Original Article

The effect of a 12 week plyometric and soccer training on the cardiac structure and function among the 13-15 years old boys

Tartibian B[1], Ebrahimi-Torkamani B[2*]

1- Department of Sports Injuries and Corrective Exercise, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Allameh Tabataba'i University, Tehran, I. R. Iran.
2- Department of Physical Education , Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, I. R. Iran.

Received June 2, 2015; Accepted January 3, 2017

Abstract:

Background: Exercise plays an important role in improving cardiovascular function. Due to the increasing tendency of children to the soccer the purpose of this investigation was to examine the effects of a 12 week plyometric and soccer training on the cardiac structure and function of healthy 13-15 years old boys.

Materials and Methods: This quasi- experimental study was conducted with a pre-test and post-test design. The participants (n=20) were selected among the non-athletic healthy boys (13-15 years) from Miyaneh (East Azerbaijan, Iran). After taking informed consent the participants were voluntarily participated in two equal Training and Control groups. The participants in the Exercise group performed a 12 week plyometric and soccer training. Under basic conditions and after a 12 week follow-up using the echocardiography both groups were examined for left ventricular end-diastolic dimension (LVEDD), left ventricular end-systolic dimension (LVESD), left ventricular end diastolic posterior wall dimension (LVPWd), inter-ventricular septal end diastolic dimension (IVSd), stroke volume (SV), ejection fraction (EF) and cardiac output (CO).

Results: After a 12 week training program the LVEDD, LVPWd and SV were significantly increased ($P<0.05$). The EF in the Exercise group had no increase. Moreover, LVESD and IVSd were similar in both groups.

Conclusion: A twelve week plyometric and soccer training in 13-15 years old boys result in significant changes in some cardiac structural and functional indexes.

Keywords: Cardiac structure, Cardiac function, Plyometric training, Football, Boys

* **Corresponding Author.**
Email: Ebrahimi.ba96@yahoo.com
Tel: 0098 903 154 6050
Fax: 0098 453 351 0132

IRCT Registration No. RCT2016070326752N2 Conflict of Interests: ***No***

Feyz, Journal of Kashan University of Medical Sciences, April, 2017; Vol. 21, No 1, Pages 94-101

Please cite this article as: Tartibian B, Ebrahimi-Torkamani B. The effect of a 12 week plyometric and soccer training on the cardiac structure and function among the 13-15 years old boys. ***Feyz*** 2017; 21(1): 94-101.

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-05-20]

تاثیر ۱۲ هفته تمرین پلایومتریک و فوتبال بر ساختار و عملکرد قلب پسران ۱۵-۱۳ ساله

بختیار ترتیبیان [۱]، بهمن ابراهیمی ترکمانی [۲*]

خلاصه:

سابقه و هدف: فعالیت ورزشی نقش مهمی در ارتقای عملکرد قلب و عروق دارد. باتوجه به گرایش روزافزون کودکان و نوجوانان به رشته ورزشی فوتبال هدف از تحقیق حاضر بررسی تاثیر ۱۲ هفته تمرین پلایومتریک و بازی فوتبال بر شاخص‌های ساختاری و عملکردی قلب پسران سالم ۱۵-۱۳ ساله بود.

مواد و روش‌ها: این تحقیق از نوع تحقیقات نیمه تجربی با طرح پیش آزمون - پس آزمون بود. ۲۰ پسر سالم غیرورزشکار ۱۵_۱۳ به صورت داوطلبانه انتخاب و پس از اخذ رضایت‌نامه به‌طور تصادفی در دو گروه تمرین (۱۰ نفر) و کنترل (۱۰نفر) در تحقیق حاضر شرکت کردند. آزمودنی‌های گروه تمرین، ۱۲ هفته تمرینات پلایومتریک و فوتبال را انجام دادند. از گروه کنترل و گروه تمرین در شرایط پایه و ۱۲ هفته بعد با استفاده از دستگاه اکوکاردیوگرافی شاخص‌های ابعاد پایان دیاستولی بطن چپ (LVEDd)، ابعاد پایان سیستولی بطن چپ (LVEDs)، ضخامت دیواره خلفی بطن چپ (LVPWT)، ضخامت دیواره بین بطنی (LVT)، حجم ضربه‌ای (SV)، کسرتزریقی (EF) مورد بررسی قرار گرفت. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش‌های آماری تی‌مستقل، تی‌همبسته و تحلیل کواریانس در سطح معنی‌داری $P<۰/۰۵$ استفاده شد.

نتایج: ابعاد پایان دیاستولی، ضخامت دیواره خلفی بطن چپ و حجم ضربه‌ای پس از ۱۲ هفته تمرین از لحاظ آماری افزایش معنی‌داری نشان دادند ($P\leq۰/۰۵$). کسر تزریقی نسبت به حالت پایه افزایش غیرمعنی‌داری داشت ($P\geq۰/۰۵$). هم‌چنین، ابعاد پایان سیستولی بطن چپ و ضخامت دیواره بین بطنی در هر دو گروه مشابه بود.

نتیجه‌گیری: ۱۲ هفته تمرین پلایومتریک و بازی فوتبال، باعث ایجاد تغییرات معنی‌داری در برخی از شاخص‌های ساختاری و عملکردی قلب کودکان سالم ۱۵- ۱۳ ساله می‌شود.

واژگان کلیدی: ساختار و عملکرد قلب، تمرین پلایومتریک، فوتبال، پسران

دو ماه‌نامه علمی- پژوهشی فیض، دوره بیست و یکم، شماره ۱، فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۶، صفحات ۱۰۱-۹۴

مقدمه

ورزش منظم یک راه‌برد مهم حفظ سلامتی در کودکان و نوجوانان است. امروزه انجام منظم فعالیت بدنی و ورزش به‌طور گسترده از سوی جامعه پزشکی و ورزشی مورد حمایت قرار گرفته است [۱]. مطالعات همه‌گیر شناسی در ۵۰ سال اخیر نشان داده است که آمادگی جسمانی پائین در کودکی و نوجوانی، با بیماری-های قلبی-عروقی، دیابت نوع دو و حتی مرگ و میر در بزرگسالی همراه است. مرور مطالعات پیشین نیز نشان می‌دهد که فعالیت بدنی و آمادگی جسمانی با بیماری‌های قلبی-عروقی، چاقی و اضافه وزن، عوامل روانی، دیابت نوع دو و سلامت اسکلتی کودکان و نوجوانان نیز در ارتباط است [۲].

فعالیت بدنی برای بهبود تناسب اندام و کاهش خطر بیماری‌های قلبی عروقی در کودکان چاق و نرمال ضروری است [۳]. با این-حال، نوع تمرین، تعداد دفعات تکرار، مدت و شدت آن در کودکان مورد بحث است. دستورالعمل‌های رایج توصیه می‌کنند کودکان سنین مدرسه روزانه حداقل ۶۰ دقیقه فعالیت جسمی آرام تا شدید انجام دهند [۴]. بی‌شک در میان ورزش‌ها، فوتبال پر-طرفدارترین و هیجان‌انگیزترین رشته ورزشی در جهان در میان کودکان و نوجوانان محسوب می‌شود. فوتبال به‌عنوان یک بازی تیمی نیازمند استارت‌های انفجاری متناوب با شدت بالاست که سیستم غالب در آن هوازی است. هم‌چنین، یک دسته از فعالیت‌ها از قبیل استارت، توقف، حرکات انفجاری، پرش، تکل و تغییر سریع جهت، با میانگین نزدیک به آستانه بی‌هوازی انجام می‌شوند. تحقیقات جدید نشان داده‌اند که برای بهبود تناسب اندام و سلامت قلب در کودکان و نوجوانان تمرینات تناوبی با شدت بالا می‌تواند بسیار موثرتر از تمرینات با شدت کم تا متوسط باشد؛ این روش موجب می‌شود تا به‌جای فشار بالا در زمان متوالی، شدت تمرین در زمان‌های کوتاه‌تر تقسیم گردد و فشار کمتری در کل تمرین حس گردد که موجب اجرای بیشتر تمرین نیز خواهد شد [۵]. در

[۱] دانشیار، گروه آسیب شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه علامه طباطبائی تهران

[۲] دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه محقق اردبیلی

*نشانی نویسنده مسئول:

اردبیل، خیابان دانشگاه، دانشگاه محق اردبیلی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی

تلفن: ۰۹۰۳۱۵۴۶۰۵۰ دورنویس: ۰۴۵۳۳۵۱۰۱۳۲

پست الکترونیک: Ebrahimi.ba96@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۴/۳/۱۲ تاریخ پذیرش نهایی: ۹۵/۱۰/۱۴

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-05-20]

این راستا، اخیراً گزارش شده است که ۶ هفته تمرین فوتبال با شدت بالا به‌مدت ۳۰ دقیقه در کودکان ۱۰-۹ ساله موجب پیشرفت قابل توجهی در آمادگی هوازی کودکان می‌شود. فوتبال هم‌چنین می‌تواند یک مداخله تمرینی موثر برای کنترل وزن، بهبود ظرفیت فیزیکی و پارامترهای آمادگی جسمانی مرتبط با سلامت و اعتماد به نفس در کودکان مبتلا به اضافه وزن باشد [۶]. در میان انواع تمرینات مورد استفاده برای افزایش قابلیت‌های سرعتی و توانی در فوتبال، تمرینات پلایومتریک برنامه تمرینی مناسبی است که شواهد نشان می‌دهد اعمال انفجاری و توانایی تولید نیروی عضلات را در سرعت‌های زیاد (تولید توان) در حرکات پویا بهبود می‌بخشد [۷]. ترکیب پیاپی اعمال اکسنتریک و کانسنتریک متداول‌ترین نوع عملکرد عضله را شکل می‌دهد که چرخه کشش کوتاه شدن (Stretch-Shortening Cycle; SSC) نامیده می‌شود [۸] و فعالیت‌های انفجاری در فوتبال نیز اغلب به انقباض عضلانی درگیر در چرخه کشش کوتاه شدن نیاز دارد. سازوکار تمرینی در این چرخه توانایی سیستم عصبی عضلانی-تاندونی را برای تولید نیروی حداکثر در کوتاه‌ترین زمان افزایش می‌دهد. تغییرات و سازگاری‌های ساختاری و عملکردی قلب در پاسخ به تمرینات ورزشی منظم، برخلاف شرایط پاتولوژیک، یک پدیده فیزیولوژیک به‌شمار می‌رود [۹]. با این‌حال، آثار دقیق فعالیت‌های ورزشی مختلف به نژاد، وراثت، جنسیت، آمادگی جسمانی، نوع، شدت و مدت فعالیت‌های بدنی بستگی دارد [۱۰]. به عبارتی، الگوی تغییرات ناشی از انجام ورزش‌های هوازی یا مقاومتی به‌ترتیب به شکل هایپرتروفی برون‌گرا یا درون‌گرا رخ می‌دهد [۱۱]. فعالیت‌های هوازی و استقامتی با اعمال نوعی بیش بارحجمی بر عضله قلب از الگوی هایپرتروفی برون‌گرا پیروی می‌کند. ورزشکاران شرکت‌کننده در این گونه فعالیت‌ها از حجم پایان دیاستولی، توده بطنی چپ، گنجایش بطنی بزرگ‌تر و انقباض میوکارد قوی‌تری برخوردارند [۱۲]، درحالی‌که الگوی تغییرات ناشی از انجام ورزش‌های مقاومتی یا قدرتی بر اثر بیش‌بار فشاری به‌صورت هایپرتروفی درون‌گرا، افزایش ضخامت دیواره‌های بطنی و عدم افزایش حفره‌های بطنی و حجم ضربه‌ای رخ می‌دهد [۱۳]. مطالعات انجام شده بر روی کودکان چاق تمرین نکرده، سازگاری قلبی عروقی قابل توجهی بعد از شرکت در برنامه‌های تمرینی فوتبال را گزارش کرده‌اند [۱۵،۱۴]. برخی از تحقیقات اخیر نشان داده‌اند تغییرات در ساختار و عملکرد قلب کودکان نسبت به تمرینات ورزشی شاید به‌خوبی بزرگسالان رخ دهد؛ هرچند در این تغییرات، تفاوت‌های کمی در ارزش مطلق زمان استراحت و تمرین در بین کودکان و بزرگسالان وجود دارد [۱۶]. Obert و همکاران گزارش کرده‌اند که تمرینات شنای استقامتی شدید باعث افزایش حجم ضربه‌ای و بزرگ شدن ابعاد درونی بطن چپ می‌شود [۱۷]. Adams و همکاران تاثیر تمرینات استقامتی شدید بر روی ساختار و عملکرد قلب در یک گروه از پسران سالم را با استفاده از اکوکاردیوگرافی بررسی کرده‌اند. نتایج نشان داد که در نتیجه تمرینات شدید استقامتی یک افزایش معنی‌دار در ابعاد پایان دیاستولی و حجم بطن چپ در زمان استراحت وجود دارد [۱۸]. گزارش شده است که تمرین باعث افزایش حجم خون در کودکان می‌شود و این نیز به‌نوبه خود باعث افزایش پیش‌بار و در نتیجه پرشدن بطن چپ، و بدین وسیله باعث ایجاد تغییرات در ابعاد بطن چپ می‌شود [۱۹]. بر اساس گزارش محققان، کودکانی که تمرینات استقامتی انجام داده‌اند، افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی آنها تنها از طریق توسعه در حداکثر حجم ضربه‌ای بوده است [۲۰]. در مقایسه با بزرگسالان، نسبت به تمرین‌پذیری و سازگاری‌های ساختاری و عملکردی قلب نوجوانان سالم و تمرین نکرده اطلاعات اندکی وجود دارد. اگرچه اخیراً مطالعات مقطعی و طولی اثرات مثبت تمرینات فوتبال بر ظرفیت هوازی و سایر شاخص‌های آمادگی جسمانی را نشان داده‌اند [۲۱]. باتوجه به گرایش روزافزون کودکان و نوجوانان به رشته ورزشی فوتبال و گسترش استفاده از تمرینات پلایومتریک در برنامه‌های تمرینی مربیان، هدف پژوهش حاضر بررسی تاثیر یک دوره تمرینات پلایومتریک و فوتبال بر ساختار و عملکرد قلب کودکان ۱۵-۱۳ ساله سالم بود.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از نوع نیمه‌تجربی و با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون بود. جامعه آماری در دسترس شامل پسران سالم ۱۳ تا ۱۵ ساله شهرستان میانه بودند. از بین افراد واجد شرایط تعداد ۲۰ دانش‌آموزان پسر در دامنه سنی ۱۳ تا ۱۵ سال به‌صورت در دسترس انتخاب شده و به‌طور تصادفی در دو گروه ۱۰ نفره تمرین و کنترل در تحقیق شرکت نمودند. آزمودنی‌ها در خصوص اهداف تحقیق، شرایط شرکت در آزمون و مراحل مختلف آن توجیه شده و به‌منظور آگاهی از وضعیت تندرستی آنان، پرسشنامه تندرستی را تکمیل نمودند. بر پایه پرسشنامه‌های اطلاعات فردی و تاریخچه پزشکی، هیچ‌یک از آزمودنی‌ها سابقه ابتلا به بیماری‌های قلبی و عروقی، نارسایی کبد، کلیه، دیابت، گوارش، آسیب‌های حاد و مزمن عضلانی، شکستگی استخوان، اختلالات و بیماری‌های تنفسی نداشتند. هم‌چنین، والدین آزمودنی‌ها جهت شرکت در تحقیق رضایت‌نامه شرکت در تحقیق را تکمیل نمودند. در ادامه، ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها شامل سن (سال)، قد (سانتی‌متر)، وزن

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-05-20]

(کیلوگرم)، درصد چربی، شاخص توده بدنی (BMI کیلوگرم/-مترمربع)، ضربان قلب استراحت و فعالیت (ضربان در دقیقه)، و فشار خون استراحت (میلی‌متر جیوه) نیز اندازه‌گیری شد. آزمودنی‌ها برنامه تمرینی را به‌صورت ۳ جلسه در هفته و به‌مدت ۹۰ دقیقه در هر جلسه انجام دادند. برنامه تمرینی شامل ۱۰ الی ۱۵ دقیقه گرم کردن و دوی آرام، ۲۰ الی ۲۵ دقیقه تمرینات پلایومتریک، ۴۰ دقیقه بازی فوتبال و ۱۰ دقیقه ریکاوری بود. تمامی آزمودنی‌ها در یک دوره آشناسازی (دو جلسه) با نحوه انجام تمرینات پلایومتریک آشنا شدند. پروتکل تمرین پلایومتریک از مطالعه Markovic و همکاران انتخاب شد. هر دور شامل ۶ پرش متوالی از روی مانع با حداکثر ارتفاع و حداقل تماس پا با زمین انجام می‌گرفت. فاصله بین موانع از همدیگر ۱ متر بود. هر دور پرش شامل ۶ ریباند بعد از پرش سقوطی از یک جعبه ۴۰ سانتی-متری بود و مکث بین هر ریباند حدود ۵ ثانیه و استراحت بین دوره-ها ۳ دقیقه بود [۲۲]. ضربان قلب آزمودنی‌ها در طی اجرای تمرین کنترل شده و تمرین با ۸۰-۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه اجرا شد. هم‌چنین، طی دوره تمرین آزمودنی‌های گروه کنترل هیچ‌گونه فعالیت ورزشی منظمی نداشتند. اکوکاردیوگرافی یکی از روش‌های تشخیصی دقیق و بدون ضرر برای تعیین عملکرد و ساختار قلب است؛ در این روش امواج صوتی از طریق پروب به سوی قلب فرستاده می‌شوند که بسته به مواد تشکیل دهنده هر قسمت از قلب مقادیر مشخصی از این امواج منعکس شده و تصویر ایجاد می‌شود. قبل از شروع و بلافاصله بعد از ۱۲ هفته تمرین فوتبال، ساختار و عملکرد قلب کودکان با استفاده از اکوکاردیوگرافی رنگی داپلر (ESAOTE, My Lab 60) ساخت کشور ایتالیا توسط پزشک متخصص قلب و عروق اندازه‌گیری شد. برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف استفاده شد و جهت مقایسه میانگین دو گروه از آزمون t مستقل استفاده گردید. به‌منظور مقایسه میانگین‌ها قبل و بعد از اعمال مداخله در هر گروه از آزمون مقایسه زوجی (Paired-Sample t-test) و آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد. داده‌های تحقیق به‌کمک نرم‌افزار SPSS ویرایش ۲۲ پردازش شدند. کلیه نتایج به‌صورت میانگین±انحراف معیار بیان شده و سطح معنی‌داری نتایج $P<۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

نتایج

در جدول شماره ۱ ویژگی‌های فیزیولوژیک آزمودنی‌ها مشخص شده است. نتایج آزمون t مستقل نشان داد که در حالت پایه ویژگی‌های آنتروپومتریکی، ضربان قلب استراحت، ابعاد قلب و ساختار قلب در هر دو گروه مشابه می‌باشد (جداول شماره ۱ و ۲). نتایج حاصل از آنالیز آماری مقایسه زوجی و تحلیل کوواریانس (جدول شماره ۲) گویای آن است که بعد از ۳ ماه تمرین پلایومتریک و فوتبال ابعاد پایان دیاستولی ($P=۰/۰۰۴$)، ضخامت دیواره خلفی بطن چپ ($P=۰/۰۰۲$) و حجم ضربه‌ای ($P=۰/۰۴۹$) نسبت به حالت پایه افزایش معنی‌داری می‌یابد. هم-چنین، متغیرهای ابعاد پایان سیستولی بطن چپ، ضخامت دیواره بین بطنی و کسر تزریقی تغییر معنی‌داری نسبت به حالت پایه نداشتند ($P\geq۰/۰۵$).

بحث

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که حجم ضربه‌ای در گروه تمرین بعد از ۱۲ هفته تمرین پلایومتریک و بازی فوتبال نسبت به حالت پایه افزایش معنی‌داری می‌یابد. هم‌چنین، کسر تزریقی نیز افزایش غیر معنی‌داری نشان داد. مطابق با یافته‌های این تحقیق Obert و همکاران [۲۳] گزارش کرده‌اند که تمرینات استقامتی در کودکان دختر و پسر موجب افزایش معنی‌دار حجم ضربه‌ای می-شود. به‌علاوه، Jian Rong و همکاران [۱۶]، و Nottin و همکاران [۲۴] گزارش کرده‌اند که تمرینات استقامتی باعث افزایش غیرمعنی‌دار حجم ضربه‌ای و برون ده قلبی می‌شود.

جدول شماره ۱- ویژگی‌های بدنی و فیزیولوژیکی نوجوانان پسر مورد مطالعه

گروه	ورزشکار		غیر ورزشکار		P^*
متغیر	مرحله پایه	مرحله دوم	مرحله پایه	مرحله دوم	
سن (سال)	۱۴/۵۴±۶/۴	۱۴/۸۴±۶/۴	۱۴/۲۸±۵/۲	۱۴/۵۸±۵/۲	۰/۶۲۴
قد (cm)	۱۵۹/۵۴±۵/۹۵	۱۶۰/۱۴±۸/۶۵	۱۶۰/۱۵±۰/۶۳	۱۶۱/۲۱±۴/۴۳	۰/۶۱۲
وزن (kg)	۴۶/۸۴±۵/۰۹	۴۷/۵۴±۱/۰۲	۴۶/۶۸±۴/۱۲	۴۷/۳۹±۵/۰۹	۰/۷۲۲
اوج اکسیژن مصرفی (میلی‌لیتر/کیلوگرم بر دقیقه)	۳۶±۲/۱۲	۳۹±۷/۳۸	۳۷±۱/۴۶	۳۷±۸/۶۶	۰/۲۷۵
توده بدن (BMI)	۱۸/۴۳±۴/۷	۱۸/۸۹±۲/۳	۱۸/۲۴±۲/۱	۱۹/۱۷±۵/۲	۰/۷۳۱
ضربان قلب استراحت	۸۳/۲±۱/۲۱	۸۰/۹±۰/۱۰	۸۲/۶۲±۱/۳	۸۳/۸±۴/۱۴	۰/۴۲۴

نتایج به‌صورت $\overline{X} \pm SD$ نشان داده شده است. * تفاوت معنی‌دار بین دوگروه در حالت پایه

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-05-20]

جدول شماره ۲- نتایج آزمون تحلیل کوواریانس و آزمون مقایسه زوجی متغیرها

		مرحله تمرین	$\overline{X} \pm SD$ گروها		
		گروه کنترل	گروه تمرین		
ابعاد پایان دیاستولی بطن چپ CM	مرحله پایه	۳/۸۴±۰/۱۶	۳/۸۱±۰/۱۳	۱۵/۸۰	۰/۰۰۴*
	مرحله دوم	۳/۸۶±۰/۲۱	۳/۹۵±۰/۱۸		
	P	۰/۶۹۸	۰/۰۰۳		
ابعاد پایان سیستولی بطن چپ CM	مرحله پایه	۳/۲۶±۰/۱۵	۳/۲۷±۱/۰۹	۱/۱۳۰	۰/۳۱۹
	مرحله دوم	۳/۲۹±۰/۱۸	۳/۲۶±۰/۱۲		
	P	۰/۳۷۱	۰/۸۱۱		
ضخامت دیواره خلفی بطن چپ ML	مرحله پایه	۱۰/۳۶±۰/۱۵	۱۰/۳۸±۱/۴۵	۳۶۰/۲۱	۰/۰۰۲*
	مرحله دوم	۱۰/۳۹±۰/۲۴	۱۰/۴۳±۰/۱۴		
	P	۰/۴۹۳	۰/۰۲۵		
ضخامت دیواره بین بطنی ML	مرحله پایه	۱۰/۲۰±۰/۰۸	۱۰/۱۸±۱/۱۵	۰/۹۴۲	۰/۸۹۳
	مرحله دوم	۱۰/۱۸±۰/۹۰	۱۰/۱۵±۰/۵۲		
	P	۰/۷۲۶	۰/۳۴۳		
حجم ضربه‌ای ML	مرحله پایه	۲۱/۴۰±۰/۹۶	۲۱/۷۰±۰/۸۲	۵/۳۶۱	۰/۰۴۹*
	مرحله دوم	۲۱/۸۰±۱/۱۳	۲۲/۶۰±۰/۸۰		
	P	۰/۵۸۶	۰/۰۰۳		
کسر تزریقی EF	مرحله پایه	۵۶/۶۰±۲/۰۶	۵۶/۶۰±۱/۸۳	۱/۷۶	۰/۲۲۱
	مرحله دوم	۵۷/۱۰±۲/۲۳	۵۷/۹۰±۱/۴۹		
	P	۰/۷۳۵	۰/۰۶۴		

* تفاوت معنی‌دار در سطح $P<۰/۰۵$ (نتایج آزمون تحلیل کوواریانس)

همچنین، بر اساس گزارش Krustrup و همکاران ۱۰ هفته تمرین فوتبال در کودکان ۱۰-۹ ساله باعث افزایش غیرمعنی‌دار کسر تزریقی می‌شود [۲۵]. Wisløff و همکارانش گزارش کرده‌اند که ۱۲ هفته تمرین تداومی با شدت متوسط و تمرین هوازی تناوبی شدید موجب افزایش کسر تزریقی بطن چپ بیماران قلبی می‌شود [۲۶]. افزایش درصد کسر تزریقی بطن چپ می‌تواند به‌دلیل کاهش قطر پایان سیستولی بطن چپ و یا افزایش قطر پایان دیاستولی بطن چپ پس از تمرین و یک پاسخ سازمان یافته برای افزایش حجم ضربه‌ای باشد. تمرینات ورزشی موجب افزایش توده سلول قرمز و حجم پلاسما می‌شود که موجب افزایش خون برگشتی از عضلات به قلب در طول تمرین می‌شود. بنابراین، حجم ضربه‌ای افزایش یافته سبب بسط عضله قلب می‌شود و در نتیجه باعث افزایش برون‌ده قلب می‌شود [۲۷]. به‌علاوه، فاکتور ژنتیک یک عامل مهم برای سازگاری قلبی است [۱۷]. درجه توسعه متغیرهای قلبی در کودکان به سطح و نوع تمرینات و همچنین به میزان آمادگی جسمانی اولیه کودکان بستگی داشته و در مقایسه با بزرگسالان تفاوت‌های موجود می‌تواند ناشی از تفاوت‌های کمی در اندازه‌گیری‌های نسبی و مطلق بعضی از پاسخ‌های قلب در طول استراحت و ورزش بین کودکان و بزرگسالان باشد [۱۶]. در تحقیق حاضر حجم ضربه‌ای بطن چپ افزایش قابل توجهی داشت که باتوجه به بالا بودن میانگین قطر و حجم پایان دیاستولی ورزشکاران دور از انتظار نمی‌باشد. البته تحقیقات قبلی نشان داده‌اند برون‌ده قلبی ورزشکاران با غیر ورزشکاران تقریبا برابر است که این با حجم ضربه‌ای استراحتی زیادتر و ضربان قلب استراحتی کمتر برقرار می‌شود [۲۸]. اکثر تحقیقات افزایش حجم ضربه‌ای زمان استراحت ورزشکاران را نشان داده‌اند [۲۹]؛ این افزایش احتمالا به‌دلیل افزایش بیشتر حجم حفره بطن چپ و بازگشت وریدی بیشتر مشهودتر است [۳۰]. نتایج همچنین نشان دادند که ۱۲ هفته تمرین پلایومتریک و بازی فوتبال باعث افزایش معنی‌دار ابعاد پایان دیاستولی بطن چپ و ضخامت دیواره خلفی بطن چپ می‌شود. همچنین، ضخامت دیواره بین بطنی و ابعاد پایان سیستولی بطن چپ نسبت به حالت پایه تغییر معنی‌داری نشان نداد. در این ارتباط گزارش شده است که ۱۲ هفته تمرین فوتبال در کودکان ۹ الی ۱۰ ساله باعث افزایش معنی‌دار ضخامت دیواره خلفی بطن چپ شده ولی تغییر معنی‌داری در ضخامت دیواره بین بطنی ایجاد نمی‌شود [۲۳]. تمرینات استقامتی باعث افزایش حجم خون در کودکان می‌شود و این نیز به‌نوبه خود باعث افزایش پیش‌بار و در نتیجه پرشدن بطن چپ شده و بدین‌وسیله باعث ایجاد تغییراتی در

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-05-20]

ابعاد بطن چپ می‌شود [۲۳]. Hansen و همکاران گزارش کرده‌اند که ۱۲ هفته تمرین فوتبال در کودکان چاق و کم تحرک موجب افزایش ۰/۸ میلی‌متری در ضخامت دیواره خلفی بطن چپ شده ولی تغییر معنی‌داری در ضخامت دیواره بین بطنی ایجاد نمی‌کند [۳۰]. محمدپوردهیاری و همکاران ساختار و عملکرد قلب دانشجویان فوتبالیست را با افراد غیر ورزشکار مقایسه کردند و بین ابعاد پایان دیاستولی و حجم ضربه‌ای بطن چپ در فوتبالیست‌ها با گروه غیرورزشکار تفاوت معنی‌داری گزارش کردند [۳۱]. ورزش‌های مختلف ترکیبی از اضافه بارهای فشاری و حجمی می‌باشند و در هیچ‌یک از فعالیت‌های ورزشی اضافه بار حجمی و فشاری به‌صورت مطلق وجود ندارد [۳۲]. افزایش ضخامت دیواره‌های پشتی بطن چپ حاکی از اضافه بار فشاری بر دیواره‌های قلبی می‌باشد. در طول تمرین تکرار انقباض‌های نیرومند محرک لازم برای هیپرتروفی دیواره بطن و در نتیجه افزایش ضخامت دیواره بطن چپ را سبب می‌شود. هنگامی‌که قلب با شرایط حاد ورزشی مواجه می‌شود، تغییراتی در ضربان و قدرت قلب به‌وجود می‌آید و زمانی‌که با این فشارها در طولانی‌مدت مواجه می‌شود تغییراتی در ابعاد حفره‌های قلب و ضخامت دیواره‌های بطنی ایجاد می‌شود. نتایج تحقیقات مختلف نشان می‌دهد که احتمالا این تغیرات بسته به نوع ورزش، سن، جنس و سطح رویه بدن متفاوت باشد [۳۳]. تمرین استقامتی غالبا موجب افزایش قطر دیاستولی [۳۵،۳۴] و ضخامت دیواره بطن می‌شود. افزایش ابعاد حفره بطن چپ از طریق افزایش حجم ضربه‌ای مزیت‌های همودینامیکی را به همراه دارد. تمرینات استقامتی یا به‌عبارتی تمرینات ایزوتونیکی و دینامیکی که اضافه بار حجمی را بر قلب وارد می‌کند، به‌طور عمده باعث افزایش حجم حفره‌ها و هایپرتروفی اکسنتریک بطن چپ می‌شود [۳۲]. در تحقیق حاضر نیز میانگین حجم پایان دیاستولی گروه تمرین احتمالا به‌دلیل اضافه بار حجمی افزایش معنی‌داری یافت. بررسی فراتحلیلی اکوکاردیوگرافی قلب ۱۴۵۱ ورزشکار مرد در قالب ۵۹ تحقیق در رشته‌های ورزشی گوناگون استاتیکی (وزنه برداری، پاورلیفتینگ، بدنسازی، پرتاب‌ها و کشتی) و دینامیکی (دوندگان استقامتی) و ورزشکاران ترکیبی (دوچرخه سواران و قایقرانان) نشان داده است که قطر پایان دیاستولی بطن چپ ورزشکاران استقامتی بیشتر از ورزشکاران قدرتی بوده است، که منجر به افزایش حجم ضربه‌ای در این ورزشکاران می‌شود. هم‌چنین، یک افزایش نسبی در قطر پایان دیاستولی در ورزشکاران قدرتی نیز مشاهده شد؛ این بدین معنی می‌باشد که الگوی ورزش اضافه بار حجمی مطلق و یا اضافه بار فشاری مطلق وجود ندارد، بلکه ورزش‌های گوناگون نسبت مختلفی از اضافه بار حجمی و فشاری را بر روی قلب ایجاد می‌کنند که باعث تغییرات ساختاری و عملکردی مختلف می‌شوند. اضافه بار حجمی به هیپرتروفی اکسنتریک و افزایش حجم بطنی می‌انجامد، درحالی‌که الگوی اضافه بار فشاری در بروز هایپرتروفی کانسنتریک و افزایش ضخامت دیواره بطنی موثر است [۳۲].

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد ۱۲ هفته تمرین پلایومتریک و فوتبال، باعث افزایش معنی‌دار ابعاد پایان دیاستولی، ضخامت دیواره خلفی بطن چپ و حجم ضربه‌ای قلب کودکان سالم ۱۵ -۱۳ ساله می‌شود. فعالیت ورزشی منظم به شماری سازگاری‌های خودکار و فیزیولوژیکی منجر می‌شود که پیامد آن افزایش عملکرد قلبی-عروقی و افزایش ظرفیت فعالیت ورزشی است. قلب بزرگتر و نیرومدتر در زیادتر شدن حجم ضربه‌ای و برونده قلبی اوج مشارکت دارد، در حالی که ضربان قلب کمتر، قلب را در معرض استرس کمتری در هر شدت فعالیت ورزشی زیر بیشینه قرار می‌دهد. افزایش حجم پلاسما در نتیجه تمرینات ورزشی منظم بازگشت سیاهرگی را بیشتر می‌کند بنابراین باعث افزایش حجم ضربه‌ای خواهد شد. فعالیت ورزشی منظم در مجموع، دستگاه قلبی عروقی سالم‌تری را پرورش می‌دهد. با توجه به یافته‌های حاصل از این پژوهش و نتایج تحقیقات قبلی برای بهبود تناسب اندام، کاهش خطر بیماری‌های قلبی عروقی و داشتن قلب سالم توصیه می‌شود کودکان و نوجوانان حداقل ۳ جلسه در هفته در تمرینات و بازی فوتبال شرکت کنند.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله نویسندگان مراتب تشکر و سپاس خویش را از تمامی افراد شرکت کننده در تحقیق حاضر اعلام می‌دارند.

References:

[1] Thompson PD, Franklin BA, Balady GJ, Blair SN, Corrado D, Mark Estes NA, et al. Exercise and acute cardiovascular events. ***Circulation*** 2007; 115(17): 2358-68.

[2] Dixon JB. The effect of obesity on health outcomes: Molecular and Cellular Endocrinology. ***Mol Cell Endocrinol*** 2010; 316(2): 104-8.

[3] Nadeau KJ, Maahs DM, Daniels SR, Eckel RH. Childhood obesity and cardiovascular disease:

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-05-20]

Links and prevention strategies. ***Nat Rev Cardiol*** 2011; 8(9): 513-25.
[4] Mosey T. High intensity interval training in youth soccer players testing results practically. ***J Australian Strength Conditioning*** 2009; 17(4): 49-51.
[5] Buchan DS, Ollis S, Young JD, Thomas NE, Cooper SM, Tong TK, et al. The effects of time and intensity of exercise on novel and established markers of CVD in adolescent youth. ***Am J Hum Biol*** 2011; 23(4): 517–26.
[6] Bendiksen M, Williams C, Hornstrup T, Clausen H, Kloppenborg J, Shumikhinm D, et al. Heart rate response and fitness effects of various types of physical education for 8- to 9-year-old schoolchildren. ***Eur J Sport Sci*** 2014; 14(8): 861-9.
[7] Meylan C, Malatesta D. Effects of in-season plyometric training within soccer practice on explosive actions of young players. ***J Strength Cond Res*** 2009; 23(9): 2605-13.
[8] Cormie P, Mcguigan MR, Newton RU. Developing maximal neuromuscular power: Part 1--biological basis of maximal power production. ***Sports Med*** 2011; 41(1): 17-38.
[9] Perseghin G, 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.
[10] 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): 2256-62.
[11] Pela 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] 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.
[13] 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): 1121-8.
[14] Hansen PR, Andersen LJ, Rebelo AN, Brito J, Hornstrup T, Schmidt JF, et al. Cardiovascular effects of 3 months of football training in overweight children examined by comprehensive echocardiography: a pilot study. ***J Sports Sci*** 2013; 31(13): 1432-40.
[15] Faude O, Kerper O, Multhaupt M, Winther C, Beziel K, Junge A, et al. Football to tackle overweight in children. ***Scand J Med Sci Sports*** 2010; 20 Suppl 1: 103-10.
[16] Jian Rong SHI. Cardiac structure and function in young athletes [Thesis]. Victoria, Recreation and Performance. University of Technology. 2002.
[17] Obert P, Stecken F, Courteix D, Lecoq A, Guenon P. Effect of Long-Term Intensive Endurance Training on Left Ventricular Structure and Diastolic Function in Prepubertal Children. ***Int J Sports Med*** 1998; 19(2): 149-54.
[18] Adams TD, Yanowitz FG, Fisher AG, Ridges JD, Lovell K, Pryor TA. Noninvasive evaluation of exercise training in college-age men. ***Circulation*** 1981; 64(5): 958-65.
[19] Vinet A, Mandigout S, Nottin S, Nguyen L, Lecoq AM, Courteix D, et al. Influence of Body Composition, Hemoglobin Concentration, and Cardiac Size and Function of Gender Differences in Maximal Oxygen Uptake in Prepubertal Children. ***Chest*** 2003; 124(4): 1494-9.
[20] Williams CA, Armstrong N, Powell J. Aerobic responses of prepubertal boys to two modes of training. ***Br J Sports Med*** 2000; 34(5): 168-73.
[21] Peter Rh, Lars Ja, Antonio Nr, Joao B, Therese H, Jakob F, et al. Cardiovascular effects of 3 months of football training in overweight children examined by comprehensive echocardiography: a pilot study. ***J Sports Sci*** 2013; 31(13): 1432-40.
[22] Markovic G, Jukic I, Milanovic D, Metikos D. Effects of sprint and plyometric training on muscle function and athletic performance. ***J Strength Conditioning Res*** 2007; 21(2): 543–9.
[23] Obert P, nottin S, baquet G, thevenet D, berthoin S. Two months of endurance training does not alter diastolic function evaluated by TDI in 9–11-year-old boys and girls. ***Br J Sports Med*** 2009; 43(2): 132-5.
[24] Nottin S, Vinet A, Stecken F, Guyen D, Ounissi F, Lecoq A, et al. Central and peripheral cardiovascular adaptations to exercise in endurance-trained children. ***Acta Physiol Scand*** 2002; 175(2): 85-92.
[25] Krustrup P, Hansen PR, Nielsen CM, Larsen MN, Randers MB, Manniche V, et al. Structural and functional cardiac adaptations to a 10-week school-based football intervention for 9–10-year-old children. ***Scand J Med Sci Sports*** 2014; 24 Suppl 1: 4-9.
[26] Wisløff U, Støylen A, Loennechen JP, Bruvold M, Rognmo Ø, Haram PM, et al. Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: A randomized study. ***Circulation*** 2007; 115(24): 3086-94.
[27] Tummavuori M, Long-term effects of physical training on cardiac function and structure in adolescent cross-contry skiers a 6.5 years longitudinal echocardiographic study [Thesis].

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-05-20]

academic dissertation, University of jyväskylä 2004.
[28] Rowland TW, Roti MW. Cardiac responses to progressive upright exercise in adult male cyclists. ***J Sports Med Phys Fitness*** 2004; 44(2): 178-85.
[29] Rowland T, Potts J, Potts T, Sandor G, Goff D, Ferrone L. Cardiac responses to progressive exercise in normal children: a synthesis. ***Med Sci Sports Exerc*** 2000; 32(2): 253-9.
[30] Hansen PR, Andersen LJ, Rebelo AN, Brito J, Hornstrup T, Schmidt JF, et al. Cardiovascular effects of 3 months of football training in overweight children examined by comprehensive echocardiography: a pilot study. ***J Sports Sci*** 2013; 31(13): 1432-40.
[31] Mahamad purdehyari, Ebrahimi A, Compare the structure and function of the heart with non-athlete students footballer Mashhad University of Medical Sciences [degree of Master]. Mashhad. Ferdowsi University of Mashhad. 2013. [in Persian]
[32] Babette M, Aeilko H, Arnoudn D, Wall E. The athlete's heart a meta-analysis of cardiac structure and function. ***Circulation*** 2000; 2(101): 336.
[33] Maron BJ, Pelliccia A. The heart of trained athletes: cardiac remodeling and the risks of sports, including sudden death. ***Circulation*** 2006; 114(15): 1633-44.
[34] Osborn R, Taylor W, Oken K, Luzano M, Heckman M, Fletcher G. Echocardiographic characterisation of left ventricular geometry of professional male tennis players. ***Br J Sports Med*** 2007; 41(11): 789-92.
[35] Schannwell CM, Schneppenheima M, Plehna G, Marxa R, Strauera BE. Left ventricular diastolic function in physiologic and pathologic hypertrophy. ***Am J Hypertens*** 2002; 15(6): 513-7.

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-05-20]