ORIGINAL ARTICLE

Comparing the Indices of Left Ventricular Systolic and Diastolic Function between Isometric and Isotonic Healthy Athletes and Non-Athlete Healthy Individuals

Samad Golshani[1],
Mozhdeh Dabirian[1],
Babak Bagheri[2],
Maryam Nabati[2],
Shokat Moshtaghian[3],
Hadi Darvishi Khezri[4]

[1] Assistant Professor, Department of Cardiology, Cardiovascular Research Center, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
[2] Associate Professor, Department of Cardiology, Cardiovascular Research Center, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
[3] Cardiologist, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
[4] PhD Student, Student Research Committee, Thalassemia Research Center, Hemoglobinopathy Institute, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

(Received January 21, 2017 Accepted June 10, 2017)

Abstract

Background and purpose: Acceleration of diastolic filling in athletes is higher than healthy people and athletes' morphologic changes and cardiac function is controversial. This study aimed to compare the indices of left ventricular systolic and diastolic function between healthy isometric and isotonic athletes and non-athlete healthy individuals.

Materials and methods: A case-control study was conducted in which healthy isometric athletes (n=25) and healthy isotonic athletes (n=25) as case and non-athlete healthy individuals (n=25) were assessed by transthoracic echocardiography and Tissue Doppler Imaging. Then, the cardiac structural and functional parameters were recorded and analyzed between the groups. Statistical analysis was performed using SPSS V16.

Results: The posterior wall thickness during diastole (PWd), interventricular septal in diastole (IVSd) and LV mass in isometric athletes were significantly higher than those of the control group ($P<0.05$). The average size of right ventricle was highest (3±0.51 cm) in isotonic and lowest (2.6±0.27 cm) in the control group indicating significant differences between isotonic and control groups ($P=0.001$) and between isometric and control groups ($P=0.02$). The difference of mean E wave velocity between isometric and isotonic athletes were significant (0.89±0.13 and 0.81±0.1; $P=0.03$, respectively).

Conclusion: Isotonic exercises lead to fewer changes on cardiac systolic and diastolic parameters compared with isometric exercises. The only difference between the cardiac effects of isotonic and isometric exercise was observed on E wave velocity. In isometric and isotonic exercises despite ventricular hypertrophy and left ventricular wall thickness, we did not find any disturbances in cardiac systolic and diastolic function.

Keywords: isotonic exercise, isometric exercise, systolic function, diastolic function

J Mazandaran Univ Med Sci 2017; 27 (150):35- 45.(Persian).

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-06]

پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره بیست و هفتم شماره 150 تیر سال 1396 (45-35)

مقایسه اندکس‌های عملکرد سیستولیک و دیاستولیک بطن چپ بین ورزشکاران سالم ایزومتریک و ایزوتونیک و افراد سالم غیر ورزشکار

صمد گلشنی[1]
مژده دبیریان[1]
بابک باقری[2]
مریم نباتی[2]
شوکت مشتاقیان[3]
هادی درویشی خضری[4]

چکیده

سابقه و هدف: در افراد ورزشکار، تسریع پر شدگی دیاستولیک بیش تر از افراد سالم می باشد و تغییرات مورفولوژیک و عملکردی قلب ورزشکاران مورد بحث است. این مطالعه با هدف مقایسه اندکس‌های عملکرد سیستولیک و دیاستولیک بطن چپ بین ورزشکاران سالم ایزومتریک و ایزوتونیک و افراد سالم غیر ورزشکار انجام شد.

مواد و روش‌ها: مطالعه حاضر به صورت مورد و شاهدی انجام شد. ورزشکاران سالم ایزومتریک (n=25) و ورزشکاران سالم ایزوتونیک (n=25) به عنوان مورد و افراد سالم غیر ورزشکار (n=25) تحت اکوکاردیوگرافی ترانس توراسیک و داپلر بافتی قرار گرفتند. سپس شاخص‌های عملکردی و ساختاری قلبی در افراد، ثبت و بین گروه‌ها بررسی شد. آنالیز آماری با استفاده از نرم افزار آماری SPSS 16.0 انجام شد. P-value کم‌تر از 0/05 به عنوان سطح معنی داری در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: میانگین ضخامت دیوار خلفی بطن چپ در زمان دیاستول (PWd)، قطر سپتوم بین بطنی در زمان دیاستول (IVSd) و توده بطن چپ (LV mass)، در ورزشکاران ایزومتریک به طور معنی داری بیش‌تر از گروه کنترل بود (p<0/05). میانگین اندازه بطن راست در گروه ایزوتونیک بیش ترین (3±0/51 cm) و در گروه کنترل کم ترین بود (2/6±0/27 cm) که این اختلاف بین گروه‌های ایزوتونیک و کنترل (p=0/001) و بین گروه‌های ایزومتریک و کنترل معنی دار بود (p=0/02). تفاوت میانگین ولوسیتی موج E بین ورزشکاران ایزومتریک و ایزوتونیک معنی‌دار بود (به ترتیب، 0/89±0/13 cm/s و 0/81±0/1؛ p=0/03).

استنتاج: انجام ورزش‌های ایزوتونیک تغییرات کم تری بر روی پارامترهای سیستولیک و دیاستولیک قلبی در مقایسه با ورزش‌های ایزومتریک ایجاد می کنند. تنها اختلاف بین اثرات قلبی ورزش ایزوتونیک با ایزومتریک، بر روی ولوسیتی موج E مشاهده شد. در ورزش‌های ایزومتریک و ایزوتونیک علی رغم هایپرتروفی بطن چپ و افزایش ضخامت دیواره بطن‌ها، هیچ گونه اختلال در وضعیت عملکرد سیستولیک و دیاستولیک قلبی یافت نشد.

واژه های کلیدی: ورزش ایزوتونیک، ورزش ایزومتریک، عملکرد سیستولیک، عملکرد دیاستولیک

مقدمه

در طی فعالیت فیزیکی، خروجی قلب می تواند چندین برابر حالت استراحت شود که منجر به افزایش ضربان قلب و حجم ضربه ای خواهد شد(1). افزایش در حجم ضربه ای نیازمند آن است که حجم بیش‌تری از خون از دهلیز چپ به بطن چپ در زمان دیاستول وارد شود(1). در حقیقت در طی ورزش، تسریع پر

مولف مسئول: مژده دبیریان - مرکز تحقیقات قلب، استادیار، متخصص قلب، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران Email: dr.dabirian@gmail.com
1. استادیار، گروه قلب و عروق، مرکز تحقیقات قلب، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
2. دانشیار، گروه قلب و عروق، مرکز تحقیقات قلب، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
3. متخصص قلب، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
4. کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشجوی دکترای پژوهشی، مرکز تحقیقات تالاسمی، پژوهشکده هموگلوبینوپاتی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
تاریخ دریافت : 1395/11/2 تاریخ ارجاع جهت اصلاحات : 1396/2/8 تاریخ تصویب : 1396/3/20

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-06]

شدگی دیاستولیک در افراد سالم مشاهده می‌شود و در افراد ورزشکار این میزان بیش تر نیز می‌شود(1). تسریع میزان پر شدگی دیاستولیک در طی ورزش در افراد سالم ناشی از افزایش برداشت کلسیم توسط رتیکولوم سارکوپلاسمیک است و نیز افزایش برگشت‌پذیری الاستیک بعد از انقباض کامل سیستولیک و کاهش سریع تر فشار داخل بطنی در ابتدای دیاستول، فراهم می شود. هم چنین تحریک سمپاتیک باعث شیفت رو به پایین قسمت ابتدای دیاستولیک در چرخه فشار بطنی می شود(2). این مکانیسم ها باعث ایجاد یک فشار مکشی در بطن چپ و در نتیجه باعث افزایش فشار گرادیان و افزایش جریان و تسریع پر شدگی بطنی بدون افزایش فشار در دهلیز چپ می شوند(2).

تمرینات ورزشی موجب تغییراتی در قلب از جمله هایپرتروفی بطن چپ می شود که قلب ورزشکاران نامیده می شود(3). در برخی مطالعات، افزایش حجم و اندازه حفره بطنی را در ورزشکاران حرفه ای نشان دادند(3). هم چنین در مطالعات قبلی نشان داده شده که تمرینات ایزوتونیک باعث افزایش اندازه حفره بطنی و تمرینات ایزومتریک باعث افزایش ضخامت دیواره می‌شوند. هیپرتروفی بطنی می تواند منجر به عملکرد غیرطبیعی دیاستولیک در افراد گردد(4, 5). ارتباط بین هیپرتروفی بطنی (اولیه یا ثانویه) با بروز اختلال عملکرد دیاستولیک از جمله زمان ریلکسیشن طولانی و غیر هماهنگ، کاهش میزان پر شدگی و نازک شدن دیواره بطنی در بیماران قلبی-عروقی گزارش شده است(6). هرچند که تمرینات ورزشی همراه با کاهش موربیدیتی و مرگ و میر به دنبال عوارض قلبی شده(7)، اما ممکن است اختلال عملکرد دیاستولیک به دنبال هایپرتروفی بطنی در ورزشکاران ایجاد شود. از این رو، انجام مطالعه ای جهت بررسی اختلال عملکرد دیاستولیک و میزان هایپرتروفی بطنی در ورزشکاران ضروری به نظر می رسد .

مطالعات نشان دادند که تمرینات ورزشی طولانی مدت و منظم با تغییرات بطن چپ همراه است. هم‌چنین، فعالیت‌های ورزشی ایزومتریک (وزنه برداری، پاورلیفتینگ، بدنسازی و ...) و ایزوتونیک (دو استقامت) تاثیرات گوناگونی بر ساختار و عملکرد قلب ایجاد نمودند(8). علاوه بر این، اضافه بار حجمی، می‌تواند سبب افزایش حجم بطنی (هیپرتروفی اکسنتریک) و افزایش بار فشاری منجر به افزایش قطر دیواره بطن گردد (هیپرتروفی کانسنتریک)؛ هرچند الگوی ورزش اضافه بار حجمی و فشاری مطلق وجود ندارد و ورزش‌های گوناگون نسبت مختلفی از اضافه بار حجمی و فشاری را بر قلب ایجاد می‌نمایند(8).

اگرچه بررسی های قبلی نشان دادند که علیرغم هایپرتروفی بطنی قابل ملاحظه در ورزشکاران، عملکرد دیاستولی، نرمال و یا افزایش یافته در مقایسه با افراد سالم غیر ورزشکار داشتند(9)، اما تعیین اثرات ورزش‌های ایزومتریک و ایزوتونیک بر روی عملکرد دیاستولی قلبی و ارتباط و تفاوت آن ها با یکدیگر در ورزشکاران سالم بسیار محدود است. در اکثر مطالعات، تنها عملکرد بطن چپ، صرفا با اکوکاردیوگرافی ترانس توراسیک بررسی شده است. بنابراین با توجه به کمبود داده‌ها در مورد عملکرد دیاستولیک به دنبال هایپرتروفی بطنی در ورزشکاران و ارتباط آن با نوع ورزش ایزومتریک و ایزوتونیک، این مطالعه با هدف بررسی اندکس های عملکرد دیاستولیک در ورزشکاران سالم ایزومتریک و ایزوتونیک و مقایسه آن با افراد سالم غیر ورزشکار در مرکز قلب مازندران انجام شد. در مطالعه حاضر، علاوه بر عملکرد بطن چپ، ساختار و عملکرد سیستولیک و دیاستولیک بطن راست نیز با استفاده از

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-06]

اکوکاردیوگرافی بافتی، همراه با ترانس توراسیک مورد مطالعه قرار گرفت

مواد و روش ها

مطالعه حاضر به صورت مورد و شاهدی بر روی 50 ورزشکار مرد سالم حرفه‌ای استان مازندران واحد تربیت بدنی شهرستان ساری و 25 نفر سالم غیر ورزشکار مرد انجام شد. پس از ارزیابی دقیق، ورزشکاران بر اساس معیارهای ورود وارد مطالعه شدند. ورزشکاران به طور تصادفی با استفاده از کد ملی آن‌ها انتخاب و سپس بر اساس نوع ورزش حرفه‌ای، به 2 گروه ایزوتونیک (25 فوتبالیست) و گروه ایزومتریک (25 وزنه بردار) تقسیم شدند. در مقابل 25 نفر از افراد سالم غیر ورزشکار همسان شده از نظر سن و جنس که حداقل در یک سال گذشته ورزش حرفه ای نداشته‌اند، به تصادف از دوستان ورزشکاران انتخاب شدند. حجم نمونه بر اساس مطالعات مشابه قبلی تعیین شده بود(10).

معیارهای ورود به مطالعه شامل سن بین 20 تا 30 سال و داشتن حداقل 6 ماه سابقه ورزش حرفه‌ای به صورت ایزومتریک و یا ایزوتونیک بود. هم چنین، داشتن سابقه بیماری قلبی و عروقی از جمله فشار خون بالا، ناهنجاری مادرزادی قلبی و مصرف سیگار از معیارهای خروج از مطالعه بود.

پس از ورود افراد به مطالعه، به آن‌ها درباره اهداف و روش مطالعه توضیحات لازم داده شد و رضایت شرکت در مطالعه از آن ها اخذ گردید. علاوه بر مشخصات دموگرافیک افراد که شامل سن و اندکس توده بدنی (BMI: Body Mass Index) بود، مدت زمان انجام ورزش حرفه‌ای توسط ورزشکاران، مصرف سیگار و فشار خون (قبل از انجام اکوکاردیوگرافی) سه گروه در فرم اطلاعاتی ثبت شد. افراد با فشار خون بالاتر از 140/90 میلی متر جیوه از مطالعه خارج شدند. سپس برای همه افراد در گروه کنترل و ورزشکاران، اکوکاردیوگرافی ترانس توراسیک Transthoracic (Echocardiogram :TTE) و بافتی داپلر (DTI: Doppler Tissue Imaging) انجام شد. اکوکاردیوگرافی به روش استاندارد و توسط یک نفر کاردیولوژیست و توسط دستگاه vivid S5 در وضعیت لترال نسبی چپ (Partial left lateral) انجام گردید و علاوه بر بررسی های معمول اکوکاردیوگرافی، اندکس های زیر نیز اندازه‌گیری و محاسبه شد: 1. ضخامت دیواره خلفی بطن چپ در زمان دیاستول (PWd: Posterior wall thickness during diastole)، 2. زمان کاهش فلوی عبوری (DT: Deceleration Time)، 3. موج ابتدای دیاستولی (موج E: Early diastole: Mitral Annulus Septal TDI Peak Early Velocity)، 4. موج A (موج انقباض دهلیزی: Late diastole: Atrial contraction wave)، 5. نسبت موج E به E´، 6. موج ابتدای دیاستولی میوکارد در سپتوم در ناحیه لترال و سپتال (E´L و E´S)، 7. نسبت موج E به E´ در ناحیه آنوس میترال و سپتال (E/ E´s) (11).

موج پالسی داپلر (PWD: Pulsed wave Doppler)در نمای چهار حفره‌ای-4 (Apical chamber)برای اندازه‌گیری ولوسیتی ورودی میترال و ارزیابی پر شدن بطن چپ مورد استفاده قرار می‌گرفت. ولوسیتی موج E (Early diastole) در ابتدای دیاستول و موج A در انتهای دیاستولی (Late diastole) اندازه‌گیری شده و نسبت آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت و هم‌چنین DT و ولوسیتی ابتدای دیاستولی اندازه‌گیری شدند. تصویربرداری بافتی داپلر در نمای Apical با موج پالسی، برای به‌دست آوردن ولوسیتی آنولوس میترال (موج E´) مورد استفاده قرار گرفت. ولوسیتی ابتدای دیاستولی آنولوس میترال به عنوان É اندازه گیری شد(12). دیامتر انتهای دیاستولی و انتهای سیستولی بطن چپ و ضخامت دیواره خلفی و سپتوم بین بطنی و حجم پایان سیستولیک (ESV: End systolic volume) و دیاستولیک (EDV: End diastolic volume) به روش

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-06]

M mode اندازه‌گیری شدند. این پارامترها در نمای پاراسترنال با استفاده از M-mode و در نوک دریچه میترال (tip) اندازه‌گیری شد. ضخامت دیواره خلفی و سپتوم هم به همین روش اندازه‌گیری و محاسبه شد. برای اندازه‌گیری توده بطن چپ (LV mass: Left ventricular mass) نیاز به اندازه‌گیری قطر داخلی بطن چپ (LV internal dimension) و ضخامت دیواره خلفی و ضخامت سپتوم بود که بر اساس فرمول زیر محاسبه گردید(13).

توده بطن چپ= 1/04 [(LVIDd+PWD+IVSd)3- LVIDd3)]

LVIDd: Left ventricular internal diameter in diastole: قطر داخلی بطن چپ در زمان دیاستول

PWd: Posterior wall thickness during diastole: ضخامت دیوار خلفی بطن چپ در زمان دیاستول

IVSd: Interventricular septal in diastole: قطر سپتوم بین بطنی در زمان دیاستول

قابل ذکر است که انجام مطالعه حاضر و اکوکاردیوگرافی برای تمامی افراد به صورت رایگان انجام شد.

پس از جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه و تحلیل با استفاده از آمار توصیفی و استنباطی انجام شد. برای مقایسه متغیرهای کمی بین 3 گروه، از آزمون ANOVA و تست تعقیبی شفه (Scheffe post hoc test) و بین 2 گروه از آزمون t مستقل و برای مقایسه متغیرهای کیفی از آزمون کای دو استفاده شد. از نرم‌افزار آماری SPSS 16.0 برای آنالیز داده‌ها استفاده شد. P-value کم‌تر از 0/05 به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

یافته ها

50 نفر از ورزشکاران سالم و 25 نفر غیر ورزشکار سالم، سابقه ای از بیماری قلبی شناخته شده و یا فشار خون بالای سیستمیک و مصرف سیگار را نداشتند و وارد مطالعه شدند. تمام افراد مورد بررسی نیز از نظر جنسیت مرد بودند. متغیرهای دموگرافیک بین ورزشکاران ایزوتونیک، ایزومتریک و افراد سالم غیر ورزشکار تحت اکوکاردیوگرافی در جدول شماره شماره 1 آمده است.

جدول شماره 1: وضعیت دموگرافیک ورزشکاران ایزوتونیک، ایزومتریک و افراد سالم غیر ورزشکار تحت اکوکاردیوگرافی

متغیر	گروه ها			سطح معناداری	F
	ایزومتریک (n=25)	ایزوتونیک (n=25)	کنترل (n=25)		
میانگین سنی (سال)	24/9±4/5	24/8±3	26/8±3/7	0/78	2/26
میانگین BMI (kg/m^2)	27/4±6/4	23±2/42	25/±4	0/004	5/81
میانگین مدت زمانی ورزش حرفه‌ای (سال)	2/4±0/8	2/6±1/2	-	0/64*	-

داده ها به صورت انحراف معیار ± میانگین نشان داده شده است .
مقادیر P با استفاده از آزمون ANOVA به دست آمد.
*مقدار P با استفاده از آزمون t مستقل به دست آمد .
BMI Body Mass Index: شاخص توده بدنی

میانگین سنی افراد مورد مطالعه به طور کلی 25/9±3/4 سال بود. میانگین سنی و میانگین مدت زمانی ورزش حرفه‌ای بین ورزشکاران ایزوتونیک، ایزومتریک و افراد سالم غیر ورزشکار تحت اکوکاردیوگرافی معنی‌دار نبود (به ترتیب p=0/78 و p=0/64). میانگین BMI در ورزشکاران ایزومتریک بیش‌تر از باقی گروه‌ها بود و در گروه ایزوتونیک نیز کم‌تر از دو گروه دیگر بود. نتایج بیانگر اختلاف آماری معنی دار میان BMI بین ورزشکاران ایزومتریک و ایزوتونیک بود (p=0/004). شاخص‌های سیستولی و دیاستولی اکوکاردیوگرافی بین ورزشکاران ایزوتونیک، ایزومتریک و افراد سالم غیر ورزشکار در جدول شماره 2 آمده است.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-06]

جدول شماره 2: شاخص‌های سیستولی و دیاستولی اکوکاردیوگرافی بین ورزشکاران ایزوتونیک، ایزومتریک و افراد سالم غیر ورزشکار

شاخص	گروه‌ها			سطح معناداری	F
	ایزوتونیک	ایزومتریک	کنترل		
EDV (cc)	136/8±26/6	133±34	121/8±22/2	0/15	1/89
ESV (cc)	50/7±16/4	49/4±16/7	43/2±11/7	0/18	1/72
LVIDd (cm)	5/2±0/57	5/1±0/45	5/0±0/4	0/18	1/73
LVIDs (cm)	3/3±0/48	3/4±0/4	3/2±0/32	0/35	1/03
PWd (cm)	0/87±0/14	0/9±0/16	0/78±0/07	0/04*	3/44
IVSd (cm)	0/80±0/1	0/84±0/10	0/75±0/08	0/009*	4/98
LV mass (cm)	158/2±48	165/5±48	132/5±47	0/01*	4/12
RV (cm)	3±0/ 51	2/9±0/29	2/6±0/ 27	0/001*	4/52
موج E (cm/s)	0/81±0/1	0/89±0/13	0/82±0/12	0/03*	3/48
موج A (cm/s)	0/43±0/1	0/48±0/1	0/50±0/07	0/07	2/68
E/A	1/94±0/46	1/94±0/47	1/68±0/38	0/06	2/78
E´S (cm/s)	13/2±2	13/8±1/5	12/7±2/7	0/19	1/68
E´L (cm/s)	18/2±3/2	19/2±3/2	17/1±3/9	0/13	2/34
E/ E´s	6/2±1/03	6/53±1/02	6/7±1/4	0/37	1/13
DT (تایه)	160/2±26/8	170/4±33/3	155/2±24	0/16	1/85

داده‌ها به صورت انحراف معیار ± میانگین نشان داده شده است . مقادیر P با استفاده از آزمون ANOVA به دست آمد.

*مقادیر P کم تر از 0/05 به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

EDV: EDV: End diastolic volume:حجم پایان دیاستولیک

ESV: ESV: End systolic volume:حجم پایان سیستولیک

LVIDd: Left ventricular internal diameter in diastole:قطر داخلی بطن چپ در زمان دیاستول

LVIDs: Left ventricular internal diameter in systole:قطر داخلی بطن چپ در زمان سیستول

PWd: Posterior wall thickness during diastole:ضخامت دیوار خلفی بطن چپ در زمان دیاستول

IVSd: Interventricular septal in diastole:قطر سپتوم بین بطنی در زمان دیاستول

LV mass: Left ventricular mass:توده بطن چپ

RV: Right ventricle size:اندازه بطن راست

E: Early diastole: Mitral Annulus Septal TDI Peak موج Early Velocity :موج ابتدای دیاستولی

A: Late diastole : Atrial contraction wave: موج انقباض دهلیزی موج

E/A:نسبت موج E به A

E´S:موج ابتدای دیاستولی میوکارد در سپتوم

E´L:موج ابتدای دیاستولی میوکارد در لترال

E/ E´s:نسبت موج E به ´E در ناحیه سپتال

DT: Deceleration Time:زمان کاهش فلوی عبوری

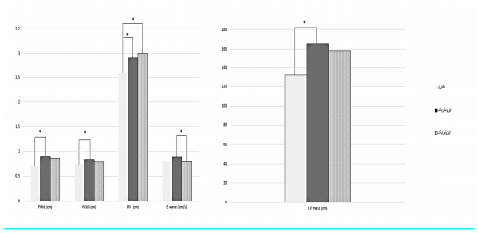
همان‌طور که جدول فوق نشان می‌دهد، ضخامت دیوار خلفی بطن چپ در زمان دیاستول، قطر سپتوم بین بطنی در زمان دیاستول، توده بطن چپ، اندازه بطن راست و موج E بین 3 گروه، ایزومتریک، ایزوتونیک و کنترل معنی دار بود(p<0/05). میانگین ضخامت دیوار خلفی بطن چپ در زمان دیاستول در گروه ایزومتریک cm 0/03 بیش‌تر از گروه ایزوتونیک (p=0/4) و cm 0/12 بیش‌تر از گروه کنترل بود (p=0/04). هم‌چنین میانگین IVSd در گروه ایزومتریک بیشتر از دیگر گروه‌ها بود و این اختلاف بین گروه‌های ورزشکاران ایزومتریک و کنترل معنی‌دار (p=0/006) و بین گروه‌های ایزومتریک و ایزوتونیک و هم‌چنین، ایزوتونیک و کنترل معنی‌دار نبود (به ترتیب p=0/1 و p=0/2).

داده‌های به‌دست آمده از نظر میزان توده بطن چپ در افراد مورد بررسی حاکی از آن بود که میانگین توده بطن چپ بین گروه ورزشکاران ایزوتونیک و ایزومتریک و کنترل معنی‌دار بود (p=0/01). در واقع این اختلاف آماری معنی‌دار تنها بین ورزشکاران ایزومتریک و کنترل وجود داشت (p=0/02). هم‌چنین نتایج مربوط به اندازه بطن راست در نمای4 chambers نشان داد که میانگین آن در گروه ایزوتونیک بیش‌ترین و در گروه کنترل کم‌ترین مقدار را داشته، که از نظر آماری اختلاف آن میان 3 گروه معنی دار بود (p=0/001). اختلاف بین گروه‌های ایزوتونیک و کنترل و نیز بین گروه‌های ایزومتریک و کنترل معنی‌دار بود (p=0/02). تغییرات آماری معنی‌داری میان ولوسیتی موج E در میان دو گروه ورزشکاران ایزوتونیک و ایزومتریک وجود داشت (p=0/03). میانگین ولوسیتی موج E در ورزشکاران ایزوتونیک کم‌ترین (حداقل 0/76 cm/s و حداکثر 0/85 cm/s) و در گروه ورزشکاران ایزومتریک (حداقل 0/84 cm/s و حداکثر 0/95 cm/s)، بیش‌تر از باقی گروه‌ها بود (شکل شماره 1).

هم‌چنین، در گروه ایزوتونیک دو مورد هیپرتروفی خفیف بطن چپ (Mild left ventricular hypertrophy (LVH)) و در گروه ایزومتریک دو مورد LVH خفیف و 1 مورد، LVH متوسط (Moderate

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-06]

LVH) مشاهده گردید و در گروه کنترل نیز LVH دیده نشد.



شکل شماره 1: مقایسه تغییرات شاخص‌های سیستولی و دیاستولی اکوکاردیوگرافی بین ورزشکاران ایزوتونیک، ایزومتریک و افراد سالم غیر ورزشکار

P-value *کم تر از 0/05

PWd: Posterior wall thickness during diastole:ضخامت دیوار خلفی بطن چپ در زمان دیاستول

IVSd: Interventricular septal in diastole:قطر سپتوم بین بطنی در زمان دیاستول

LV mass: Left ventricular mass:توده بطن چپ

RV: Right ventricle size: اندازه بطن راست

بحث

در پژوهش حاضر، به بررسی اندکس‌های عملکرد سیستولیک و دیاستولیک در ورزش‌های ایزومتریک و ایزوتونیک در مقایسه با افراد سالم غیر ورزشکار پرداخته شده است. ارزیابی ضخامت دیوار خلفی بطن چپ در زمان دیاستول و قطر سپتوم بین بطنی در زمان دیاستول و توده بطن چپ بیانگر این مطلب است که اندازه پارامترای فوق در ورزشکاران ایزومتریک و ایزوتونیک، بالاتر از افراد غیر ورزشکار بود. به نظر می رسد که انجام ورزش‌های ایزومتریک می‌تواند باعث افزایش قابل توجه ضخامت دیوار خلفی بطن چپ و قطر سپتوم بین بطنی در زمان دیاستول شود، هر چند که تغییر این عومل به تنهایی بیانگر اختلال دیاستولی بطن نمی‌باشد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که ورزش ایزومتریک بیش تر بر عملکرد و ساختار بطن چپ و ورزش ایزوتونیک بر روی سایز بطن راست موثر است. در ورزش‌های ایزومتریک و ایزوتونیک علی رغم هایپرتروفی بطن چپ و افزایش ضخامت دیواره بطن و توده بطنی، هیچ گونه اختلال در وضعیت عملکرد دیاستولی قلبی دیده نشد .

در مطالعه‌ای، تاثیر تمرین با وزنه به عنوان ورزش ایزومتریک بر خصوصیات ساختاری و عملکردی قلبی 20 زن غیر ورزشکار انجام شد. تمرینات ورزشی در هفته اول 50 درصد یک تکرار بیشینه در دو نوبت با 10 تکرار اجرا شد که به 80 درصد یک تکرار بیشینه در 3 نوبت با 6 تکرار در هفته هشتم رسیده بود. نتایج مطالعه فوق نشان داد که در گروه تمرین ایزومتریک با وزنه، شاخص‌های ضخامت دیواره بطن چپ، سپتوم بین بطنی و توده بطن چپ به طور معنی‌داری افزایش یافت. مطالعه ذکر شده، اثر ورزش ایزومتریک را بر روی شاخص‌های ساختاری و عملکردی بطن چپ را در مدت زمان کوتاه 8 هفته نشان داد. به عبارتی تمرین با وزنه می تواند سبب ایجاد تغییرات در برخی از شاخص‌های قلبی شود(14). هر چند برخی از مقالات، اثرات تمرینات ایزومتریک را بر روی اندکس‌های ذکر شده نشان ندادند(15, 16). به نظر، پاسخ‌های قلبی در همه افراد یکسان نمی‌باشد و دامنه تغییرات ایندکس‌های قلبی، بسته به نوع، ماهیت ورزش، سن، وزن و عوامل ژنتیکی می تواند متفاوت باشد(17).

در مطالعه‌ای دیگر، اثرات تمرینات ورزشی ایزومتریک به مدت 12 هفته طی 3 جلسه با شدت 50 تا 80 درصد یک تکرار بیشینه بر روی شاخص‌های ساختاری قلبی 30 مرد سالم غیر ورزشکار انجام شد. مطالعه فوق، افزایش توده بطن چپ، قطر پایان دیاستولی بطن چپ، ضخامت دیواره بین بطنی در پایان دیاستول و ضخامت دیواره خلفی بطن در پایان دیاستول را بعد از تمرینات ورزشی نشان داد. مطالعه فوق، در مقایسه با مطالعه ما، اثرات تمرینات ورزشی ایزومتریک را بر تغییرات شاخص‌های بیش‌تری از عملکرد قلبی بطن چپ را نشان داد(18).

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-06]

افزایش ضخامت دیواره بین بطنی و دیواره خلفی بطن چپ و توده بطن چپ به دنبال سازگاری قلبی در جهت افزایش قدرت انقباضی قلب و در نهایت برون ده قلبی و افزایش پس بار به دنبال ورزش، قابل توجیه است(19). هر چند تناقضات در مطالعات انجام شده در این زمینه وجود دارد که می‌تواند به دلیل اثرات و مداخلات متغیرهایی مانند سن ورزشکاران، نوع برنامه تمرینی، شدت تمرینات و نوع ورزش ایزومتریک و ایزوتونیک و نحوه درگیری عضلات باشد.

در مطالعه‌ای، شاخص توده بطن چپ، کاهش را به دنبال تمرینات مقاومتی نشان داد(19). میانگین سنی در گروه مورد بررسی در مطالعه فوق بین 3±68 سال بود. به نظر می‌رسد که احتمالا جهت تغییرات ساختاری بطن چپ، نیاز به مدت زمان بیش‌تری از تمرینات ورزشی در افراد با سن بالاتر است .

در مطالعه‌ای که بر روی 24 فوتبالیست حرفه‌ای و مقایسه آن با 20 فرد سالم غیر ورزشکار انجام شد، بازیکنان فوتبال به طور قابل ملاحظه‌ای، دارای افزایش توده بطن چپ بودند(10). هیپرتروفی بطن چپ در افراد ورزشکار مورد بررسی به دنبال ضخامت بیش‌تر دیواره و قطر انتهای دیاستولی، حجم پایان سیستول و دیاستول، قطر دهلیز چپ و کاهش جریان تاخیری دیاستولی ترانس میترال گزارش شده است. نتایج مطالعه فوق در راستای مطالعه حاضر بود. با این تفاوت که قطر پایان سیستول و دیاستول در مطالعه ما، تفاوتی بین گروه‌ها نداشت. نتایج اکوکاردیوگرافی بافتی داپلر ورزشکاران، در مطالعه ذکر شده نشان داد که موج ابتدای دیاستولی (موج E)، (0/04±0/22 در برابر 0/04±0/19 میلی ثانیه) و موج ابتدای دیاستولی میوکارد در لترال (موج E´L) (0/02±0/16 در برابر 0/03±0/19 میلی ثانیه) و نسبت این دو (E/E´ ratio)، که معیاری جهت تشخیص اختلال دیاستولیک است (0/23±1/66 در برابر 0/41±1/96)، به طور قابل توجهی بالا بود. نتایج مطالعه فوق نشان داد که ورزش حرفه‌ای فوتبال همراه با تغییرات مورفولوژی در بطن و دهلیز چپ و بهبودی در عملکرد دیاستولی بطن چپ است که می تواند توسط اکوکاردیوگرافی بافتی تشخیص داده شود. این تغییرات به عنوان قلب ورزشکاران نامیده شده و اختلال سیستولی و دیاستولی را شامل نمی‌شود .

مطالعه ای دیگر نشان داد که وزنه برداری (Weight Lifter) به عنوان ورزش مقاومتی شدید، می تواند منجر به افزایش عملکرد دیاستولی بطن چپ در زمان استراحت و در طی ورزش ایزومتریک گردد، علی رغم افزایش قابل توجه در توده بطن چپ(20). یافته های ذکر شده، مشابه مطالعه حاضر می‌باشد. در مطالعه‌ای، هیپرتروفی قابل توجه ای را همراه با عملکرد سیستولیک نرمال بطن چپ در ورزشکاران حرفه ای واترپولو که سابقه حداقل 3 ماه ورزش را که به مدت 26 ساعت در هفته داشتند، نشان داد(21). ورزش های ایزومتریک عمدتا اضافه بار فشاری را در قلب موجب شده و این اضافه بار، به طور مستمر می‌تواند سبب افزایش ضخامت سپتال و دیواره خلفی بطن چپ گردد تا با استرس دیواره میوکارد منطبق شود(22). پاسخ فیزیولوژیک ورزش‌های ایزومتریک که با افزایش بار فشاری و افزایش جزئی در بار حجمی همراه است، موجب پاسخ هیپرتروفیک به صورت افزایش ضخامت دیواره بطن چپ بدون تغییر در سایز حفره می‌گردد(22).

در مطالعه حاضر، بیش‌ترین سایز RV در ورزشکاران ایزوتونیک مشاهده شد و این میزان در ورزشکاران ایزوتونیک و ایزومتریک بیش‌تر از افراد غیرورزشکار سالم بود. به نظر، ورزش ایزوتونیک و ایزومتریک هردو می‌توانند به یک اندازه بر روی سایز RVموثر باشند؛ هرچند، این تغییرات در محدوده فیزیولوژیک بوده و اختلال عملکرد سیستولیک و دیاستولیکی یافت نشد.

مطالعه‌ای نشان داد که تمام پارامترهای اکوکاردیوگرافی سیستولیک و دیاستولیک بطن راست در ورزشکاران (دوندگان، کشتی گیران، بازیکنان

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-06]

بسکتبال و اسکی) با و بدون هیپرتروفی بطن چپ، مشابه و یکسان است و عملکرد سیستولیک و دیاستولیک RV، علی رغم اتساع (dilation) معنی دار در حفره بطن راست، مختل نمی شود(23). مطالعات معدودی در رابطه با بررسی عملکرد ساختار RV در ورزشکاران ایزوتونیک و ایزومتریک وجود دارد که شاید دلیل آن، سخت و پیچیده بودن بررسی عملکرد RV از طریق اکوکاردیوگرافی از جهت قرارگیری آن در زیر استخوان استرنوم باشد .

مطالعه حاضر نیز دارای محدودیت‌هایی بود. میزان BMIدر میان افراد ورزشکار ایزومتریک نسبت به افراد ورزشکار ایزوتونیک، بالاتر و در ورزشکاران ایزوتونیک از افراد کنترل پایین‌تر بود. لذا پیشنهاد می‌شود، BMIبه عنوان یکی از عوامل مهم مداخله‌گر در طراحی مطالعات آینده لحاظ گردد. از محدودیت‌های دیگر مطالعه حاضر می‌توان به عدم بررسی و کنترل متغیرهایی چون شدت ورزش و عدم ثبت کسر جهشی در مطالعه اشاره نمود .

انجام ورزش‌های ایزوتونیک تغییرات کم‌تری بر روی پارامترهای سیستولی و دیاستولی قلبی در مقایسه با ورزش‌های ایزومتریک ایجاد می‌کنند. تنها اختلاف بین اثرات قلبی ورزش ایزوتونیک با ایزومتریک، بر روی ولوسیتی موج E مشاهده شد. در ورزش‌های ایزومتریک و ایزوتونیک علی رغم‌هایپرتروفی بطن چپ و افزایش ضخامت دیواره بطن‌ها، هیچ‌گونه اختلال در وضعیت عملکرد دیاستول قلبی یافت نشد.

تضاد منافع

این مطالعه برای نویسندگان هیچ گونه تضاد منافعی نداشته است.

سپاسگزاری

از کلیه ورزشکاران و افرادی که با مطالعه حاضر همکاری نمودند، کمال تشکر را داریم. هم چنین از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی مازندران جهت تصویب و تامین بودجه طرح، سپاسگزاریم.

References

1. Rowland T. Endurance athletes' stroke volume response to progressive exercise. Sports Med . 2009;39(8):687-695.
2. Notomi Y, Popović ZB, Yamada H, Wallick DW, Martin MG, Oryszak SJ, et al. Ventricular untwisting: a temporal link between left ventricular relaxation and suction. Am J Physiol Heart Circ Physiol. 2008;294(1):H505-H13.
3. Kreso A, Arslanagić A. Athlete's heart syndrome and echocardiographic changes. Bosn J Basic Med Sci. 2008;8(2):116-120.
4. La Gerche A, Burns AT, Mooney DJ, Inder WJ, Taylor AJ, Bogaert J, et al. Exercise-induced right ventricular dysfunction and structural remodelling in endurance athletes. Eur Heart J. 2012:33(8):998-1006.
5. Pelliccia A, Maron BJ, De Luca R, Di Paolo FM, Spataro A, Culasso F. Remodeling of left ventricular hypertrophy in elite athletes after long-term deconditioning. Circulation. 2002;105(8):944-949.
6. Al-Hazzaa HM, Chukwuemeka AC. Echocardiographic dimensions and maximal oxygen uptake in elite soccer players. Saudi Med J. 2001;22(4):320-325.
7. Jolliffe J, Rees K, Taylor RR, Thompson DR, Oldridge N, Ebrahim

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-06]

S. Exercise-based rehabilitation for coronary heart disease. Cochrane Library. 2001 ;(1):CD001800.

8. Hajighasemi A, Naghavil HS, Mosavi M, Kashef M. A Comparison of Some Specifications of Left Ventricle Structures and Functions in Male Athlete and Non-Athlete Teenagers. Olympics. 2011;53(19):103-114.(Persian)
9. Caso P, D'Andrea A, Galderisi M, Liccardo B, Severino S, De Simone L, et al. Pulsed Doppler tissue imaging in endurance athletes: relation between left ventricular preload and myocardial regional diastolic function. Am J Cardiol. 2000;85(9):1131-1136.
10. Tümüklü MM, Etikan I, Çinar CS. Left ventricular function in professional football players evaluated by tissue Doppler imaging and strain imaging. Int J Cardiovasc Imaging. 2008;24(1):25-35.
11. Mann DL, Zipes DP, Libby P, Bonow RO. Braunwald's heart disease: a textbook of cardiovascular medicine. Philadelphia :Saunders. 2014.
12. Nagueh SF, Appleton CP, Gillebert TC, Marino PN, Oh JK, Smiseth OA, et al. Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography. J Am Soc Echocardiogr. 2009;22(2):107-133.
13. Hayward R, Lien C-Y. Echocardiographic Evaluation of Cardiac Structure and Function during Exercise Training in the Developing Sprague–Dawley Rat. J Am Assoc Lab Anim Sci. 2011;50(4):454-461.
14. Hosseini M. The effect of weight training on structural and functional characteristics of non-athletic women heart Sport Physiology. 2000;3(12):95-104.
15. D'Andrea A, Limongelli G, Caso P, Sarubbi B, Della Pietra A, 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(2):177-184.
16. Somauroo J, Pyatt J, Jackson M, Perry R, Ramsdale D. An echocardiographic assessment of cardiac morphology and common ECG findings in teenage professional soccer players: reference ranges for use in screening. Heart. 2001;85(6):649-654.
17. Maron BJ, Pelliccia A. The heart of trained athletes : cardiac remodeling and the risks of sports, including sudden death. Circulation. 2006;114(15):1633-1644.
18. Tayebi Sani M, Kian Zadeh A, Abdi H, GHarayagh Zandi H. Short-term resistance training effects on left ventricular structure of non-athlete male students by using echocardiography. J Sabzevar Univ Med Sci . 2010;16(4):171-180.
19. Haykowsky M, Humen D, Teo K, Quinney A, Souster M, Bell G, et al. Effects 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):1002-1006.
20. Adler Y, Fisman EZ, Koren-Morag N, Tanne D, Shemesh J, Lasry E, et al.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-06]

Left ventricular diastolic function in trained male weightlifters at rest and during isometric exercise. Am J Cardiol. 2008;102(1):97-101.

21. Zakynthinos E, Vassilakopoulos T, Mavrommati I, Filippatos G, Roussos C, Zakynthinos S. Echocardiographic and ambulatory electrocardiographic findings in elite water-polo athletes. Scand J Med Sci Sports. 2001;11(3):149-155.
22. Mohammadi F, Gaeini A-A, Gharakhanlo R, Salehi Omran MA. Structural and functional adaptations of athlete's heart (football players). Harakat. 2002;11(11):133-146.(Persian)
23. Erol MK, Karakelleoglu S. Assessment of right heart function in the athlete's heart. Heart Vessels. 2002;16(5):175-180.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-06]