فیزیولوژی ورزش
سال اول، شماره۲، بهار۱۳۸۸
صص ۹-۱

تغییرات شاخص‌های ساختاری و عملکردی قلب مردان نخبه‌ی سه‌گانه‌کار

دکتر افشار جعفری*[۱]، رسول هاشم کندی[۲]، دکتر علیرضا رحیمی [۳]، دکتر فریبرز اکبرزاده[٤]

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، ٤) استادیار دانشگاه علوم پزشکی تبریز

دریافت: ۸۸/۳/۲۵ اصلاح توسط نویسنده: ۱۳۸۸/٦/٤ پذیرش:۸۸/٦/۲۱

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 سازگارهای 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 ۱/٤۹±۱۸/۷ سال، شاخص توده‌ی بدن ۰/۹٤±۲۱/۱۱ کیلوگرم/متر مربع) و۱۰ مرد غیرورزشکار سالم (میانگین سنی ۱/۰۸±۱۹/۵ سال، شاخص توده‌ی بدن ۲/۱٤±۲۲ کیلوگرم/متر مربع) به صورت داوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند. ابعاد و عملکرد قلب با استفاده از دستگاه‌های اکوکادیوگرافی 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**<۰/۰۵)؛ اما شاخص‌های عملکردی ضربان و حاصل‌ضرب مضاعف ضربان- فشار قلب این ورزشکاران در حین استراحت به طور معنی‌داری کمتر از گروه غیرورزشکار است(**P**<۰/۰۵). با این حال، هیچ گونه اختلاف معنی‌داری بین برون‌ده، کسر تخلیه، زمان کوتاه‌شدگی و فشار خون سیستولی قلب سه‌گانه‌کاران و گروه کنترل در حالت استراحت مشاهده نشد(**P**<۰/۰۵).

نتیجه گیری: از اینرو، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که فشار همودینامیکی ناشی از انجام ورزش سه‌گانه باعث هایپرتروفی قلب می‌شود. با این حال، برخلاف هایپرتروفی پاتولوژیک، ترکیب حجیم‌شدگی درون‌گرا و برون‌گرای قلب سه‌گانه‌کاران همراه با کاهش ضربان و حاصل‌ضرب ضربان- فشار در حد کاملاً طبیعی و بهتر از افراد غیرورزشکاراست.

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

مقدمه

تغییرات و سازگاری‌های ساختاری و عملکردی قلب در پاسخ به تمرینات ورزشی منظم، برخلاف شرایط پاتولوژیک، یک پدیده‌ی فیزیولوژیک به شمار می‌رود(۱،۲،۳،٤). این تغییرات عمدتاً به صورت افزایش حجم، ابعاد، توده، ضخامت دیواره‌های بطنی، حجم پایان

دیاستولی، کسرتخلیه[1]، حجم ضربه‌ای و کاهش ضربان و حاصل‌ضرب ضربان- فشار[2] (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[3] یا درون‌گرا[4] 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[5] 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 وررزش‌های 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، دوچرخه‌سواری 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 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 رسیدندکه قطر پایان دیاستولی بطن چپ در دو گروه استقامتی و ترکیبی پس از فعالیت به طور معنی‌دار افزایش یافت. اما افزایش قطر پایان سیستولی، توده، و شاخص توده‌ی بطن چپ تنها در گروه ترکیبی معنی‌دار بود(۱۶). کرسو و آرسلاناگیک[6] 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 معنی‌دار بیشتر از غیرورزشکاران بود. در حالی‌که ابعاد درونی قلب به‌صورت 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 آذربایجان‌شرقی ۱۰نفرمرد نخبه‌ی سه‌گانه‌کار داوطلب با میانگین سنی ۱/۴۹±۱۸/۷ سال، قد ۴/۸۷±۱۷۵/۷ سانتی‌متر، وزن ۴/۱۵±۶۵/۲ کیلوگرم و سابقه‌ی ورزشی چهار الی هفت سال (شرکت در رقابت‌های استانی یا کشوری) به عنوان یک نمونه‌ی در دسترس انتخاب شد. درحالی که گروه کنترل از بین جامعه‌ی مردان غیرورزشکار داوطلب (۱۰ نفر با میانگین سنی ۱/۰۸±۱۹/۵ سال، قد ۵/۰۵±۱۷۲/۸ سانتی‌متر، وزن ۴/۲۷±۶۵/۵ کیلوگرم) سالم (بدون هیچ‌گونه سابقه‌ی ناراحتی‌های قلبی-

۱. Ejection fraction (EF %)
۲. Rate of pressure product (RPP)
۳. Eccentric hypertrophy
۴. Concentric hypertrophy
۵. Resistance exercise
۶. Kreso and Arslanagic

عروقی و یا مصرف مرتب داروهای خاص) برگزیده شد. به‌علاوه، هیچ‌یک از آزمودنی‌های گروه کنترل دارای سابقه‌ی ورزشی منظم و مرتب نبوده و یا در رشته‌ی خاصی فعالیت نداشتند (جدول۱).

جدول۱. مشخصات فردی مردان سه‌گانه‌کار نخبه و غیرورزشکار

شاخص‌های اندازه‌گیری‌شده	سه‌گانه‌کار (تعداد	کنترل (تعداد ۱۰
شاخص توده بدن (کیلوگرم/متر مربع)	۲۱/۱۱ ± ۰/۹٤	۲۲ ± ۲/۱٤
درصد چربی	۹/۹۱ ± ۱/٦۷	۱۹/۰۸ ± ۱/۹٦
سطح رویه بدن (مترمربع)	۱/۷۹ ± ۰/۰۷	۱/۷۷ ± ۰/۰۵
اکسیژن مصرفی بیشینه (میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه)	۵۸/۱۱ ± ٤/۸۰	۲۲/۹۵ ± ۱/۸٤
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 میلی متر) 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).

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 مترونومی با آهنگ ۹۶ ضربه (۲٤ پله در دقیقه) عمل بالا و پایین رفتن از پله به ارتفاع ٤۱/۳ سانتی‌متر را اجرا کردند. ضربان قلب دوره‌ی بازیافت[٤] 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).

اکسیژن مصرفی بیشینه = ۱۱۱/۳۳ – (۰/٤۲) × (ضربان قلب بازیافت بر حسب تعداد ضربان در دقیقه)

چگالی بدن و درصد چربی بدن نیز با استفاده از ضخامت سنج پوستی(کالیپر[۵]) و فرمول سه نقطه‌ای ACSM[٦] (ضخامت چین‌های پوستی پشت بازو، شکم و فوق خاصره سمت راست) برآورد شد. همه‌ی اندازه‌گیری‌های چین پوستی از سمت راست بدن انجام شد(۲۰).

درصد چربی = (۰/۳۹۲۸۷) × (مجموع سه قسمت) – ۰/۰۰۱۰۵
× (مجموع سه قسمت)۲ + [۰/۱۵۷۷۲ × (سن)] – ۵/۱۸۸٤۵

۱. Auscultatory method
۲. Maximum oxygen consumption (VO2max)
۳. Queen Step Test
٤. Recovery
۵. Skinfold calipers
٦. American college of sports medicine

شاخص‌های ساختاری ضخامت دیواره‌ی خلفی پایان دیاستولی[۱] (PWd)، خلفی پایان سیستولی[۲] (PWs)، ابعاد بطن چپ پایان دیاستولی[۳] (LVDd) و پایان سیستولی[٤] (LVDs)، توده‌ی بطن چپ[٥] (LVM)، به همراه برخی از شاخص‌های عملکردی کسر تخلیه (EF%) و زمان کوتاه‌شدگی[٦] (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)، حاصل‌ضرب مضاعف ضربان فشار (RPP)، حجم‌های پایان دیاستولی[۹] (LVVd) و سیستولی بطن چپ[۱۰] (LVVs) برآورد شد(۱۱،۱۲).

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

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

$$SV = LVVd - LVVs$$

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

$$RPP = BP.\ HR$$

روش‌های آماری

ابتدا ویژگی‌های آزمودنی‌ها و داده‌های تحقیق با استفاده از آمار توصیفی به‌صورت 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. کلیه‌ی محاسبات آماری و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار SPSS15 انجام گرفت.

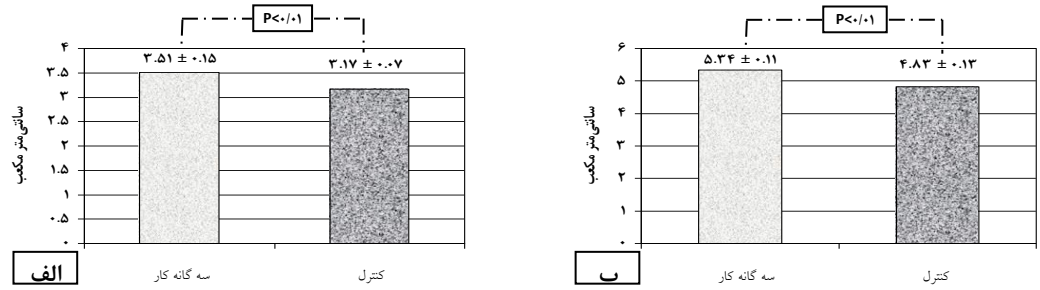
یافته های تحقیق

بر اساس نتایج حاصل، تفاوت معنی‌داری بین ابعاد پایان دیاستولی و سیستولی بطن چپ گروه‌های کنترل و سه‌گانه‌کار مشاهده شد (جدول ۲). به‌طوری 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).

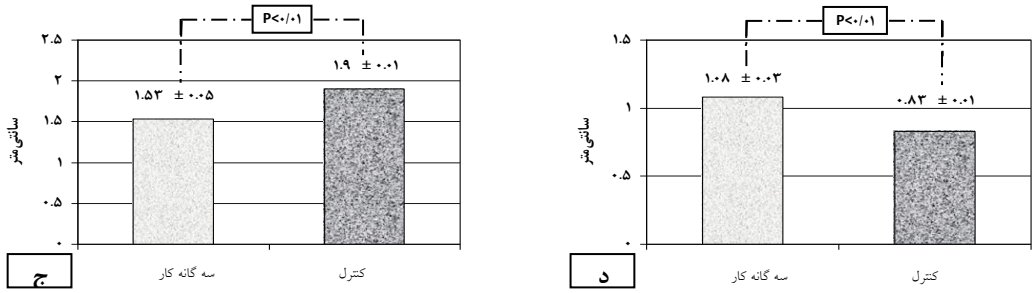
جدول۲. تفاوت شاخص‌های ساختاری و عملکردی سه‌گانه‌کاران و غیرورزشکاران

شاخص	اختلاف میانگین	t	p
اکسیژن مصرفی بیشینه	۲٤/۱	۱٤/۸	≤۰/۰۱
ابعاد پایان سیستولی بطن چپ	۰/۱۸	۳/۰۲	۰/۰۰۷
ابعاد پایان دیاستولی بطن چپ	۰/۵۲	۳/۱	۰/۰۰٦
ضخامت دیواره‌ی خلفی پایان سیستولی	۰/۲٤	٦/٦	≤۰/۰۱
ضخامت دیواره‌ی خلفی پایان دیاستولی	۰/٤٤	۸/٤	≤۰/۰۱
توده‌ی بطن چپ	۱۱۱	٦/۳	≤۰/۰۱
ضربان قلب	-۱۵/۹	-۷/۵۷	≤۰/۰۱
فشار خون سیستولی	-۲/٤	-/۹٦	۰/۳٤
حاصل‌ضرب مضاعف ضربان- فشار	-۲۱۱۵/۳	-٦/٤	≤۰/۰۱
حجم ضربه‌ای	۲۰/۳	۲/٦	۰/۰۱۵
کسر تخلیه	-۰/٤	-۰/۱	۰/۹۲
زمان کوتاه شدگی	۰/۲	/۰٦	۰/۹٤
برونده قلب	۰/۲۵	۰/٤۸	۰/٦۳

۱. End-diastolic posterior wall thickness (PWd)
۲. End- systolic posterior wall thickness (PWs)
۳. Left Ventricular Systolic Dimensions (LVDs)
٤. Left Ventricular Diastolic Dimensions (LVDd)
٥. Left Ventricle Mass (LVM)
٦. 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)

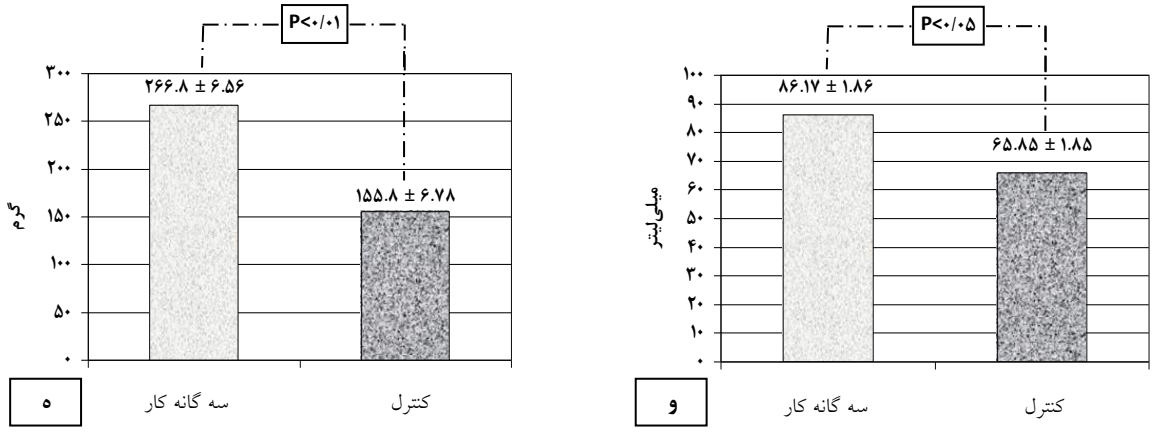


نمودار۱. ابعاد پایان‌سیستولی (الف) و دیاستولی بطن چپ (ب) مردان سه‌گانه‌کار و غیر ورزشکار



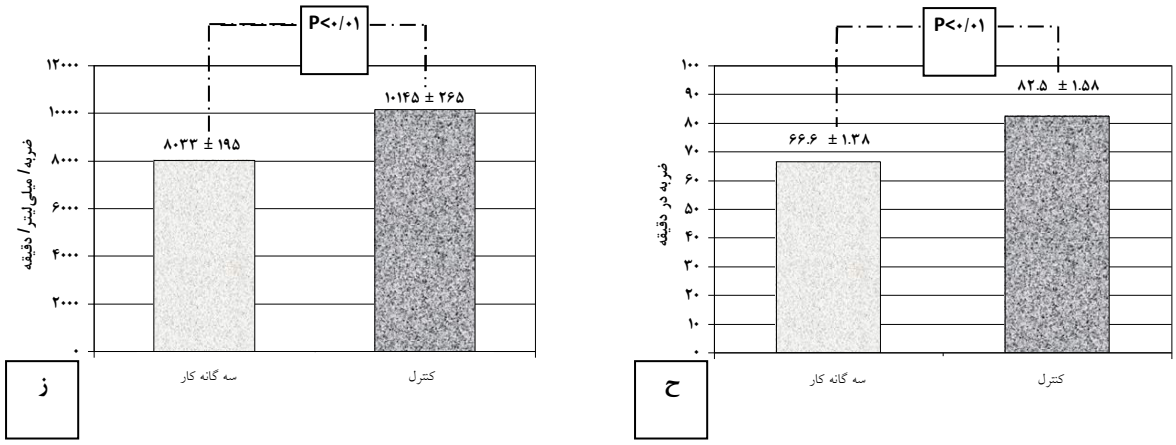
نمودار۲. ضخامت پایان‌سیستولی (ج) و دیاستولی دیواره‌ی خلفی (د) مردان سه‌گانه‌کار و غیرورزشکار

هم‌چنین، حجم ضربه‌ای و شاخص توده‌ی بطن چپ سه‌گانه‌کاران به ترتیب حدود ۳۰/۸۵ و ۷۱/۲٤ درصد نسبت به گروه غیرورزشکار به طور معنی‌دار بیشتر بود (جدول ۲ و نمودار ۳).



نمودار۳. توده‌ی بطن چپ (ه) و حجم ضربه‌ای (و) مردان سه‌گانه‌کار و غیرورزشکار

تفاوت معنی‌داری بین دیواره‌ی خلفی پایان دیاستولی و سیستولی بطن چپ گروه سه‌گانه‌کار و غیرورزشکار مشاهده شد (جدول ۲). به‌طوری که ضخامت دیواره خلفی پایان سیستولی و دیاستولی گروه سه‌گانه‌کار به ترتیب حدود ۴۰/۳۷ و ۳۰/۱۲ درصد بیشتر از گروه غیرورزشکار بود (نمودار ۲). به علاوه، ضربان قلب و حاصل‌ضرب 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 نمودار٤)



نمودار٤. حاصل‌ضرب مضاعف ضربان- فشار (ز) و ضربان قلب (ح) مردان سه‌گانه‌کار و غیرورزشکار

به هر حال، مقادیر بالاتر شاخص‌های عملکردی برون‌ده قلبی (٤/٦٪)، کسر تخلیه (۲/٦۵٪) و زمان کوتاه‌شدگی (۰/٦٪) سه‌گانه‌کاران نسبت به غیرورزشکاران معنی‌دار نبود (جدول ۲).

بحث و بررسی

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 (۲۰۰٤) 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 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 پلاسما و خون است(۲۳). به عبارتی، اندازه‌ی حفره‌ی بطن چپ ورزشکاران رشته‌هایی مانند دو و سه‌گانه عمدتاً بر اثر

بیش‌بار حجمی (حجم پایان دیاستولی) افزایش می‌یابد(٦،٧). 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(٩،٦،٢٤). با این حال، تسک و همکارانش (٢٠٠٩) با بررسی نتایج اکوکاردیوگرافی و تصویربرداری داپلر اعلام داشتند با وجود حجیم شدن نسبی بطن چپ، هیچ گونه تفاوت معنی‌داری در شاخص‌های دیاستولیک، سرعت کشیدگی و ضخامت دیواره‌های بین بطنی و خلفی ورزشکاران استقامتی نسبت به غیرورزشکاران مشاهده نمی‌شود(٢٥). از طرفی، پرسینجین و همکارانش (٢٠٠٧) با مطالعه‌ی نتایج تصویربرداری مغناطیسی[1] اشاره کردند که به طور کلی حجم حفرات قلب و عملکرد سیستولی و دیاستولی دوندگان رقابتی نخبه با غیرورزشکاران تفاوت ندارد(١). 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 (٢٠٠٧) از تصویربرداری مغناطیسی برای ارزیابی سازگاری‌ها دوندگان سرعتی (دوندگان ١٠٠متر) استفاده کردند(٢٥). در حالی‌که در مطالعه‌ی حاضر از روش اکوکاردیوگرافی دوبعدی استفاده شد. در مطالعه‌ی تسک و همکارانش (٢٠٠٩) علاوه بر این‌که حدود ٤٢ درصد آزمودنی‌ها را زنان تشکیل می‌دادند، از آزمودنی‌ها با دامنه‌ی سنی گسترده‌تر(١٨ الی ٤٠ سال) استفاده کرده بودند(٢٥). اما در پژوهش حاضر تمامی آزمودنی‌ها را مردان و اغلب با دامنه‌ی سنی ١٧ الی ١٩ سال شامل می‌شدند.

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\leq$٠/٠١). این یافته با نتایج اغلب تحقیقات قبلی هم‌خوانی دارد (٩،١٠،١٢،١٥،١٦). به عنوان مثال نتایج مطالعه‌ی کوچ و همکارانش (٢٠٠٧) حاکی است که حجم و قطر دیواره‌های بطنی ورزشکاران در مقایسه با غیرورزشکاران بیشتر می‌باشد(١٢). به علاوه، نتایج اکوکاردیوگرافی قایقرانان نخبه در تحقیق کینگ و همکارانش (٢٠٠٨) تأییدی است بر این نکته که ضخامت دیواره‌های بطن چپ، و سرعت پرشدگی دیاستول در ورزشکاران نسبت به غیرورزشکاران به طور معنی‌داری بیشتر است(٢٦). البته، باید اشاره داشت که شکل بزرگ‌شدگی و ضخامت‌های دیواره‌ای قلب در اثر تفاوت در بیش‌بار حجمی و فشاری ناشی از تمرینات ورزشی گوناگون می‌توان 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 بین بطنی و خلفی بطن چپ همراه خواهد بود (١٠).

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 (٩،١٦،١٧). در این راستا، کرسو و آرسلاناگیک (٢٠٠٨) پس از بررسی نتایج اکوکاردیوگرافی اعلام داشتند که توده‌ی ٤٠١/٢٣ گرمی بطن چپ ورزشکاران فعال از توده‌ی ١٤٣/٢٣ 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 (١٧).

١. Magnetic Resonance Imaging (MRI)

از طرفی، نتایج شاخص‌های عملکردی مطالعه‌ی حاضر حاکی است که ضربان قلب و حاصل‌ضرب مضاعف ضربان- فشار حین استراحت ورزشکاران سه‌گانه‌کار به طور معنی‌داری کمتر از غیرورزشکاران بود. در حالی که حجم‌ضربه‌ای 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 برون ده 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 ضربه ای مستندسازی شده است. تفسیر یافته‌های تحقیقات مختلف منطقاً شاهدی است بر ترکیب افزایش حجم ضربه‌ای و تحریک پاراسمپاتیک که از عوامل پایین آورنده‌ی ضربان قلب پس از تمرین، شناخته می‌شود (۲۳). زیرا کاهش ضربان قلب استراحت می‌تواند سبب کاهش میزان حاصل‌ضرب 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، بنابریافته‌های 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 حاصل‌ضرب مضاعف ضربان فشار می‌شود. با این حال، برخلاف هایپرتروفی پاتولوژیک، ترکیب حجیم‌شدگی درون‌گرا و برون‌گرای قلب سه‌گانه‌کاران همراه با کاهش ضربان و حاصل‌ضرب ضربان- فشار در حد کاملاً طبیعی و بهتر از افراد غیرورزشکاراست. به عبارتی، رشته‌ی سه‌گانه با ایجاد تغییرات مطلوب باعث کاهش فشار وارده به قلب می‌شود.

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.

۵. علیجانی عیدی. تاثیر فعالیت‌های بدنی درازمدت بر ساختار و عملکرد بطن چپ ورزشکاران نخبه دو ومیدانی مردان ایران، فصل نامه المپیک،۱۳۷۷، سال ششم، شماره ۳و٤.

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, Akpinar 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.

١٦. حسینی معصومه، آقاعلی نژاد حمید، پیری مقصود، حاج صادقی شکوفه. تأثیر تمرینات استقامتی، مقاومتی و ترکیبی بر ساختار قلب دختران دانشگاهی. المپیک ۱۳۸۷. سال شانزدهم، ٤ (٤٤): ۲۹–۳۸.

17. Kreso A, Arslanagic A. Athletes heart syndrome and echocardiograsphic changes. Bosn J Basic Med Sci. 2008; 8 (2): 116-120.

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 رابرگز(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/bjsm.2008.054346.
26. King GJ, Murphy RT, Almuntaser 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: ۳۳۱٤۹۳۷ ۰٤۱۱
Email:ajafari@tabrizu.ac.ir, afshar.jafari@gmail.com