه‌کاران و گروه کنترل در حالت استراحت مشاهده نشد ($P < 0/05$).

نتیجه‌گیری: از اینرو، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که فشار همودینامیکی ناشی از انجام ورزش سه‌گانه باعث هایپرتروفی قلب می‌شود. با این حال، برخلاف هایپرتروفی پاتولوژیک، ترکیب حجم‌شدگی درون‌گرا و برون‌گرای قلب سه‌گانه‌کاران همراه با کاهش ضربان و حاصل ضرب ضربان- فشار در حد کاملاً طبیعی و بهتر از افراد غیرورزشکار است.

واژه‌های کلیدی: شاخص‌های ساختاری و عملکردی قلب، اکوکاردیوگرافی، سه‌گانه‌کاران.

مقدمه

پاتولوژیک، یک پدیده‌ی فیزیولوژیک به شمار می‌رود (۱، ۲، ۳، ۴). این تغییرات عمدتاً به صورت افزایش حجم، ابعاد، توده، ضخامت دیواره‌های بطنی، حجم پایان

تغییرات و سازگاری‌های ساختاری و عملکردی قلب در پاسخ به تمرینات ورزشی منظم، برخلاف شرایط

متفاوت و متناقض است. به طور مثال، حسینی و همکارانش در سال ۱۳۸۶ با بررسی تاثیر تمرینات استقامتی، مقاومتی و ترکیبی بر ساختار قلب دختران دانشگاهی به این نتیجه رسیدند که قطر پایان دیاستولی بطن چپ در دو گروه استقامتی و ترکیبی پس از فعالیت به طور معنی دار افزایش یافت. اما افزایش قطر پایان سیستولی، توده، و شاخص توده‌ی بطن چپ تنها در گروه ترکیبی معنی دار بود (۱۶). کرسو و آرسلانایک^۶ نیز در سال ۲۰۰۸ با مطالعه‌ی ۱۰۰ نفر ورزشکار فعال (از رشته‌های مختلف) و ۵۰ نفر گروه کنترل دریافتند که حجم و وزن بطن چپ و ضخامت دیواره‌های بطنی ورزشکاران به طور معنی دار بیشتر از غیرورزشکاران بود. در حالی که ابعاد درونی قلب به صورت عادی باقی مانده بود (۱۷). لذا با توجه به نو بودن رشته‌ی سه‌گانه در ایران، نبود پیشینه‌ی داخلی، یافته‌های متناقض خارجی، و درگیری اندام‌های مختلف بدن در سه رویداد ورزشی شنا، دوچرخه سواری، و دویدن، مطالعه‌ی حاضر در راستای تعیین تغییرات شاخص‌های ساختاری و عملکردی سه‌گانه‌کاران در مقایسه با افراد غیرورزشکار انجام شد.

روش شناسی

نمونه آماری

از بین جامعه‌ی ورزشکاران استان آذربایجان شرقی ۱۰ نفر مرد نخبه‌ی سه‌گانه‌کار داوطلب با میانگین سنی $18/7 \pm 1/49$ سال، قد $175/7 \pm 4/87$ سانتی‌متر، وزن $65/2 \pm 4/15$ کیلوگرم و سابقه‌ی ورزشی چهار الی هفت سال (شرکت در رقابت‌های استانی یا کشوری) به عنوان یک نمونه‌ی در دسترس انتخاب شد. در حالی که گروه کنترل از بین جامعه‌ی مردان غیرورزشکار داوطلب (۱۰ نفر با میانگین سنی $19/5 \pm 1/08$ سال، قد $172/8 \pm 5/05$ سانتی‌متر، وزن $65/5 \pm 4/27$ کیلوگرم) سالم (بدون هیچ‌گونه سابقه‌ی ناراحتی‌های قلبی-

دیاستولی، کسرتخلیه^۱، حجم ضربه‌ای و کاهش ضربان و حاصل ضرب ضربان- فشار^۲ (شاخص فشار وارده به قلب) حین استراحت رخ می‌دهد. با این حال، آثار دقیق فعالیت‌های ورزشی مختلف به نژاد، وراثت، جنسیت، آمادگی جسمانی، نوع، شدت و مدت فعالیت‌های بدنی بستگی دارد (۵،۶،۷،۸). به عبارتی، الگوی تغییرات ناشی از انجام ورزش‌های هوازی یا مقاومتی به ترتیب به شکل هایپرتروفی برون‌گرا^۳ یا درون‌گرا^۴ رخ می‌دهد (۹،۱۰،۱۱). فعالیت‌های هوازی و استقامتی با اعمال نوعی بیش‌بار حجمی بر عضله‌ی قلب از الگوی هایپرتروفی برون‌گرا پیروی می‌کند. ورزشکاران شرکت‌کننده در این گونه فعالیت‌ها از حجم پایان دیاستولی، توده‌ی بطنی چپ، گنجایش بطنی بزرگ‌تر و انقباض میوکارد قوی‌تری برخوردارند (۱۲،۱۳). در حالی که الگوی تغییرات ناشی از انجام ورزش‌های مقاومتی^۵ یا قدرتی بر اثر بیش‌بار فشاری به صورت هایپرتروفی درون‌گرا، افزایش ضخامت دیواره‌های بطنی و عدم افزایش حفره‌های بطنی و حجم ضربه‌ای رخ می‌دهد (۱۰،۱۲،۱۳،۱۴،۱۵). به هر حال، ورزشکاران بسیاری از رشته‌های ورزشی بین دو انتهای پیوستار ورزش‌های استقامتی و مقاومتی، معمولاً به ناچار از تمرینات ترکیبی استفاده می‌کنند.

ورزش سه‌گانه از جمله فعالیت‌های ورزشی است که ورزشکاران به طور مداوم و پی در پی در سه رشته‌ی شنا، دوچرخه سواری و دویدن شرکت می‌کنند. در کل، به نظر می‌رسد این ورزش با داشتن هر دو ویژگی بیش‌بار فشاری و حجمی، می‌تواند از الگوی هایپرتروفی ترکیبی (درون‌گرا، برون‌گرا) پیروی نماید (۹،۱۰،۱۲،۱۵). با این حال، نتایج تحقیقات مربوط به تاثیر تمرینات ترکیبی روی شاخص‌های ساختاری و عملکردی میوکارد تا حدودی

۱. Ejection fraction (EF %)

۲. Rate of pressure product (RPP)

۳. Eccentric hypertrophy

۴. Concentric hypertrophy

۵. Resistance exercise

دارای سابقه‌ی ورزشی منظم و مرتب نبوده و یا در رشته‌ی خاصی فعالیت نداشتند (جدول ۱).

عروقی و یا مصرف مرتب داروهای خاص) برگزیده شد. به‌علاوه، هیچ‌یک از آزمودنی‌های گروه کنترل

جدول ۱. مشخصات فردی مردان سه‌گانه‌کار نخبه و غیرورزشکار

شاخص‌های اندازه‌گیری شده	سه‌گانه‌کار (تعداد)	کنترل (تعداد ۱۰)
شاخص توده بدن (کیلوگرم/متر مربع)	۲۱/۱۱ ± ۰/۹۴	۲۲ ± ۲/۱۴
درصد چربی	۹/۹۱ ± ۱/۶۷	۱۹/۰۸ ± ۱/۹۶
سطح رویه بدن (مترمربع)	۱/۷۹ ± ۰/۰۷	۱/۷۷ ± ۰/۰۵
اکسیژن مصرفی بیشینه (میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه)	۵۸/۱۱ ± ۴/۸۰	۲۲/۹۵ ± ۱/۸۴
میزان تمرین (ساعت در هفته)	۱۸/۱۲ ± ۱/۲۲	-

روش‌های اندازه‌گیری متغیرها

وزن و قد آزمودنی‌ها به ترتیب با استفاده از ترازوی عقربه‌ای و دستگاه قدسنج استاندارد ژاپنی، به صورت پابره‌نه و حداقل لباس (وزن به کیلوگرم با دقت ۰/۱ کیلوگرم؛ قد به سانتی‌متر با دقت ۰/۱ میلی‌متر) اندازه‌گیری و در برگه‌ی مخصوص داده‌ها ثبت شد. سپس شاخص توده‌ی بدن با استفاده از نسبت وزن (کیلوگرم) به مجذور قد (متر) محاسبه شد. سطح رویه‌ی بدن نیز با استفاده از نمودار برآورد سطح کلی بدن نمودار قد-وزن بر حسب مترمربع تعیین گردید (۱۸).

سانتی‌متر را اجرا کردند. ضربان قلب دوره‌ی بازیافت^۴ آزمودنی‌ها پنج ثانیه پس از اتمام آزمون توان هوازی به صورت ایستاده و با استفاده از ضربان سنج پولار به مدت ۱۵ ثانیه ثبت و بر عدد چهار ضرب شد (ضربان قلب در دقیقه). اکسیژن مصرفی بیشینه آن‌ها نیز به کمک فرمول زیر به صورت میلی‌لیتر در هر کیلوگرم در دقیقه برآورد شد (۱۹).

$$\text{ضربان قلب بازیافت بر حسب تعداد ضربان در دقیقه} = 111/33 - (0/42) \times \text{اکسیژن مصرفی بیشینه}$$

چگالی بدن و درصد چربی بدن نیز با استفاده از ضخامت سنج پوستی (کالیپر^۵) و فرمول سه نقطه‌ای ACSM^۶ (ضخامت چین‌های پوستی پشت بازو، شکم و فوق‌خاصره سمت راست) برآورد شد. همه‌ی اندازه‌گیری‌های چین پوستی از سمت راست بدن انجام شد (۲۰).

$$\text{درصد چربی} = (0/39287) \times \text{مجموع سه قسمت} - 0/0105$$

$$5/18845 - (\text{سن}) \times [0/15772 \times 2 + (\text{مجموع سه قسمت}) \times 0/0105]$$

فشار خون سیستولی و دیاستولی آزمودنی‌ها با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری فشار خون و گوشی پزشکی به روش سمعی^۱ پس از ۱۰ الی ۱۵ دقیقه استراحت در حالت نشسته روی یک صندلی اندازه‌گیری شد. به منظور برآورد اکسیژن مصرفی بیشینه^۲ آزمودنی‌ها (آزمون پله‌ی کوین^۳) پس از پنج دقیقه گرم‌کردن و کشش عضلات درگیر (همسترینگ، چهار سر ران، دو قلو، نعلی و تاندون آشیل)، آزمودنی‌ها با مترومومی با آهنگ ۹۶ ضربه (۲۴ پله در دقیقه) عمل بالا و پایین رفتن از پله به ارتفاع ۴۱/۳

۱. Auscultatory method.

۲. Maximum oxygen consumption (VO2max)

۳. Queen Step Test

۴. Recovery

۵. Skinfold calipers

۶. American college of sports medicine.

ابتدا ویژگی‌های آزمودنی‌ها و داده‌های تحقیق با استفاده از آمار توصیفی به صورت جدول و نمودار خلاصه و جمع‌بندی شد. پس از تایید توزیع طبیعی (نرمالیتی) داده‌های هر دو گروه (آزمون کلموگراف اسمیرنف) اختلاف میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون t مستقل در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. کلیه محاسبات آماری و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار SPSS15 انجام گرفت.

یافته‌های تحقیق

بر اساس نتایج حاصل، تفاوت معنی‌داری بین ابعاد پایان دیاستولی و سیستولی بطن چپ گروه‌های کنترل و سه‌گانه‌کار مشاهده شد (جدول ۲). به طوری که ابعاد پایان دیاستولی و سیستولی بطن چپ آزمودنی‌های ورزشکار نسبت به گروه کنترل به ترتیب حدود ۱۰/۷۹ و ۱۰/۷۳ درصد بزرگتر بود (نمودار ۱).

جدول ۲. تفاوت شاخص‌های ساختاری و عملکردی سه‌گانه‌کاران و غیرورزشکاران

شاخص	اختلاف میانگین	t	p
اکسیژن مصرفی بیشینه	۲۴/۱	۱۴/۸	≤۰/۰۱
ابعاد پایان سیستولی بطن چپ	۰/۱۸	۳/۰۲	۰/۰۰۷
ابعاد پایان دیاستولی بطن چپ	۰/۵۲	۳/۱	۰/۰۰۶
ضخامت دیواره‌ی خلفی پایان سیستولی	۰/۲۴	۶/۶	≤۰/۰۱
ضخامت دیواره‌ی خلفی پایان دیاستولی	۰/۴۴	۸/۴	≤۰/۰۱
توده‌ی بطن چپ	۱۱۱	۶/۳	≤۰/۰۱
ضربان قلب	-۱۵/۹	-۷/۵۷	≤۰/۰۱
فشار خون سیستولی	-۲/۴	-۹/۶	۰/۳۴
حاصل ضرب مضاعف ضربان - فشار	-۲۱۱۵/۳	-۶/۴	≤۰/۰۱
حجم ضربه‌ای	۲۰/۳	۲/۶	۰/۰۱۵
کسر تخلیه	-۰/۴	-۰/۱	۰/۹۲
زمان کوتاه شدگی	۰/۲	۰/۶	۰/۹۴
برون‌ده قلب	۰/۲۵	۰/۴۸	۰/۶۳

شاخص‌های ساختاری ضخامت دیواره‌ی خلفی پایان دیاستولی^۱ (PWD)، خلفی پایان سیستولی^۲ (PWS)، ابعاد بطن چپ پایان دیاستولی^۳ (LVDD) و پایان سیستولی^۴ (LVDs)، توده‌ی بطن چپ^۵ (LVM)، به همراه برخی از شاخص‌های عملکردی کسر تخلیه (EF%) و زمان کوتاه‌شدگی^۶ (FS%) بطن چپ با استفاده از روش اکوکاردیوگرافی دو بعدی و داپلر بادستگاه اکوکاردیوگراف MEGA مدل ۲۰۰۵ ساخت کشور ایتالیا محاسبه شد. سپس با استفاده از فرمول‌های ذیل شاخص‌های حجم ضربه‌ای^۷ (SV)، برون‌ده قلب^۸ (Q)، حاصل ضرب مضاعف ضربان فشار (RPP)، حجم‌های پایان دیاستولی^۹ (LVVd) و سیستولی بطن چپ^{۱۰} (LVVs) برآورد شد (۱۱، ۱۲).

$$LVVs = \frac{7}{(2.4 + LVDs)} \times LVDs^3$$

$$LVVd = \frac{7}{(2.4 + LVDD)} \times LVDD^3$$

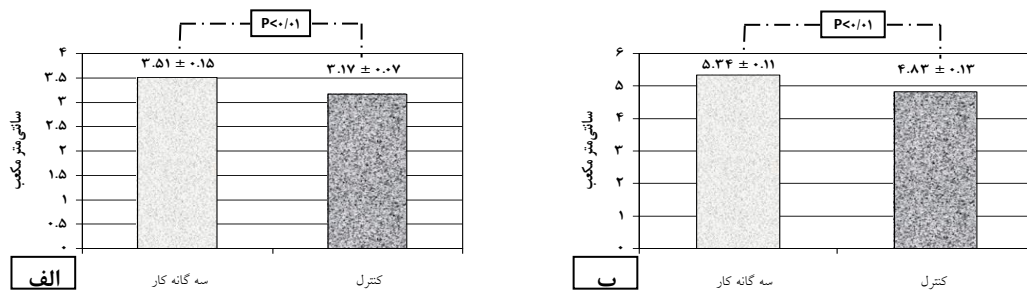
$$SV = LVVd - LVVs$$

$$Q = \frac{SV \times HR}{(1000)}$$

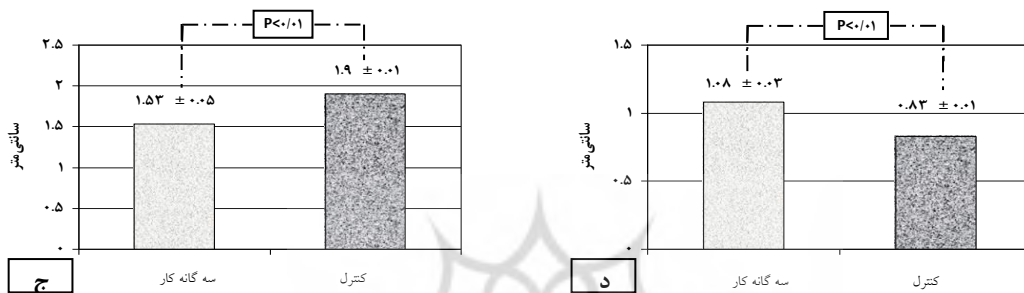
$$RPP = BP \cdot HR$$

روش‌های آماری

۱. End-diastolic posterior wall thickness (PWD)
۲. End-systolic posterior wall thickness (PWS)
۳. Left Ventricular Systolic Dimensions (LVDs)
۴. Left Ventricular Diastolic Dimensions (LVDD)
۵. Left Ventricle Mass (LVM)
۶. Fractional Shortening Percent (FS %)
۷. Stroke volume (SV)
۸. Cardiac output (Q)
۹. Left ventricular end-systolic volume (LVVs)
۱۰. Left ventricular end-diastolic volume (LVVd)



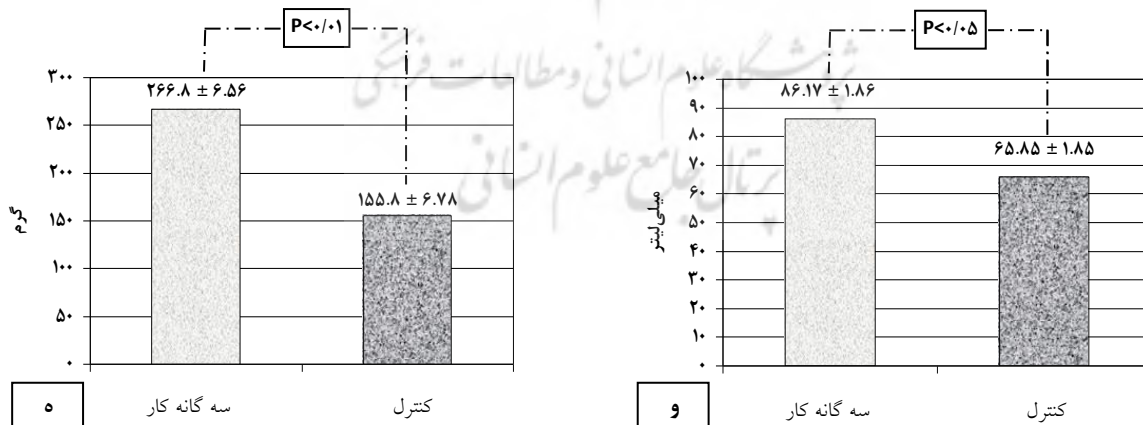
نمودار ۱. ابعاد پایان‌سیستولی (الف) و دیاستولی بطن چپ (ب) مردان سه‌گانه‌کار و غیر ورزشکار



نمودار ۲. ضخامت پایان‌سیستولی (ج) و دیاستولی دیواره‌ی خلفی (د) مردان سه‌گانه‌کار و غیر ورزشکار

نسبت به گروه غیر ورزشکار به طور معنی‌دار بیشتر بود (جدول ۲ و نمودار ۳).

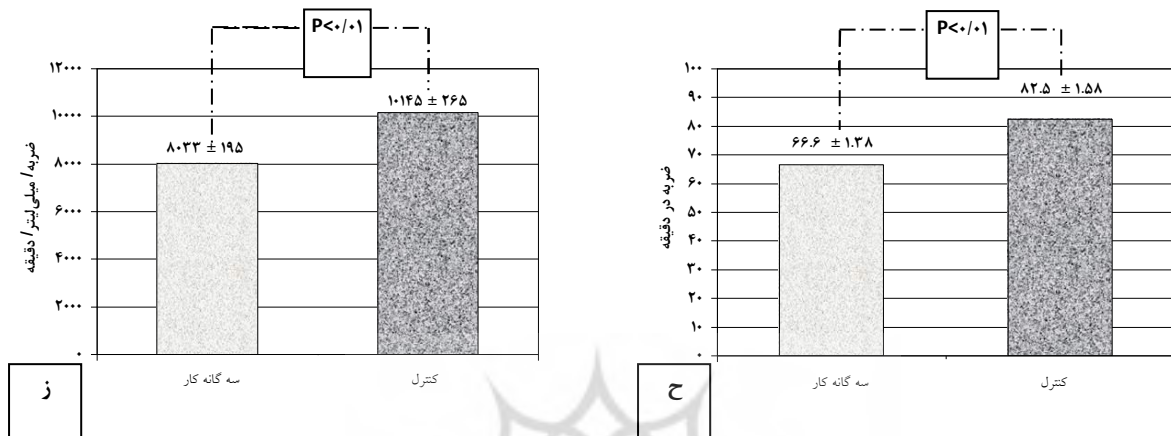
هم‌چنین، حجم ضربه‌ای و شاخص توده‌ی بطن چپ سه‌گانه‌کاران به ترتیب حدود ۳۰/۸۵ و ۷۱/۲۴ درصد



نمودار ۳. توده‌ی بطن چپ (ه) و حجم ضربه‌ای (و) مردان سه‌گانه‌کار و غیر ورزشکار

غیرورزشکار بود (نمودار ۲). به علاوه، ضربان قلب و حاصل ضرب مضاعف ضربان- فشار پایه‌ی سه‌گانه‌کاران نخبه به ترتیب به طور معنی‌دار حدود ۲۳/۸۷ و ۲۶/۳۳ درصد کمتر از غیرورزشکاران بود (جدول ۲ و نمودار ۴)

تفاوت معنی‌داری بین دیواره‌ی خلفی پایان دیاستولی و سیستولی بطن چپ گروه سه‌گانه‌کار و غیرورزشکار مشاهده شد (جدول ۲). به طوری که ضخامت دیواره خلفی پایان سیستولی و دیاستولی گروه سه‌گانه‌کار به ترتیب حدود ۴۰/۳۷ و ۳۰/۱۲ درصد بیشتر از گروه



نمودار ۴. حاصل ضرب مضاعف ضربان- فشار (z) و ضربان قلب (ح) مردان سه‌گانه‌کار و غیرورزشکار

کوتاه‌شدگی (۰/۶٪) سه‌گانه‌کاران نسبت به غیرورزشکاران معنی‌دار نبود (جدول ۲).

به هر حال، مقادیر بالاتر شاخص‌های عملکردی برون‌ده قلبی (۰/۴٪)، کسر تخلیه (۲/۶۵٪) و زمان

بحث و بررسی

بطن چپ زنان صحرانورد نخبه در مقایسه با افراد غیرورزشکار بیشتر است (۲۲). در کل، تمرینات پویا و استقامتی باعث افزایش نسبی حجم و قطر عضلات بطنی و اندازه‌ی پایان دیاستولی بطن چپ می‌شود (۷). به هر حال، در برخی گزارش‌ها اشاره شده که اندازه و ابعاد بطن چپ پس از گذشت کمتر از یک هفته تمرین استقامتی افزایش می‌یابد؛ اما توده‌ی عضله‌ی قلب واکنش کندتری نشان می‌دهد. سرعت افزایش اندازه‌های قلب در ابتدا عمدتاً به دلیل افزایش سریع پلازما و خون است (۲۳). به عبارتی، اندازه‌ی حفره‌ی بطن چپ ورزشکاران رشته‌هایی مانند دو و سه‌گانه عمدتاً بر اثر

بر اساس نتایج حاصله، بین ابعاد پایان دیاستولی و سیستولی بطن چپ مردان سه‌گانه‌کار و غیرورزشکار تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. این یافته، تاییدی بر نتایج اغلب تحقیقات قبلی مبنی بر تفاوت معنی‌دار این دو شاخص در بین ورزشکاران استقامتی و غیرورزشکاران است. در این راستا مکن و همکارانش (۲۰۰۴) با مطالعه‌ای دریافتند اندازه‌ی حفره‌ی بطن چپ و ابعاد دهلیز چپ ورزشکاران جوان در مقایسه با گروه کنترل به طور معنی‌داری بزرگتر می‌باشد (۲۱). هم‌چنین، هنریکسن و همکارانش (۱۹۹۸) اشاره داشتند که ابعاد

هم‌چنین، بر اساس یافته‌های مطالعه‌ی حاضر، ضخامت دیواره‌ی خلفی در پایان دیاستول و سیستول در سه‌گانه‌کاران نسبت به گروه کنترل به طور معنی‌دار بزرگ‌تر بود ($P < 0/01$). این یافته با نتایج اغلب تحقیقات قبلی هم‌خوانی دارد (۹،۱۰،۱۲،۱۵،۱۶). به عنوان مثال نتایج مطالعه‌ی کوچ و همکارانش (۲۰۰۷) حاکی است که حجم و قطر دیواره‌های بطنی ورزشکاران در مقایسه با غیرورزشکاران بیشتر می‌باشد (۱۲). به علاوه، نتایج اکوکاردیوگرافی قایقرانان نخبه در تحقیق کینگ و همکارانش (۲۰۰۸) تأییدی است بر این نکته که ضخامت دیواره‌های بطن چپ، و سرعت پرشدگی دیاستول در ورزشکاران نسبت به غیرورزشکاران به طور معنی‌داری بیشتر است (۲۶). البته، باید اشاره داشت که شکل بزرگ‌شدگی و ضخامت‌های دیواره‌ای قلب در اثر تفاوت در بیش‌بار حجمی و فشاری ناشی از تمرینات ورزشی گوناگون می‌تواند متفاوت باشد. به طوری که افزایش قطر و حجم بطن چپ ورزشکاران رشته‌های دوچرخه‌سواری، سه‌گانه، و قایقرانی به دلیل دخالت بیش‌بار حجمی و فشاری با افزایش ضخامت دیواره‌های بین‌بطنی و خلفی بطن چپ همراه خواهد بود (۱۰).

به علاوه، نتایج مطالعه‌ی حاضر حاکی است که توده‌ی بطن چپ سه‌گانه‌کاران (حتی پس از تعدیل داده‌ها نسبت به سطح رویه‌ی بدن) به طور معنی‌داری بیشتر از غیرورزشکاران است. یافته‌ی فوق تقریباً با نتایج تمامی مطالعات پیشین هم‌خوانی دارد (۹،۱۶،۱۷). در این راستا، کرسو و آرسلان‌ناگیک (۲۰۰۸) پس از بررسی نتایج اکوکاردیوگرافی اعلام داشتند که توده‌ی $401/23$ گرمی بطن چپ ورزشکاران فعال از توده‌ی $143/23$ گرمی غیرورزشکاران به طور معنی‌داری بیشتر است. هم‌چنین، نتایج این گروه تحقیقاتی نشان داد که حجم و ضخامت دیواره‌ی خلفی ورزشکاران نسبت به غیرورزشکاران به طور معنی‌داری بیشتر است (۱۷).

بیش‌بار حجمی (حجم پایان دیاستولی) افزایش می‌یابد (۶،۷). هر چند ورزشکاران رشته‌ی سه‌گانه به دلیل انجام تمرینات ترکیبی، افزون بر برخورداری از تغییرات فزاینده‌ی ابعاد و حجم بطنی ناشی از بیش‌بار حجمی همانند دوندگان استقامت، از تغییرات ساختاری ناشی از بیش‌بار فشاری نیز بهره‌مند خواهند بود (۹،۶،۲۴). با این حال، تسک و همکارانش (۲۰۰۹) با بررسی نتایج اکوکاردیوگرافی و تصویربرداری داپلر اعلام داشتند با وجود حجیم شدن نسبی بطن چپ، هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری در شاخص‌های دیاستولیک، سرعت کشیدگی و ضخامت دیواره‌های بین‌بطنی و خلفی ورزشکاران استقامتی نسبت به غیرورزشکاران مشاهده نمی‌شود (۲۵). از طرفی، پرسینجین و همکارانش (۲۰۰۷) با مطالعه‌ی نتایج تصویربرداری مغناطیسی^۱ اشاره کردند که به طور کلی حجم حفرات قلب و عملکرد سیستولی و دیاستولی دوندگان رقابتی نخبه با غیرورزشکاران تفاوت ندارد (۱). تناقضات موجود در مطالعات قبلی احتمالاً به دلیل تفاوت‌های موجود در نوع آزمودنی، شیوه‌های تمرین، تجربه و سابقه‌ی ورزشی، نژاد، جنسیت، و نیز روش‌های ارزیابی ابعاد پایان دیاستولی استراحتی بطن چپ است. به طوری که پرسینجین و همکارانش (۲۰۰۷) از تصویربرداری مغناطیسی برای ارزیابی سازگاری‌ها دوندگان سرعتی (دوندگان ۱۰۰ متر) استفاده کردند (۲۵). در حالی که در مطالعه‌ی حاضر از روش اکوکاردیوگرافی دوبعدی استفاده شد. در مطالعه‌ی تسک و همکارانش (۲۰۰۹) علاوه بر این که حدود ۴۲ درصد آزمودنی‌ها را زنان تشکیل می‌دادند، از آزمودنی‌ها با دامنه‌ی سنی گسترده‌تر (۱۸ الی ۴۰ سال) استفاده کرده بودند (۲۵). اما در پژوهش حاضر تمامی آزمودنی‌ها را مردان و اغلب با دامنه‌ی سنی ۱۷ الی ۱۹ سال شامل می‌شدند.

قلب پس از تمرین، شناخته می‌شود (۲۳). زیرا کاهش ضربان قلب استراحت می‌تواند سبب کاهش میزان حاصل ضرب مضاعف و فشار وارده به قلب در حالت استراحت شود. لذا دور از انتظار نیست که در حالت استراحت تفاوت معنی‌داری در برون‌ده قلبی، کسر تخلیه و زمان کوتاه‌شدگی بین ورزشکاران و غیرورزشکاران مشاهده نشود (۲۱،۲۲).

نتیجه‌گیری

به هر حال، بنابراین یافته‌های حاصله می‌توان گفت که فشار همودینامیکی ناشی از ورزش سه‌گانه با ایجاد هر دو هیپرتروفی درون و برون‌گرا باعث بهبود برخی از شاخص‌های ساختاری و عملکردی قلب بویژه توده‌ی بطن چپ و حاصل ضرب مضاعف ضربان فشار می‌شود. با این حال، برخلاف هایپرتروفی پاتولوژیک، ترکیب حجیم‌شدگی درون‌گرا و برون‌گرای قلب سه‌گانه‌کاران همراه با کاهش ضربان و حاصل ضرب ضربان-فشار در حد کاملاً طبیعی و بهتر از افراد غیرورزشکار است. به عبارتی، رشته‌ی سه‌گانه با ایجاد تغییرات مطلوب باعث کاهش فشار وارده به قلب می‌شود.

از طرفی، نتایج شاخص‌های عملکردی مطالعه‌ی حاضر حاکی است که ضربان قلب و حاصل ضرب مضاعف ضربان-فشار حین استراحت ورزشکاران سه‌گانه‌کار به طور معنی‌داری کمتر از غیرورزشکاران بود. در حالی که حجم ضربه‌ای گروه ورزشکار (۸۶/۱۷ میلی‌لیتر) به‌طور معنی‌داری از گروه کنترل (۶۵/۸۵ میلی‌لیتر) بیشتر بود. در سه شاخص برون‌ده قلبی، کسر تخلیه و زمان کوتاه‌شدگی نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. این یافته‌ها با اغلب نتایج مطالعات قبلی هم‌خوانی دارد (۵،۷،۱۴،۱۵،۱۶). این موضوع احتمالاً به مقادیر بالاتر حجم پایان دیاستولی و حجم ضربه‌ای مرتبط باشد؛ زیرا در اثر سازگاری‌های ناشی از شرکت در تمرینات استقامتی از جمله افزایش بازگشت وریدی و برتری عصب واگ، به ترتیب حجم ضربه‌ای و ضربان قلب بدون تغییرات چشم‌گیر در برون‌ده قلب، افزایش و کاهش می‌یابند. البته، اطلاعات متناقضی نیز در مورد دلیل و اثر واکنش‌های حجم ضربه‌ای و ضربان قلب وجود دارد. برای مثال، در زمان استراحت، ضربان قلب پایین‌تر با افزایش تحریک پاراسمپاتیکی قلب همراه است و کاهش ضربان قلب در هنگام استراحت و فعالیت، بدون افزایش حجم ضربه‌ای مستندسازی شده است. تفسیر یافته‌های تحقیقات مختلف منطقاً شاهدهی است بر ترکیب افزایش حجم ضربه‌ای و تحریک پاراسمپاتیکی که از عوامل پایین آورنده‌ی ضربان

تقدیر و تشکر

بدین وسیله مراتب سپاس و قدردانی محققان از حمایت‌های همه‌جانبه‌ی مسئولان محترم دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج و کلیه‌ی آزمودنی‌هایی که در این تحقیق شرکت نمودند را اعلام می‌دارد.

References

1. Perseghin G, De Cobelli F, Esposito A, Lattuada G, Terruzzi I, La Torre A, et al. Effect of the sporting discipline on the right and left ventricular morphology and function of elite male track runners: a magnetic resonance imaging and phosphorus 31 spectroscopy study. *Am Heart J* 2007; 154 (5): 937-42.
2. Albert CM, et al. Triggering of sudden death from cardiac causes by vigorous exertion. *N Engl J Med* 2000; 343: 1355-1361.
3. Whyte GP, George K, Nevill A, Shave R, Sharma S, McKenna WJ. Left ventricular morphology and function in female athletes: a meta-analysis. *Int J Sports Med* 2004; 25 (5): 380-3.

4. Fleck SJ. Magnetic resonance imaging determination of LV mass. *Med. Sci. Sports Exerc* 1993; 25: 522 – 527.
5. علیجانی عیدی. تاثیر فعالیت‌های بدنی درازمدت بر ساختار و عملکرد بطن چپ ورزشکاران نخبه دو و میدانی مردان ایران، فصل نامه المپیک، ۱۳۷۷، سال ششم، شماره ۳ و ۴.
6. George KP, Gates PE, Birch KM, Campbell IG. Left ventricular morphology and function in endurance-trained female athletes. *J Sports Sci* 1999; 17 (8):633-42.
7. D'Andea A, Caso P, Scarasfile R, Salerno G, De Corato G, Mita C, et al. Biventricular myocardial adaptation to different training protocols in competitive master athletes. *Int J Cardiol* 2007; 115 (3): 342-349.
8. Basavarajaiah S, Boraita A, Whyte G, Wilson M, Carby L, Shah A, et al. Ethnic differences in left ventricular remodeling in highly trained athletes relevance to differentiating physiologic left ventricular hypertrophy from hypertrophic cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol* 2008; 51 (23): 2256-2262.
9. Douglas PS. Cardiac considerations in the triathlete. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 21 (5 Suppl):S214-8.
10. D'Andrea A, Caso P, Sarubbi B, Limongelli G, Liccardo B, Cice G, et al. Right ventricular myocardial adaptation to different training protocols in top-level athletes. *Echocardiography* 2003; 20 (4): 329-36.
11. Pelà G, Bruschi G, Montagna L, Manara M, Manca C. Left and right ventricular adaptation assessed by Doppler tissue echocardiography in athletes. *J Am Soc Echocardiogr* 2004; 17 (3): 205-11.
12. Koç M, Bozkurt A, Akpınar O, Ergen N, Acartürk E. Right and left ventricular adaptation to training determined by conventional echocardiography and tissue Doppler imaging in young endurance athletes. *Acta Cardiol* 2007; 62 (1): 13-8.
13. Henriksen E, Sundstedt M, Hedberg P. Left ventricular end-diastolic geometrical adjustments during exercise in endurance athletes. *Clin Physiol Funct Imaging* 2008; 28 (2): 76-80.
14. Baggish AL, Wang F, Weiner RB, Elinoff JM, Tournoux F, Boland A, et al. Training-specific changes in cardiac structure and function: a prospective and longitudinal assessment of competitive athletes. *J Appl Physiol* 2008; 104 (4): 1121-1128.
15. Elias BA, Berg KE, Latin RW, Mellion MB, Hofschir PJ. Cardiac structure and function in weight trainers, and runner / weight trainers. *Research quarterly for Exercise and Sport* 1991; 62 (3): 326-332.
16. حسینی معصومه، آفاعلی نژاد حمید، پیری مقصود، حاج صادقی شکوفه. تأثیر تمرینات استقامتی، مقاومتی و ترکیبی بر ساختار قلب دختران دانشگاهی. المپیک ۱۳۸۷. سال شانزدهم، ۴ (۴۴): ۲۹-۳۸.
17. Kreso A, Arslanagic A. Athletes heart syndrome and echocardiographic changes. *Bosn J Basic Med Sci.* 2008; 8 (2): 116-120.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۱۸. گائینی عباسعلی (۱۳۸۳) آمادگی جسمانی. انتشارات سمت.
19. Chatterjee S, et al. Validity of Queens College step tests for use with young Indian men. *Br J sports Med* 2004; 38(3): 289-91.
20. American College of Sports Medicine. ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription. 6th Edition. USA, Lippincott Williams & Wilkins 2000; 65.
21. Makan J, Sharma S, Firoozi S, Whyte G, Jackson PG, McKenna WJ. Physiological upper limits of ventricular cavity size in highly trained adolescent athletes. *Heart* 2005; 91:495-499.
22. Henriksen E, Landelius J, Kangro T, Jonason T, Hedberg P, Wessle'n L, An echocardiographic study of right and left ventricular adaptation to physical exercise in elite female orienteers. *European Heart Journal* 1998; 20: 309-316
۲۳. رابرت رابریگز (۱۳۸۵). مبانی فیزیولوژی ورزش. ترجمه: خسرو ابراهیم. انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.
24. Fisher AG, Adams TD, Yanowitz FG, Ridges JD, Orsmond G, Nelson AG. Noninvasive evaluation of world class athletes engaged in different modes of training. *Am J Cardiol* 1999; 63 (5): 337-41.
25. Teske AJ, Prakken NH, De Boeck BW, Velthuis BK, Doevendans PA, Cramer MJ. Echocardiographic deformation imaging reveals preserved regional systolic function in endurance athletes with left ventricular hypertrophy. *Br J Sports Med*. 2009; doi:10.1136/bjism.2008.054346.
26. King GJ, Murphy RT, Almontaser I, Bennett K, Ho E, Brown AS. Alterations in myocardial stiffness in elite athletes assessed by a new Doppler index. *Heart*. 2008; 94 (10): 1254-1255.

* نشانی نویسنده مسئول مقاله، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تبریز - تلفن: ۳۳۱۴۹۳۷ ۰۴۱۱
Email: ajafari@tabrizu.ac.ir, afshar.jafari@gmail.com

