

Original Article

Effect of 12 weeks aquatic aerobic Exercises on myocardial structure and function in type 2 diabetic women with heart failure

Ramin Amirsasan¹ , Javad Vakili¹ , Rezvanieh Salehi² , Maryam Akbari^{3*} 

¹Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran

²Faculty of Medicine, Tabriz University of Medicine Sciences, Tabriz, Iran

³Ph.D. Student, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran

*Corresponding author; E-mail: Akbari.tu@gmail.com

Received: 18 February 2018 Accepted: 16 April 2018 First Published online: 26 Feb 2020
Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2020 April- May; 42(1):15-23

Abstract

Background: Diabetes mellitus (DM), an increasing health problem worldwide, is associated with severe cardiovascular complications. Then, the aim of this study was to investigate effect of 12 weeks of aquatic aerobic exercises on myocardial structure and function in diabetic female patients with heart failure.

Methods: In this semi experimental research, 36 diabetic women with heart failure in age range of 45 to 65 years old referring to shahid Madani medical center in Tabriz voluntarily participated in this study and assigned to one of two groups: control(n=16) and experimental (n=16) group. Aquatic exercises were carried out three sessions a week for 12 weeks, each session lasting 60 minutes with intensity of 5-8 in RPE Borg classification. Patients in control group continued their normal daily living activities. Blood sampling was gathered 48 h before and after training protocol to measure diabetic indexes such as Fasting blood sugar (FBS), serum Insulin, Insulin resistance, HbA1c and diastolic function such as E Velocity (EV), A Velocity (AV), Deceleration Time (DT), E to A ratio (EA), systolic function consisted on Ejection Fraction (EF), Left Ventricular Mass (LVM), Rest Heart Rate (RHR), Systolic pressure (SP) and Diastolic pressure (DP). The obtained data were analyzed using SPSS-18, T independent test at the significant level $\alpha < 0.05$.

Results: The results showed that after intervention, LVM ($p=0/000$), EV ($p=0/034$), EF ($p=0/002$) levels were significantly increased and FBS ($p=0/006$), HbA1c ($p=0/012$), AV ($p=0/002$), SP ($p=0/042$) and RHR ($p=0/035$) were decreased in Aquatic exercise group. But in DT, EA and DP Levels these differences weren't significant between two groups ($p > 0/05$).

Conclusion: The results showed that aquatic exercises, resistance and aerobic exercises, as a safe and effective exercise Method, could be helpful in improving myocardial structure and function in type 2 diabetic females with heart failures.

Keyword: Aerobic Exercises, Diabetes Mellitus, Aquatic, Heart Failure, Cardio Vascular Risk Factors

How to cite this article: Amirsasan R, Vakili J, Salehi R, Akbari M. [Effect of 12 weeks aquatic aerobic Exercises on myocardial structure and function in type 2 diabetic women with heart failure]. Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2020 April- May; 42(1):15-23. Persian.

مقاله پژوهشی

تاثیر ۱۲ هفته تمرین ائروبیک در آب بر عملکرد و ساختار قلب زنان دیابتی نوع ۲ مبتلا به نارسایی قلبی

رامین امیرساسان^۱، جواد وکیلی^۱، رضوانیه صالحی^۲، مریم اکبری^{۳*}^۱ گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران^۲ دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران^۳ دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

* نویسنده مسؤل: ایمیل: akbari.tu@gmail.com

دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۲۹ پذیرش: ۱۳۹۷/۱/۲۷ انتشار برخط: ۱۳۹۸/۱۲/۷

مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی تبریز. فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۹؛ ۴۲(۱): ۱۵-۲۳

چکیده

زمینه: دیابت ملیتوس یکی از مشکلات تهدید کننده سلامتی است که شیوع روزافزون آن با عوارض قلبی - عروقی همراه می باشد. هدف از این تحقیق بررسی تأثیر ۱۲ هفته تمرین ائروبیک در آب بر عملکرد و ساختار قلب زنان دیابتی نوع ۲ مبتلا به نارسایی قلبی مراجعه کننده به مرکز درمانی شهید مدنی تبریز می باشد.

روش کار: در یک طرح تحقیقی نیمه تجربی از بین زنان دیابتی نوع ۲ در محدوده سنی ۴۵ تا ۶۵ سال مراجعه کننده به مرکز درمانی شهید مدنی تبریز ۳۲ نفر بصورت داوطلبانه انتخاب و در یکی از دو گروه تمرین در آب (n=۱۶) یا گروه کنترل (n=۱۶) قرار گرفتند. گروه تمرین در آب ۳ جلسه در هفته به مدت ۱۲ هفته تمرینات ائروبیک را در داخل آب با شدت درک فشار ۵-۸ به مدت ۶۰ دقیقه اجرا کردند و گروه کنترل روند طبیعی فعالیت های روزمره را دنبال کردند. شاخص های دیابتی شامل قند خون ناشتا (Fasting Blood Sugar)، انسولین، مقاومت به انسولین، هموگلوبین گلیکوزیله (HbA1c) و عملکرد دیاستولی شامل A Velocity (AV)، E Velocity (EV)، نسبت E به A (E/A)، Deceleration Time (DT)، عملکرد سیستولی شامل Ejection Fraction (EF)، توده بدن چپ (Left Ventricular Mass)، systolic pressure (SP)، diastolic pressure (DP) و ضربان قلب استراحتی (RHR) ۴۸ ساعت قبل و بعد از دوره ۱۲ هفته ای تمرین از آزمودنی ها اخذ شد. برای تحلیل داده ها از آزمون کلموگروف اسمیرنف، تی مستقل در سطح معنی داری $\alpha=0/05$ استفاده شد.

یافته ها: نتایج این تحقیق نشان داد که در شاخص های قند خون ناشتا ($P=0/006$)، هموگلوبین گلیکوزیله ($P=0/012$)، AV ($P=0/002$)، SP ($P=0/042$) و RHR ($P=0/035$) کاهش معنی دار و در شاخص های EV ($P=0/034$)، EF ($P=0/002$)، LVM ($P=0/000$) افزایش معنی داری در گروه تمرین در آب نسبت به گروه کنترل مشاهده شد. اما این تغییرات در شاخص DT، EA و DP بین دو گروه معنی دار نبود ($P>0/05$).

نتیجه گیری: نتایج تحقیق حاضر نشان داد که انجام فعالیت های ورزشی در داخل آب با توجه به ماهیت هوازی و مقاومتی این تمرینات می تواند در بهبود عملکرد قلبی بیماران دیابتی مبتلا به نارسایی قلبی تأثیرگذار باشد.

کلیدواژه ها: دیابت، فعالیت ورزشی هوازی، تمرین در آب، نارسایی قلبی، عوامل خطرزای قلبی - عروقی

نحوه استناد به این مقاله: امیرساسان ر، وکیلی ج، صالحی ر، اکبری م. تاثیر ۱۲ هفته تمرین ائروبیک در آب بر عملکرد و ساختار قلب زنان دیابتی نوع ۲ مبتلا به نارسایی قلبی. مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی تبریز. ۱۳۹۹؛ ۴۲(۱): ۱۵-۲۳

حق تألیف برای مؤلفان محفوظ است.

این مقاله با دسترسی آزاد توسط دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی تبریز تحت مجوز کرییتیو کامنز (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>) منتشر شده که طبق مفاد آن هرگونه استفاده تنها در صورتی مجاز است که به اثر اصلی به نحو مقتضی استناد و ارجاع داده شده باشد.

مقدمه

دیابت یکی از شایع‌ترین بیماری‌های مزمن اصلی است که محصول اپیدمی چاقی و سبک زندگی ساکن بوده و شیوع آن روند روبه فزاینده‌ای دارد (۱). عوامل محیطی از جمله بی‌تحركی، چاقی، استرس و عوامل ژنتیکی از مهمترین دلایل ایجاد دیابت هستند. دیابت نوع ۲ تقریباً ۹۰ درصد تمامی موارد ابتلا به دیابت را دربر می‌گیرد. افزایش گلوکز خون ناشی از دیابت در دراز مدت با عوارضی هم‌چون آسیب کلیه، اعصاب و نارسایی قلبی - عروق همراه است (۲). نارسایی قلبی سندرم پیچیده بالینی ناشی از اختلال عملکرد بطن چپ می‌باشد. این عارضه باعث بروز آسیب‌های قلبی - عروقی می‌شود که جزء بیماری‌های شایع در جوامع توسعه‌یافته می‌باشد (۳). اگرچه این بیماری‌ها اغلب اوقات به مردان نسبت داده می‌شود، ولی در سال‌های اخیر، درصد مرگ و میر ناشی از این بیماری در زنان بیش از مردان بوده است (۴). بیش از ۲۵ درصد بیماران مبتلا به نارسایی مزمن قلبی بیماری دیابتی نوع ۲ دارند و شیوع این دو عارضه بطور همزمان روز به روز در حال افزایش است (۵). گزارش شده است که ۸۰ درصد مرگ‌ومیر در میان بیماران دیابتی به دلیل بیماری‌های قلبی - عروقی است. نارسایی قلبی که در نتیجه اختلال انبساط و اتساع‌پذیری میوکاردیوم است تحت عنوان نارسایی دیاستولی قلبی یا (Diastolic disorder) از آن نام برده می‌شود (۶). ارزیابی اختلال عملکرد دیاستولی توسط اکوکاردیوگرافی از طریق بررسی شاخص‌های مختلفی نظیر بیشینه سرعت جریان عبوری از دریچه میترال در ابتدا (EV) و انتهای دیاستول (AV) و فاصله زمانی موج E تا رسیدن آن به خط پایه یا DT سنجیده می‌شود. در مرحله EV پرشدن اولیه و سریع بطن در ابتدای دیاستول صورت می‌گیرد که ۶۵ تا ۷۰ درصد حجم دیاستول را شامل می‌شود و مرحله AV پرشدن انتهای دیاستول است که با انقباض دهلیزی صورت می‌گیرد و این مرحله ۲۰ تا ۲۵ درصد حجم دیاستولی را شامل می‌شود. نسبت E/A در افراد با قلب طبیعی بیشتر از یک است و در اختلال عملکرد دیاستولی معکوس می‌شود (۴). نارسایی سیستولی قلب براساس میزان کسر جهشی (EF) ارزیابی می‌شود که EF بزرگتر از ۵۰ درصد نمایانگر عملکرد سیستولی نرمال می‌باشد (۷). نتایج تحقیقات نشان می‌دهد احتمالاً بین دیابت و اختلال در عملکرد دیاستولی بطن چپ به عنوان یک علامت مرحله ابتدایی این بیماری رابطه‌ای وجود دارد (۸). تاکنون شیوه‌های مختلفی به منظور کنترل و درمان دیابت پیشنهاد شده است؛ اما در دهه گذشته در یک مقاله مروری تغییر سبک زندگی به‌عنوان عاملی در کنترل و درمان این عارضه پیشنهاد شده است (۹). فعالیت فیزیکی جزء کلیدی اصلی در پیشگیری و مدیریت چاقی و دیابت به شمار می‌رود. تمرینات هوازی و مقاومتی هر دو در بهبود عمل انسولین و مقاومت گلوکز در افراد دچار اختلال تحمل گلوکز و دیابتی موثر

هستند؛ اما اشاره شده است که ترکیب این دو برنامه تمرینی ممکن است درمقایسه با اجرای صرف هر کدام از این تمرینات موثرتر باشند (۱۰). آبدرمانی یا تمرینات ورزشی در آب گرم برنامه تمرینی است که با توجه به ماهیت آن دارای هر دو مؤلفه مقاومتی و استقامتی (ترکیبی) می‌باشد و بر طبق دستورالعمل ACSM تمرینات ترکیبی بهترین شیوه تمرین برای افراد دیابتی می‌باشد (۱۱). اخیراً اثرات مثبت این تمرینات در بیماران مبتلا به نارسایی مزمن قلبی یا Chronic Heart Failure (CHF) بدون عارضه دیابتی گزارش شده است (۵). هنگام غوطه‌وری در آب گرانش تا حدودی کاهش می‌یابد و آب فشاری را بر بدن اعمال می‌کند. در نتیجه، حجم خون از عروق محیطی به سمت جریان خون مرکزی منحرف شده که با افزایش بارز بار حجمی بر قفسه سینه و قلب همراه است (۱۲). Yu و همکاران به بررسی تأثیر تمرینات هوازی روی عملکرد دیاستولی بطن چپ در بیماران عروق کرونری پرداختند و یافته‌های پژوهش حاکی از بهبود عملکرد دیاستولی بدون تغییر در عملکرد سیستولی می‌باشد که با بهبود ظرفیت تمرین ارتباط معنی‌دار داشته است (۱۳). Smart و همکاران نیز تأثیر تمرینات ورزشی را بر عملکرد قلبی و ظرفیت عملکردی بیماران مبتلا به نقص عملکرد سیستولی و دیاستولی بررسی کردند و بهبود عملکرد سیستولی (حجم پایان دیاستولی، حجم پایان سیستولی و حجم ضربه‌ای) را گزارش کردند، اما در شاخص‌های عملکرد دیاستولی (E Velocity, A velocity, E/A Ratio) تغییر معناداری گزارش نکردند (۱۴). نتایج برخی تحقیقات نیز نشان داده است که تمرینات ورزشی به کاهش ضریب قلب استراحتی، افزایش ابعاد حجم پایان دیاستولی، افزایش حداکثر حجم ضربه‌ای و بهبود عملکرد بطنی و عملکرد انقباضی منجر می‌شود (۱۵). Hordern و همکاران نیز در تحقیقی با بررسی اثر تغییر سبک زندگی و انجام فعالیت ورزشی در منزل روی شاخص‌های میوکارد نشان داد که در پارامترهای عملکرد سیستولی و دیاستولی بهبود معنی‌داری در گروه تمرین نشان داده شد. هرچند تغییری در شاخص‌های میوکاردی درصد چربی، گلوکز ناشتا، حساسیت به انسولین و هموگلوبین گلیکوزیله مشاهده نشد (۱۶). لذا با توجه به اندک مطالعات انجام شده درخصوص تمرین در آب بر ساختار و عملکرد قلبی و این‌که با بررسی‌های محقق در داخل کشور تحقیقی درخصوص نقش تمرینات در داخل آب در بیماران دیابتی یافت نشده است (در حالیکه این عارضه بار مالی زیادی را بر خانواده‌ها و سیستم درمانی کشور اعمال می‌کند) و از طرفی شیوع فزاینده چاقی و دیابت در منطقه آذربایجان و شهر تبریز، ضرورت استفاده از روش کم هزینه را در درمان یا پیشگیری از این عارضه آشکار می‌سازد. لذا هدف از تحقیق حاضر تعیین

تاثیر یک دوره ۱۲ هفته‌ای تمرینات آئروبیک در آب بر ساختار و عملکرد قلب زنان دیابتی نوع ۲ مبتلا به نارسایی قلبی می‌باشد.

روش کار

این تحقیق در قالب طرح‌های آزمایشی و بصورت نیمه‌تجربی روی ۳۲ زن میان سال دیابتی دارای نارسایی قلبی در دو گروه کنترل (N=۱۶) و تمرین داخل آب (N=۱۶) انجام گرفت. به همین منظور با مراجعه به بخش بایگانی مرکز آموزش-درمانی شهید مدنی تبریز پرونده بیماران مراجعه کننده به این مرکز از سال ۱۳۹۳ تا سال ۱۳۹۵ استخراج و سپس شماره تماس و آدرس آن‌ها در اختیار محقق قرار گرفت. افرادی واجد شرایط شرکت در این تحقیق بودند که سابقه بیماری مستقل عروقی نداشته باشند که وجود چنین عارضه‌ای در آزمایش آنژیوگرافی مشخص می‌شد. آزمودنی‌هایی واجد شرایط شرکت در این تحقیق بودند که حائز شرایط زیر باشند: محدوده سنی ۴۵ تا ۶۵ سال، BMI بالای ۲۷ (طبق تقسیم‌بندی چاقی متناسب با معیارهای انجمن دیابت آمریکا ۲۰۱۶)، هموگلوبین گلیکوزیله بین ۶/۶ تا ۹/۹ درصد، عدم شرکت منظم در فعالیت‌های ورزشی (حداقل دو جلسه در هفته) در ۶ ماهه اخیر، نارسایی قلبی فانکشنال کلاس (NYHA) II و III، عدم تغییر مصرف داروهای کاهنده قندخون، فشارخون و چربی خون در دو ماهه اخیر، فشارخون در محدوده ۱۶۰/۹۵ میلی‌متر جیوه، نداشتن عارضه عروق کرونری و ایسکمی حاد یا عارضه قلبی ناشی از ایسکمی، بیماری قلبی شناخته شده، بیمار روانی، بیماری ریوی مزمن (۵). برای انتخاب نمونه آماری بعد از تماس با بیماران از افراد حائز شرایط دعوت شد تا در جلسه توجیهی و ارزیابی اولیه شرکت کنند. در این جلسه به همه داوطلبان اطمینان داده شد که در هر مرحله از اجرای تحقیق می‌توانند بدون ذکر هرگونه دلایلی از ادامه حضور در تحقیق انصراف دهند. سپس آزمودنی‌ها در کنار همراه مطلع فرم رضایت‌نامه شرکت در طرح را مطالعه و تکمیل کردند. در ادامه از داوطلبان پرسش‌نامه فعالیت بدنی و میزان فعالیت روزانه اخذ شد و بعد از اندازه‌گیری‌های اولیه شامل تست اکو، تست ورزش، با توجه به معیارهای ورود به تحقیق ۳۲ آزمودنی بصورت داوطلبانه انتخاب و در یکی از ۲ گروه تمرین در آب یا کنترل قرار گرفتند. همه آزمودنی‌های تحقیق در سه مرحله فراخوان در طرح، قبل از شروع پروتکل تمرینی و بعد از هفته ۶ طرح توسط متخصص تغذیه تحت کنترل و مشاوره تغذیه‌ای قرار گرفتند تا در طی اجرای طرح الگوی غذایی نسبتاً متناسب را رعایت کنند. همچنین در این تحقیق هیچ‌گونه دستکاری در داروهای مصرفی آزمودنی‌ها اعمال نشد و مقدار و نوع داروی مصرفی آزمودنی‌ها قبل و در طی دوره ۱۲ هفته‌ای تمرین توسط متخصص قلب و دیابت کنترل می‌شد. این طرح دارای مجوز اخلاق پزشکی از دانشگاه علوم پزشکی تبریز به شماره

IR.Tb.zmed.REC.1396.561 می‌باشد. پروتکل تمرینی. برنامه تمرینی آزمودنی‌ها به مدت ۱۲ هفته و هر هفته ۳ جلسه با شدت سبک تا متوسط با شاخص درک فشار یا Rating of Perceived Exertion (RPE) برابر ۵-۸ معادل ۴۰ تا ۷۵ درصد Vo2max اجرا شد (۱۱). هر جلسه تمرینی به مدت یک ساعت (۱۰ دقیقه گرم کردن، ۴۵ دقیقه پروتکل اصلی تمرین و ۵ دقیقه سرد کردن) انجام شد. این تمرینات در استخر ویژه آب‌درمانی بیمارستان سینای دانشگاه علوم پزشکی تبریز (در ابعاد *۲۰×۸ متر) با دمای ۳۳-۳۵ درجه سانتی‌گراد و دمای هوای ۲۶-۲۷ درجه و رطوبت نسبی ۷۰ درصد اجرا شد. عمق استخر در نواحی کم‌عمق ۸۰ و در ناحیه عمیق ۱۲۰ سانتی‌متر بود و آزمودنی‌ها با توجه به قد خود در محلی مستقر می‌شدند تا بهترین تعادل و شناوری را در وضعیت ایستاده داشته باشند. برنامه تمرین آئروبیک در داخل آب توسط مربی دارای مدرک معتبر آب‌درمانی اجرا شد (جدول ۱). برای کنترل شدت فعالیت ورزشی نیز از شاخص درک فشار بزرگ بصورت تصویری در آزمودنی‌های دیابتی استفاده شد (۱۱). یک هفته قبل از شروع طرح و ۴۸ ساعت بعد از اتمام پروتکل تمرینی در شرایط ناشتا نمونه‌های خونی برای سنجش قندخون، انسولین سرمی، شاخص مقاومت به انسولین و هموگلوبین گلیکوزیله (HbA1c) اخذ شد. غلظت گلوکز پلاسما با روش آنزیمی-رنگ‌سنجی با فن‌آوری گلوکز اکسیداز و با استفاده از کیت گلوکز شرکت پارس آزمون اندازه‌گیری شد. ضریب تغییرات و حساسیت روش اندازه‌گیری به ترتیب ۱/۸ درصد و ۵ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر بود. انسولین به روش رادیوایمنوسی با استفاده از کیت انسولین شرکت مونوبایند آمریکا اندازه‌گیری شد. ضریب تغییرات درون و برون‌گروهی آزمون برای انسولین کم‌تر از ۴ درصد بود. برای سنجش مقاومت به انسولین از روش هموستازی HOMA-IR با فرمول (قندخون ناشتا به میلی‌مول بر لیتر)×انسولین ناشتا به میکرو واحد بر میلی‌لیتر تقسیم بر ۲۲/۵) استفاده شد. همچنین در این دو مرحله همه بیماران توسط متخصص قلب اکوکاردیوگرافی شده و توده بطن چپ (LVM) با استفاده از معادله Devereux مشخص شد (۱۶). شاخص‌های عملکرد سیستولی و دیاستولی استراحتی بطن چپ و EF با استفاده از روش تعدیل شده Simpson's biplane محاسبه شد (۱۶). عملکرد دیاستولی بطن چپ با ارزیابی فلوی درجه میترال، EV و AV، نسبت E/A و DT اندازه‌گیری شد. عملکرد سیستولی قلب براساس میزان کسر تزریقی (EF) ارزیابی شد که EF بزرگتر از ۵۰ درصد بیانگر عملکرد سیستولی طبیعی می‌باشد. همچنین تست ورزش بیماران با تردمیل طبق پروتکل بروس اصلاح شده اجرا شد تا از ایمن بودن برنامه ورزشی برای بیماران اطمینان حاصل شود (۱۶). بعد از این آزمون سه نفر از آزمودنی‌ها بدلیل داشتن ریسک حضور در تمرینات آب‌درمانی از طرح کنار گذاشته شدند. برای تحلیل داده‌ها از برنامه

اکوکاردیوگرافی نشان داد که در شاخص‌های عملکرد دیاستولی بطن چپ در گروه تمرین در آب در مقایسه با گروه کنترل در متغیر EV ($P=0/034$) افزایش معنی‌دار و در متغیر AV ($P=0/002$) کاهش معنی‌داری مشاهده شد. در دیگر شاخص‌های عملکرد دیاستولی DT و EA بین دو گروه تفاوتی مشاهده نشد ($P<0/05$). در شاخص عملکرد سیستولی بطن چپ نتایج تحقیق نشان داد که مقدار EF در گروه تمرین در آب در مقایسه با گروه کنترل افزایش معنی‌داری داشت ($P=0/002$). هم‌چنین در توده بطن چپ افزایش معنی‌داری در گروه تمرین در آب در مقایسه با گروه کنترل مشاهده شد ($P=0/000$). در دو شاخص فشارخون سیستولی ($P=0/042$) و ضربان قلب استراحتی ($P=0/035$) نیز کاهش معنی‌دار در گروه تمرین در آب گزارش شد. اما این تغییرات در مقدار فشارخون دیاستولی بین دو گروه معنی‌دار نبود ($P<0/05$).

نرم‌افزاری SPSS نسخه ۲۰ استفاده شد. در بخش آمار توصیفی، از میانگین و انحراف استاندارد برای توصیف داده‌ها استفاده شد. و در بخش آمار استنباطی، ابتدا طبیعی بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگروف اسمیرنوف بررسی شد و در ادامه بعد از اطمینان از طبیعی بودن داده‌ها، از آزمون تی مستقل در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده شد.

یافته‌ها

ویژگی‌های عمومی آزمودنی‌ها در دو گروه کنترل و تمرین در آب در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج این تحقیق نشان داد که در شاخص‌های متابولیک در متغیرهای وزن بدن ($P=0/035$)، قندخون ناشتا ($P=0/006$) و هموگلوبین گلیکوزیله ($P=0/012$) کاهش معنی‌داری در گروه تمرین در آب نسبت به گروه کنترل مشاهده شد. اما در شاخص انسولین و مقاومت به انسولین با وجود کاهش در گروه تمرین در آب این تغییرات بین دو گروه معنی‌دار نبود ($P>0/05$). یافته‌های

جدول ۱: برنامه تمرینی در آب برای گروه تجربی

تکرار×ست	نوع حرکات	مدت و شدت با RPE	مرحله
	پیاده روی به سمت جلو و عقب و پهلوها و کشش داخل آب	۱۰ دقیقه با شدت ۳-۵ RPE	گرم کردن
۳×۱۰-۱۲	حرکات ویژه بالا تنه: حرکات دستها در داخل آب در جهات مختلف با وسایلی مانند فوم، اسفنج فشرده و تخته شنا	۴۵ دقیقه با شدت RPE ۸-۵	تمرین اصلی
۳×۱۰-۱۲	حرکات ویژه تنه: حرکات چرخشی تنه، خم شدن به پهلوها، جلو و عقب با فوم، آوردن پاها به داخل شکم به صورت تک تک و همچنین جفت با هم، انجام حرکات تعادلی با چشم‌های باز و بسته	(برابر با شدت ۴۰ تا ۷۵٪ Vo ₂ max	
۳×۱۰-۱۲	حرکات ویژه پایین تنه: پیاده روی رو به جلو، عقب، پهلوها با زانوی صاف و خمیده با وسایلی مانند فوم، دیسکهای فشرده روی عضلات ساق پا، ادغام حرکات پایین تنه و بالا تنه در پایان تایم اصلی تمرین	۵ دقیقه با شدت RPE ۳-۵	سرد کردن

جدول ۲: وضعیت آزمودنی‌های دو گروه در متغیرهای عمومی و متابولیک تحقیق در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون

متغیر	گروه تمرینی	پیش آزمون	پس آزمون	تفاضل دو مرحله
سن (سال)	تمرین در آب	۵۴/۲۱ ± ۵/۷۶	-	-
قد (سانتی‌متر)	کنترل	۵۵/۵۴ ± ۶/۵	-	-
وزن (کیلوگرم)	تمرین در آب	۱۵۸/۹۰ ± ۷/۴۱	-	-
	کنترل	۱۵۵/۳۳ ± ۶/۸۶	-	-
FBS (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	تمرین در آب	۷۷/۶۸ ± ۹/۱۱	* ۷۵/۳۵ ± ۸/۸۷	* - ۲/۳۳
	کنترل	۷۹/۶۷ ± ۱۱/۷۶	۸۰/۵۳ ± ۱۰/۳۳	۰/۸۶
انسولین (میکرو واحد بر لیتر)	تمرین در آب	۱۶۷/۵۶ ± ۳۶/۸۶	۱۳۳/۵۶ ± ۲۲/۰۳	* - ۳۴/۰۰
	کنترل	۱۸۵/۹۴ ± ۵۰/۷۲	۱۸۵/۸۱ ± ۵۳/۵۲	-۰/۱۲۵
مقاومت به انسولین	تمرین در آب	۱۱/۶۶ ± ۴/۷۸	۹/۹۹ ± ۴/۸۹	-۱/۶۷
	کنترل	۱۰/۸۵ ± ۵/۸۵	۱۱/۲۱ ± ۴/۹۰	+۰/۰۷
HbA ₁ C (درصد)	تمرین در آب	۴/۸۷ ± ۲/۳۳	۳/۳ ± ۱/۶۶	-۱/۵۷
	کنترل	۵/۲۴ ± ۳/۹۷	۴/۸۹ ± ۳/۰۷	-۰/۳۵
	تمرین در آب	۸/۲۹ ± ۱/۴۶	۷/۵۳ ± ۰/۹۳	* - ۰/۷۶
	کنترل	۷/۹۲ ± ۱/۱۱	۷/۹۸ ± ۱/۰۹	۰/۰۶

* بیانگر تفاوت معنی‌دار با گروه کنترل ($P<0/05$)

جدول ۳: وضعیت آزمودنی‌های دو گروه در متغیرهای اکوکاردیوگرافی تحقیق در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون

متغیر	گروه تمرینی	پیش آزمون	پس آزمون	تفاضل دو مرحله
EF (درصد)	تمرین در آب	۴۹/۷۵±۸/۰۲	۵۳/۷۵±۵/۹۲	* ۴
	کنترل	۵۳/۸۸±۲/۳۶	۵۲/۳۷±۴/۷۸	- ۱/۵
EV (متر بر ثانیه)	تمرین در آب	۰/۶۸±۰/۲۰	۰/۸۴±۰/۱۴	* ۰/۰۶
	کنترل	۰/۶۶±۰/۱۴	۰/۶۲±۰/۱۲	-۰/۰۴
AV (متر بر ثانیه)	تمرین در آب	۰/۸۶±۰/۲۵	۰/۸۴±۰/۲۲	* -۰/۱۱
	کنترل	۰/۸۲±۰/۱۹	۰/۸۸±۰/۱۵	۰/۰۴
DT (میلی ثانیه)	تمرین در آب	۱۹۷/۲۵±۶۶/۶۵	۱۹۲/۰۶±۵۸/۱۹	-۵/۱۹
	کنترل	۱۶۹/۸۸±۷۰/۱۵	۱۷۲/۸۸±۶۶/۹۲	۳
EA	تمرین در آب	۰/۹۲±۰/۱۹	۰/۹۳±۰/۴۲	۰/۰۱
	کنترل	۰/۸۱±۰/۰۲	۰/۸۵±۰/۱۸	-۰/۰۶
LVM (گرم)	تمرین در آب	۱۶۵/۵۸±۴۴/۰۱	۲۰۱/۶±۵۷/۷	* ۳۶/۰۲
	کنترل	۱۳۸/۰۳±۳۱/۱۴	۱۳۶/۷±۳۰/۵۸	-۱/۳۳
HR (ضربه در دقیقه)	تمرین در آب	۷۷±۵/۰۳	۷۳/۷±۴/۹۹	* -۳/۴
	کنترل	۷۷/۶۷±۷/۴۵	۷۸/۲۲±۷/۷۱	۰/۵۶
DP (میلی متر جیوه)	تمرین در آب	۷۲/۶۷±۸/۱۹	۷۳/۸۹±۷/۲۹	۱/۲۲
	کنترل	۷۵/۳±۶/۴۸	۷۵/۹۰±۶/۵۹	۰/۶
SP (میلی متر جیوه)	تمرین در آب	۱۲۹/۳۳±۸	۱۲۲/۲۲±۹/۴۰	* -۷/۱۱
	کنترل	۱۳۶±۹/۶۶	۱۳۸/۱±۱۰/۳۱	۱/۲

• بیانگر تفاوت معنی‌دار تغییرات مقادیر در دو گروه تجربی و کنترل

بحث

و در مطالعه Kubacka و همکاران بیماران مبتلا به سکنه قلبی، نقص عملکرد دیاستولی خفیفی داشتند (۱۹ و ۱۸). E velocity عمده‌ترین شاخص عملکرد دیاستولی است که در تحقیقات بالینی مورد استفاده قرار می‌گیرد و زمانی اتفاق می‌افتد که فشار بطن چپ از فشار دهلیز چپ کمتر شده و ریلکسیشن میوکارد ادامه می‌یابد و خون به داخل بطن چپ تزریق می‌شود. نتایج نشان داده است که ورزش منظم از عوامل افزایش‌دهنده آن است. همچنین، افزایش کامپلینانس بطنی و پیش‌بار باعث افزایش E velocity می‌شود، عاملی که در تمرینات استقامتی در بطن رخ می‌دهد (۲۰). تمرینات در داخل آب نیز با توجه به ماهیت استقامتی آن و از طرفی دیگر کاهش نیروی گرانشی و افزایش فشار هیدرواستاتیک می‌تواند در بازگشت خون به قلب و افزایش حجم خون ورودی به بطن در ابتدای دیاستول تأثیرگذار باشد (۱۲). در تحقیق حاضر ضربان قلب استراحتی آزمودنی‌های گروه تجربی کاهش یافته بود. ضربان قلب، رابطه معنی‌دار و مثبتی با A velocity و رابطه معکوس با E velocity و نسبت E/A دارد. در تحقیقات زیادی بر نقش ضربان قلب به‌عنوان یک فاکتور مهم در عملکرد دیاستولی بطن چپ تأکید شده است. کاهش ضربان قلب حالت استراحتی در نتیجه فعالیت ورزشی باعث افزایش زمان ریلکسیشن می‌شود. در نتیجه مقدار E velocity و E/A را افزایش می‌دهد (۲۱)؛ که در تحقیق حاضر نیز کاهش ضربان قلب و فشارخون در گروه تمرینی گزارش شده است. مکانیسم دیگر این است که ورزش‌های استقامتی هم‌چون تمرین هوازی در آب باعث افزایش میزان

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که در گروه تمرین در آب، متغیرهای وزن، HbA1c و FBS کاهش معنی‌داری داشت. سیدر و همکاران نیز با بررسی تأثیر ۸ هفته تمرین در آب روی عملکرد ورزشی بیماران دیابتی دچار نارسایی قلبی، افزایش عملکرد هوازی و کاهش هموگلوبین گلیکوزیله را گزارش کردند، درحالی‌که در شاخص‌های قندخون ناشتا و انسولین تفاوت معنی‌داری گزارش نکردند (۵). انقباض‌های عضلانی از طریق فعال‌سازی پروتئین‌کیناز وابسته به ۵ آدنوزین‌مونوفسفات باعث انتقال پروتئین‌های انتقال-دهنده گلوکز-۴ (GLUT4) می‌شود که این عمل با افزایش غلظت کلسیم سیتوپلاسمی ناشی از دپولاریزاسیون غشایی یا افزایش نسبت AMP به ATP رخ می‌دهد که بیانگر وضعیت اضطراری در نیاز به انرژی سلول می‌باشد (۱۷). تحقیق حاضر نشان داد که برنامه تمرینات هوازی در آب به مدت ۱۲ هفته تغییر معنی‌داری در شاخص‌های پرشدگی دیاستولی (AV, EV) در بیماران دیابتی ایجاد کرد اما روی شاخص DT و EA علیرغم کاهش در گروه تجربی از نظر آماری معنی‌دار نبود. این یافته‌ها با نتایج تحقیق Baldi و همکاران روی افراد مسن غیرمبتلا به بیماری‌های قلبی همسو بوده است (۱۸) اما با یافته‌های Yu و همکاران و Kubacka و همکاران ناهمسو می‌باشد (۱۹ و ۱۸). به نظر می‌رسد، از دلایل ناهمسوئی این تحقیقات با تحقیق حاضر می‌توان به طبیعی بودن عملکرد دیاستولی آزمودنی‌ها، کوتاه بودن مدت زمان مداخله و کم بودن تعداد نمونه‌ها در تحقیقات فوق اشاره کرد. چراکه در تحقیق Yu بیماران عروق کرونری دارای عملکرد دیاستولی طبیعی بودند

در مقایسه با آب معمولی استخر می‌تواند با ایجاد تغییرات مطلوب زیر در بهبود کیفیت زندگی و قابلیت‌های عملکردی نقش داشته باشد: ۱- فعالیت و غوطه‌وری در آب گرم در افراد بیمار قلبی باعث بهبود عملکرد قلبی می‌شود؛ این عمل از طریق کاهش فشار پس بار بطن چپ ناشی از گشادی عروق محیطی در آب گرم ایجاد می‌شود. ۲- فشار هیدروستاتیک و دمای آب جریان خون را بهبود می‌بخشد و پاسخ‌های همودینامیکی را در هنگام استراحت و فعالیت ورزشی به نحو مطلوبی تغییر می‌دهد، ۳- علی‌رغم افزایش فشار در داخل آب بیماران در تمرینات داخل آب احساس خوب و خوشایندی را تجربه می‌کنند (۱۲). عمده تحقیقات انجام گرفته در این زمینه در خشکی بوده است اما از آن‌جا که تمرینات در محیط آبی شرایط بی‌وزنی و کاهش تحمل وزن را بوجود می‌آورد که باعث کاهش فشار بر مفاصل شده و اجرای فعالیت ورزشی را برای گروه‌های مختلف جامعه میسر می‌سازد؛ لذا اجرای این تمرینات در بیماران دیابتی مبتلا به نارسایی قلبی که دچار اضافه وزن و چاق هستند، بسیار مناسب می‌باشد (۵). اما برای بررسی دقیق‌تر تمرینات آب‌درمانی در بیماران مبتلا به نارسایی قلبی نیاز به بررسی کیفیت زندگی، نگرش بیماران نسبت به فعالیت ورزشی و انجام آزمون‌های عملکردی و قلبی عروقی احساس می‌شود. در مجموع می‌توان عنوان کرد که تمرین در داخل آب علاوه بر خاصیت درمانی در عوارض ارتوپدی با اعمال فشار به سیستم گردش خون می‌تواند در بهبود دیابت و عارضه قلبی این بیماران مؤثر باشد.

قدردانی

از کلیه پرسنل بیمارستان شهید مدنی و هم‌چنین آزمودنی‌هایی که تا انتهای طرح محقق را همراهی کرده‌اند تشکر و قدردانی می‌شود.

ملاحظات اخلاقی

پروتکل این مطالعه در کمیته پزشکی استان آذربایجان شرقی به شماره مرجع IR.Tbzed.REC.1396.561 به تایید رسیده است.

منابع مالی

حمایت مالی از این طرح تحقیقاتی از طرف مرکز تحقیقات قلب و عروق بیمارستان شهید مدنی تبریز صورت پذیرفته است.

منافع متقابل

مؤلف اظهار می‌دارد که منافع متقابلی از تالیف یا انتشار این مقاله ندارد.

مشارکت مؤلفان.

راس، ج و و همکاران طراحی، اجرا و تحلیل نتایج مطالعه را بر عهده داشت. هم‌چنین مقاله را تالیف نموده و نسخه نهایی آن را خوانده و تایید کرده است

برداشت کلسیم توسط پمپ کلسیم شبکه سارکوپلاسمی در طی اولین مرحله دیاستول و افزایش ریلکسیشن و متعاقب آن افزایش E/A و E velocity می‌شود (۲۲). در این مطالعه مقدار DT علی‌رغم کاهش نسبت به گروه کنترل غیرمعنی‌دار بود شاید یکی از دلایل این عدم تغییر در انحراف استاندارد بالای میانگین‌ها باشد. نتایج تحقیق حاضر مبنی بر افزایش قطر داخلی بطن چپ حین دیاستول با یافته‌های تحقیق Fathi همسو می‌باشد که افزایش قطر داخلی بطن چپ را بعد از ۱۲ هفته تمرین استقامتی در رت‌ها گزارش کردند (۲۳). به نظر می‌رسد بار اعمال شده در اثر فعالیت‌های استقامتی بر قلب عمدتاً اضافه بار حجمی است بدین معنی که برگشت خون سیاهرگی بیشتر (ناشی از افزایش حجم خون و پمپ عضلانی) موجب کشیدگی حفره‌های قلب می‌شود که افزایش حجم داخلی بطن‌ها به خصوص بطن چپ را در پی داشته و زمانی که قلب به مدت طولانی در معرض این محرک قرار گیرد نسبت به آن سازگار شده و این سازگاری در افزایش حجم داخلی بطن چپ نمود پیدا می‌کند (۲۴). نتایج تحقیق حاضر افزایش حجم ضربه‌ای و کسر تخلیه‌ای را در نتیجه تمرینات در آب نشان دادند. تحقیقات نشان می‌دهد فعالیت ورزشی منظم موجب افزایش حجم خون، بزرگ شدن حجم پایان دیاستولی و افزایش منابع درون و برون سلولی می‌شود که در نهایت به افزایش قدرت انقباضی میوکارد و بالا رفتن حجم ضربه‌ای و کسر تخلیه‌ای منجر می‌شود (۲۵). به‌علاوه در فعالیت ترکیبی اضافه بار حجمی بر اضافه بار فشاری مقدم است که این مسئله به پذیرش بیشتر در مرحله دیاستول بطنی و نهایتاً انقباض قوی‌تر میوکارد (سازوکار فرانک استارلینگ) می‌شود (۲۶). نتایج این تحقیق همسو با تحقیق Ranjbar و همکاران می‌باشد که بر اثر ۱۰ هفته تمرینات استقامتی افزایش معنی‌داری را در کسر تخلیه‌ای گزارش کرده بودند (۲۷). یکی از دلایل این افزایش را می‌توان در افزایش قطر بطن چپ در انتهای دیاستول و کاهش آن بعد متعاقب سیستم بعد از ۱۲ هفته تمرین در آب اشاره کرد. در فعالیت‌های ترکیبی شامل حرکات توأم ایستا و پویا احتمالاً هر دوی اضافه بار حجمی و فشاری بر بطن چپ اعمال می‌گردد (۲۸) که افزایش قطر پایان دیاستولی در این ورزشکاران را می‌تواند توجیه نماید و این با سایر یافته‌ها در ورزش‌های ترکیبی دیگر که افزایش قطر پایان دیاستولی را گزارش کرده‌اند (۲۹)، همسو می‌باشد. اما یافته‌های این تحقیق مغایر با نتایج تحقیق کوپو و همکاران می‌باشد که تأثیر معنی‌داری را در نتیجه ۱۲ هفته فعالیت ورزشی بر کسر تخلیه‌ای بیماران با انفارکتوی قلبی علی‌رغم افزایش ۳ درصدی گزارش نکردند (۳۰). علت این مسئله را می‌توان در استفاده از دستگاه ventriculography biplanar left به جای اکوکاردیوگرافی یک‌بعدی اشاره کرد. که در این تحقیق نیز عدم نتیجه‌گیری را بدان نسبت داده است (۳۰). به‌علاوه با توجه به گزارش تحقیقات مختلف فعالیت در استخر آب‌درمانی با دمای حدود ۳۳-۳۵ درجه

References

- Whiting D R, Guariguata L, Weil C, Shaw J. IDF diabetes atlas: global estimates of the prevalence of diabetes for 2011 and 2030. *Diabetes Research Clinical Practice* 2011; **94**: 311-321. doi: 10.1016/j.diabres.2011.10.029
- Nagi D. ABCD position statement on physical activity and exercise in diabetes. *Practical Diabetes international* 2010; **27**: 158-163. doi: 10.1002/pdi.1471
- Kasper D L, Braunwald E, Fauci A S, Hauser S L, Longo D L, Jameson J L, et al. Harrison's Principles of Internal medicine. New York: McGraw-Hill Medical Publishing Division. 17th ed. 2008; PP: 1365-1581. doi: 10.1111/j.1445-5994.2008.01837.x
- Sadeghi M, Aghdak P, Heidari R, Dehghan Naseiri S, Ghaheri R, Cheraghi M, et al. A comparison of cardiovascular risk factors and healthy lifestyle of housewives and working women in Iran central regions-Isfahan Healthy Heart Program. *Lorestan University of Medical Sciences* 2012; **13**(4): 55-64. doi: 10.1016/s0167-5273(12)70317-0
- Cider A, Schaufelberger M, Stibrabt S K, Andersson B. Aaquatic exercise is effective in improving exercise performance in patients with heart failure and type 2 diabetes mellitus. *Evidence Based Complementary and Alternative Medicine* 2012. doi: 10.1155/2012/349209
- Daryanoosh F, Tanideh N, Bazgir B, Alizadeh H. Effect of aerobic trainings on heart's functioned and structure in diabetic Sprague-dawely albino species male rats. *Res Applied Exercise Physiology* 2010; **6**(12): 59-72. [Persian].
- Babapour B, Habibzadeh SH, Samadzadeh M, Shahbazzadegan B, Mohammadi T, Atigi E. Noninvasive Evaluation of Cardiac Function in Non Hypertensive and Asymptomatic Diabetic Patients. *J Ardabil Univ Med Sci* 2013; **12**: 16-23. (In Persian).
- Nichols G A, Hillier T A, Erbey J R, Brown J B. Congestive heart failure in type 2 diabetes: prevalence, incidence, and risk factors. *Diabetes Care* 2001; **24**: 1614-1619. doi: 10.2337/diacare.24.9.1614
- Hayat S A, Patel B, Khattar R S, Malik R A. Diabetic cardiomyopathy: Mechanisms, diagnosis and treatment. *Clinical Science* 2005; **107**(6): 539-557. doi: 10.1042/cs20040057
- Sigal R J, Kenny G P, Boule N G. Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in Type 2 diabetes: a randomized trial. *Ann Intern Med* 2007; **147**: 357-369. doi: 10.7326/0003-4819-147-6-200709180-00005.
- ACSM, American College of Sports Medicine. Exercise and type 2 diabetes. *Medicine and science in Sports and Exercise* 2000; **32**: 1345-1360. doi: 10.1097/00005768-200007000-00024
- Meyer K, Bucking J. Exercise in heart failure: should aqua therapy swimming be allowed? *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2004; **36**(12): 2017-2023. doi: 10.1249/01.MSS.0000147591.19416.39
- Yu C M, Li L S, Lam M F, Siu D C, Miu R K, Lau C P. Effect of cardiac rehabilitation program on left ventricular diastolic function and its relationship to exercise capacity in patients with coronary heart disease: experience from a randomized controlled study. *Am Heart J* 2004; **147**: 11-18. doi: 10.1016/j.ahj.2003.12.004
- Smart N, Haluska B, Jeffriess L, Marwick Th. Exercise training in systolic and diastolic dysfunction: Effects on cardiac function, functional capacity, and quality of life. *American heart journal* 2007; **153**(4): 530-536. doi: 10.1016/j.ahj.2007.01.004
- Piccini J P, Klein L, Gheorghiadu M, Bonow R O. New insights into diastolic heart failure: role of diabetes mellitus. *Am J Med* 2004; **116**: 64-75.
- Hordern M D, Coombes J S, Cooney L M, Jeffriess L, Prins J B, Marwick T H. Effects of exercise intervention on myocardial function in type 2 diabetes. *Journal of Heart* 2019; **95**: 1343-1349. doi: /10.1136/hrt.2009.165571
- Jorge L, Rodrigues B, Rosa K T, Malfitano C, Loureiro TCA, Medeiros A, et al. Cardiac and peripheral adjustments induced by early exercise training intervention were associated with autonomic improvement in infarcted rats: role in functional capacity and mortality. *European Heart Journal* 2011; **32**: 904-912. doi: 10.1093/eurheartj/ehq244
- Baldi J C, McFarlane K, Oxenham H C, Whalley G A, Walsh H J, Doughty RN. Left ventricular diastolic filling and systolic function of young and older trained and untrained men. *J Appl Physiol* 2003; **95**: 2570-2575. doi: 10.1152/jappphysiol.00441.2003
- Kubacka I k, Bilinska M, Michalak E, Kusmierczyk-Droszcz B, Wasilewska B D, Piotrowicz R. Influence of exercise training on left ventricular diastolic function and its relationship to exercise capacity in patient after myocardial infarction. *Cardiology Journal* 2009; **16**(6): doi: 10.5603/CJ.a2015.0004
- Katebi D. Prevalence of diastolic dysfunction in patient with heart failure symptoms. *The journal of Qazvin University of medicine sciences* 2002; **20**: 42-47.
- Galderisi M, Petrocellia A. Impact of ambulatory blood pressure on left ventricular diastolic dysfunction in uncomplicated hypertension. *Am J Cardiol* 1996; **1577**(8): 597-601.
- Douglas P S, O'Toole M. Aging and physical activity determine cardiac structure and function in the older athlete. *J Appl Physiol* 1992; **72**: 1969-1973. doi: 10.1152/jappl.1992.72.5.1969

23. Fathi M. The effect of Endurance Exercise on myh6 Gene Expression and Structural and Functional Changes of Left Ventricular. *Qom University of Medical Sciences Journal* 2016; **9**(11): 22-32.
24. Muhl C, Dassen W R, Kuipers H. Cardiac remodeling: Concentric versus eccentric hypertrophy in strength and endurance athletes. *Neth Heart J* 2008; **16**(4): 129-133. doi: /10.1007/bf03086131
25. Wilson M G, Ellison G M, Cable N T. Basic science behind the cardiovascular benefits of exercise. *Heart* 2015; **101**(10): 758-765. doi: 10.1136/heartjnl-2014-306596
26. Baggish A L, Wood M J. Athlete's heart and cardiovascular care of the athlete: scientific and clinical update. *Circulation* 2011; **123**(23): 2723-2735. doi: 10.1161/circulationaha.110.981571
27. Ranjbar K, Nazem F, Nazari A, Golami M R. Effect of 10 Weeks Aerobic Exercise Training on Left Ventricular Systolic Function, Caspase-3 Level and Infarction Size in Myocardial Infarction Rat. *Journal of Knowledge & Health* 2015; **10**(3): 16-24.
28. Fanchini M, Violette F, Impellizzeri F M, Maffiuletti N A. Differences in climbing specific strength between boulder and lead rock climbers. *J Strength Cond Res* 2013; **27**(2): 310-314. doi: 10.1519/jsc.0b013e3182577026
29. Buuren F, Mellwig K P, Butz T, Langer C, Prinz C. Left Ventricular Mass and Oxygen Uptake in Top Handball Athletes. *Int J Sports Med* 2013; **34**(3): 200-206. doi: 10.1055/s-0032-1316313
30. Kubo N, Ohmura N, Nakada I, Yasu T, Katsuki Ta, Fujii M, et al. Exercise at ventilator threshold aggravates left ventricular remodeling in patients with extensive anterior acute myocardial infarction. *American Heart Journal* 2004; **147**: 113-120. doi: 10.1016/s0002-8703(03)00521-0