

تأثیر ۸ هفته تمرین تناوبی شدید و مصرف مکمل کوئرتستین (ترکیبی و جداگانه) بر سازگاری‌های ابعادی و عملکردی بطن چپ در مردان مبتلا به پرفشارخونی و CAD پس از PCI

نویسندگان: مجید کاشف^۱، خلیل محمودی^۲، مجتبی صالح پور^۳، خلیل اله مَنِخ^{۴*}

۱. استاد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران.
۲. دانشیار قلب و عروق، گروه قلب و عروق، دانشگاه علوم پزشکی زنجان، زنجان، ایران.
۳. استادیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران.
۴. دانشجوی دکترای فیزیولوژی ورزشی قلب و عروق، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران.

E-mail: kh.moonikh@srttu.edu

* نویسنده مسئول: خلیل اله مَنِخ

چکیده

مقدمه: در این مطالعه تأثیر ۸ هفته تمرین تناوبی شدید و مصرف مکمل کوئرتستین بر سازگاری‌های ابعادی و عملکردی بطن چپ در مردان مبتلا به پرفشارخونی و CAD پس از PCI بررسی شد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه نیمه تجربی، دو سو کور و کنترل شده با دارونما، ۳۴ مرد مبتلا به پرفشارخونی و CAD پس از عمل PCA (سنین ۴۰-۶۰ سال) به طور تصادفی در سه گروه کوئرتستین (۱۱=تعداد)، تمرین تناوبی شدید+کوئرتستین (۱۲=تعداد) و تمرین تناوبی شدید+دارونما (۱۱=تعداد) تقسیم شدند و به مدت ۸ هفته به انجام تمرین تناوبی شدید (۳۰ ثانیه فعالیت و ۳۰ ثانیه استراحت) و مصرف روزانه ۲۵۰ میلی‌گرم کوئرتستین یا دارونما پرداختند. برای بررسی عوامل مورفولوژیک از قبیل، قطر پایان دیاستولی، قطر پایان سیستولی، کسر تزریقی (EF) و عملکرد دیاستولی (E/A) بطن چپ از اکوکاردیوگرافی استفاده شد. داده‌ها با استفاده از آزمون تحلیل واریانس یک راهه و تی همبسته در سطح آلفای ۵ درصد تجزیه و تحلیل شد.

یافته‌ها: افزایش معنی‌دار ابعاد بطن چپ سیستولی و دیاستولی در گروه تمرین تناوبی شدید+کوئرتستین ($p < 0.05$) و افزایش معنی‌دار عملکرد سیستولی و دیاستولی بطن چپ گروه تمرین تناوبی شدید+کوئرتستین، تمرین تناوبی شدید+دارونما و کوئرتستین وجود داشت ($p < 0.05$). اختلاف معنی‌داری بین سه گروه در میانگین تغییرات هیچ یک از شاخص‌ها به دست نیامد ($P > 0.05$).

نتیجه‌گیری: تمرین تناوبی شدید به همراه مصرف مکمل کوئرتستین می‌تواند سبب بهبود ابعاد و عملکرد بطن چپ در مردان مبتلا به پرفشارخونی و CAD پس از عمل PCI شود. در حالی که استفاده جداگانه از تمرین و کوئرتستین بدون تأثیر بر ابعاد بطن چپ موجب افزایش عملکرد بطن می‌شوند.

واژگان کلیدی: تمرین تناوبی شدید، کوئرتستین، ابعاد بطن چپ، عملکرد بطن چپ.

دانشور
پزشکی

دوماهنامه علمی-پژوهشی
دانشگاه شاهد
سال بیست‌وهفتم - شماره ۱۴۴
دی ۱۳۹۸

دریافت: ۱۳۹۸/۰۶/۳۱
آخرین اصلاح‌ها: ۱۳۹۸/۰۹/۰۹
پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۱۷

مقدمه

روزانه تعداد زیادی از بیماران به مداخلات جراحی (آنژیوپلاستی و جراحی بای پس عروق کرونر) نیاز پیدا می‌کنند (۶). علی‌رغم گسترش، استقبال و اثربخشی آنژیوپلاستی، متأسفانه این پروسیجر نمی‌تواند سیر آترواسکلروز را در بیمار متوقف کند و به تدریج تنگی‌های دیگری در عروق سالم، انفارکتوس میوکارد و تنگی مجدد در عروق باز شده ایجاد می‌شود (۶، ۱۰). بعد از انفارکتوس میوکارد انواع نقص عملکرد دیاستولی (۷) و نقص عملکرد سیستولی (۸) دیده می‌شود که از مهمترین پیش‌بینی کننده‌های نارسایی قلبی هستند (۱۱). نارسایی قلبی که یک اختلال عملکردی است، ریشه در تغییرات منفی ساختاری قلبی دارد و بر دو نوع است، نارسایی قلبی سیستولی و نارسایی قلبی دیاستولی. نارسایی قلبی سیستولی در اثر گشاد شدن حفره‌های قلبی و نازک شدن دیواره‌ها رخ می‌دهد (هیپرتروفی مرضی برون‌گرا)؛ اما در نارسایی دیاستولی درست برعکس این موضوع رخ می‌دهد و با افزایش ضخامت دیواره‌ها و کاهش ابعاد بطنی (هیپرتروفی مرضی درون‌گرا)، بطن‌ها قادر به پرشدگی مؤثر در زمان دیاستول نمی‌باشند (۱۲). بعد از اعمال جراحی قلبی، به دلیل روند اکسایشی زیاد، راه اندازی مسیرهای تشکیل فیبروز طی روندی تدریجی در بافت قلب توسعه می‌یابد و در نتیجه، هیپرتروفی مرضی از نوع درون‌گرا و اختلال عملکردی دیاستولی رخ می‌دهد که در دراز مدت به نارسایی قلبی دیاستولی می‌انجامد که آن نیز به نوبه‌ی خود نارسایی سیستولی را هم به دنبال خواهد داشت (۱۲، ۱۳)؛ بنابراین اعمال جراحی ساختار و عملکرد قلب را در بیماران تحت تأثیر قرار می‌دهند (۱۴). ارزیابی ابعاد و عملکرد بطن چپ قبل و بعد از مداخلات درمانی یا بعد از بروز حملات حاد قلبی با کمک دستگاه اکوکاردیوگرافی انجام می‌شود؛ که با ارزیابی قابل اعتماد همودینامیک باعث کاهش قابل توجه نیاز به ارزیابی‌های تهاجمی شده است (۱۵). از مهم‌ترین شاخص‌های اکوکاردیوگرافی که به منظور

بیماری‌های قلبی-عروقی (CVD)^۱ از شایع‌ترین بیماری‌ها در تمام دنیا بوده و عامل اصلی مرگ و میر است (۱). به طوری که پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۳۰، سالانه بیش از ۲۳ میلیون مرگ به دلیل بیماری‌های قلبی-عروقی در سراسر جهان رخ دهد (۲). مطالعات انجام شده در ایران نیز نشان می‌دهد که بیماری‌های قلبی-عروقی اولین علت مرگ و میر است (۲). بیماری شریان کرونری (CAD)^۲ یا بیماری عروق کرونر قلب (CHD)^۳ و پرفشاری خون شایع‌ترین قلبی و عروقی هستند (۳، ۴). ایسکمی و آئزین صدری از عوارض تنگی عروق کرونر است که نهایتاً منجر به MI^۴ و CHF^۵ می‌شود (۵). در صورت عدم پاسخگویی به درمان دارویی، آنژیوپلاستی کرونری از راه پوست (PCI)^۶ و بای پس عروق کرونر (CABG)^۷ از مؤثرترین راه‌های درمان تنگی عروق کرونر می‌باشند. فناوری مداخله کرونری از طریق جلدی، یا آنژیوپلاستی یکی از مهم‌ترین و پیشرفته‌ترین دستاوردهای دانش پزشکی است که به عنوان شیوه‌ای نوین و بی‌رقیب برای درمان بسیاری از بیماران مبتلا به بیماری عروق کرونر جایگزین جراحی بای پس عروق کرونر شده است (۶). امروزه این روش به عنوان یک روش کم‌خطر، اقتصادی و کم‌تهاجم‌تر در مقایسه با جراحی، چهره ارائه مراقبت قلبی را تغییر داده است (۷). به طوری که تنها در آمریکا سالانه بیش از ۶۵۰۰۰۰ نفر تحت پروسیجرهای آنژیوپلاستی و تعبیه استنت قرار می‌گیرند (۸). در بریتانیا نیز از سال ۱۹۹۱ تا سال ۲۰۱۲ آمار CABG کاهش و بر تعداد عمل PCI به طور فزاینده‌ای افزوده شده است (۹). در ایران اگرچه آمار دقیقی در دست نیست، اما با شیوع روزافزون تعداد مبتلایان به بیماری عروق کرونر،

1. Cardiovascular disease
2. Coronary artery disease
3. Congenital Heart disease
4. Myocardial infarction
5. Chronic heart failure
6. Percutaneous coronary intervention
7. Coronary Artery Bypass Grafting

کلسترول HDL، فشارخون و عملکرد اندوتلیال به طور قابل توجهی نسبت به تمرینات MICT^۵ مؤثرتر است که همه آن‌ها برای بیماران مبتلا CHD مهم هستند (۱۹). این نوع تمرینات نه تنها نسبت به تمرینات تداومی سنتی در بازتوانی قلبی بیماران مؤثرتر بوده است، بلکه از طرف بیماران قلبی عروقی پذیرش بیشتری شده و ایمن تر و قابل تحمل تر از تمرینات تداومی سنتی در بیماران قلبی-عروقی گزارش شده است (۱۶). طوری که پایبندی به تمرین در HIIT بیشتر است (۱۶). بر اساس مطالعات قبلی، پروتکل‌های تمرین تناوبی شدید به سه دسته ۱. ایتروال طولانی: ۳-۱۵ دقیقه با شدت ۸۵-۹۰٪ VO₂max، ۲. ایتروال متوسط: ۱-۳ دقیقه با شدت ۹۵-۱۰۰٪ VO₂max و ۳. ایتروال کوتاه: ۱۰ ثانیه تا ۱ دقیقه با شدت ۱۰۰-۱۲۰٪ VO₂max تقسیم می‌شود (۲۰، ۲۱). از این بین، تمرینات تناوبی شدید از نوع ایتروال کوتاه با ریکاوری غیرفعال (با تناوب‌های ۱۵ یا ۳۰ ثانیه‌ای) از طرف بیماران قلبی عروقی پذیرش بیشتری داشته و ایمن تر و قابل تحمل تر از نوع دیگر (تمرینات تناوبی کوتاه مدت با ریکاوری فعال، ایتروال متوسط، ایتروال طولانی و تمرین تداومی سنتی) در بیماران قلبی-عروقی گزارش شده است. به طوری که بیماران قلبی و عروقی در این نوع پروتکل (ایتروال کوتاه با ریکاوری غیرفعال) مسافت بیشتری را با شدت بالا و با درد و مشکلات جسمی کمتری طی نمودند (۲۰، ۲۱)؛ بنابراین اخیراً توصیه می‌شود برای بازتوانی ورزشی بیماران قلبی با ریسک بالا، آمادگی پایین و بیمارانی که ورزشکار نیستند و در فاز دوم (توانبخشی قلبی از طریق ورزش) بازتوانی قلبی هستند، از این نوع پروتکل (ایتروال کوتاه با ریکاوری غیرفعال) استفاده شود. در حالی که انواع دیگر برای فاز نگهداری (فاز سوم) و بیماران با ریسک پایین و آمادگی بدنی بالا توصیه می‌شود (۲۰، ۲۱).

در بین رویکردهای غیر دارویی در درمان بیمارهای قلبی عروقی و ایجاد سازگاری‌های قلبی، علاوه بر

بررسی اختلالات بطن چپ ارزیابی می‌شوند عبارتند از: کسر جهشی بطن چپ^۱ (LVEF) ابعاد بطن چپ در زمان دیاستول^۲ (LVDD) و ابعاد بطن چپ در زمان سیستول^۳ (LVSD). این شاخص‌ها در بررسی تغییرات ساختار و به ویژه تغییرات بطن چپ در زمان دیاستول و سیستول و تأثیر مداخلات درمانی کمک می‌کنند. همچنین بررسی آنها ریسک مرگ و میر را پیش‌بینی می‌کند. با توجه به این موضوعات بررسی تغییرات این فاکتورها بعد از مداخلات درمانی همچون برنامه بازتوانی و فعالیت ورزشی ضروری است (۱۵).

امروزه دستورالعمل کلینیک‌های بین‌المللی درمان بیماری‌های قلبی، ورزش درمانی را به عنوان عصر اصلی در توانبخشی بیماران قلبی در نظر دارند (۱۵). در حالیکه اثرات مثبت تمرینات تداومی سنتی با شدت پائین تا متوسط در تحقیق‌ها انکارناپذیر است، تحقیقات نشان داده است با توجه به کمبود زمان، تمرین شدید تناوبی نسبت به تمرینات تداومی با شدت متوسط برتری دارند (۱۶). تمرینات تناوبی شدید^۴ (HIIT) ترکیبی از دوره‌های پر شدت هوازی به همراه دوره‌های ریکاوری غیرفعال یا فعال با شدت پایین و یا متوسط است. وجود دوره‌های تناوبی در این نوع تمرینات باعث می‌شود که افراد تمایل و انگیزه بیشتری برای انجام این نوع تمرین در مقایسه با تمرینات تداومی داشته باشند و خستگی و تجمع اسیدلاکتیک به مراتب کمتر از تمرینات مستمر و مداوم است (۱۷). امروزه از HIIT با توجه به جذابیت، تنوع، سازگاری متابولیکی بیشتر، به جای تمرینات استقامتی سنتی استفاده می‌شود (۱۸). طوری که مطالعات نشان داده‌اند تمرینات HIIT در بهبود VO₂peak، اندازه و عملکرد بطن چپ، عملکرد انقباضی، قطر دیاستولیک بطن چپ، حجم دیاستولیک، ضخامت دیواره خلفی، کسر کوتاه شدگی، آمادگی قلبی ریوی، کسر تخلیه، چاقی شکمی، تنظیم قند خون، حساسیت به انسولین،

¹. Left Ventricle Ejection Fraction

². Left Ventricle Diastolic Dimension

³. Left Ventricle Systolic Dimension

⁴. High-intensity interval training

⁵. moderate-intensity continuous training (MICT)

می‌شود که آیا ورزش به همراه مصرف مکمل کوئرستین با تأثیر هم‌افزایی می‌تواند با بهبود ابعاد و به تبع آن عملکرد قلب همراه باشد؟ بنابراین هدف از مطالعه حاضر، بررسی اثر تمرین HIIT به همراه مصرف مکمل کوئرستین بر ابعاد و عملکرد بطن چپ در بیماران مبتلا به فشارخون بالا و تنگی عروق کرونر پس از PCI بود.

روش بررسی

مطالعه حاضر، از نوع نیمه تجربی، با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون به صورت دو سو کور و کنترل شده با دارونما انجام شد و در کمیته اخلاق پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی کشور با کد اخلاق IR.SSRI.REC.1397.373 تأیید شده است. جامعه آماری کلیه افراد مبتلا به پرفشارخونی و CAD بعد از PCI و جامعه در دسترس شامل کلیه بیماران post PCI که مبتلا به فشارخون بالا بودند و در بیمارستان بهمن زنجان تحت عمل آنژیوپلاستی قرار گرفته و به کلینیک بازتوانی این بیمارستان مراجعه کرده بودند. از بین افراد جامعه در دسترس، تعداد ۳۶ مرد به صورت هدفمند انتخاب شدند (جدول دو). این بیماران براساس گزارش پرونده پزشکی، مبتلا به پرفشارخونی (فشارخون سیستولی ۱۳۵ تا ۱۴۵ میلی‌متر جیوه)، هایپرتروفی مرضی قلبی از نوع کانستریک (نسبت توده بطنی به سطح رویه بدنی بیشتر از 116 gr/m^2 و نسبت ضخامت دیواره به ابعاد پایان دیاستولی بیشتر از 0.42) و EF بالای ۳۰ بوده و یک ماه از عمل PCA آنها می‌گذشت و در طبقه سطح پایین خطر^۲ قرار گرفته بودند (سطح خطر پایین قلبی بر اساس اطلاعات موجود در پرونده پزشکی انجام می‌شد که شامل سن، ظرفیت عملکردی ≤ 7 مت، شدت بیماری و بیماری‌های همزمان، تغییرات ضربان قلب و ECG در حالت استراحت و هنگام تست ورزش بودند) (۱۲) و داروی تقریباً مشابه مصرف می‌کردند. لازم به ذکر است که به دلیل در دسترس نبودن به یکباره تمام آزمودنی‌ها با

نقش مؤثر فعالیت بدنی، استفاده از داورهای گیاهی به‌طور فزاینده‌ای مورد توجه متخصصان سلامت و بیماران قرار گرفته است (۲۲). در سالهای اخیر استفاده از فلاونوئیدها در مداخلات رژیم غذایی افزایش یافته است (۲۳). فلاونوئیدها که گروه بزرگی از پلی فنل‌ها با بیش از ۴۰۰۰ ترکیب هستند و دارای اثرات آنتی‌اکسیدانی، ضد التهابی، ضد سرطانی، ضد آلرژی، ضد میکروبی، ضد ویروسی، ممانعت از شکنندگی و خونریزی عروق و محافظت از قلب می‌باشند (۲۴). یکی از فراوانترین و مهمترین ترکیبات خانواده فلاونوئیدها کوئرستین^۱ است که بیشترین خاصیت آنتی‌اکسیدانی را در میان سایر فلاونوئیدها دارد و حتی در مقایسه با ویتامین "ث" نیز حدود شش برابر قوی‌تر است (۲۴). کوئرستین با نام علمی فنتا هیدروکسی فلاون و فرمول C15H10O7 در گیاهان و مواد غذایی همچون پیاز، چای سبز، شراب قرمز، کلم بروکلی یافت می‌شود (۲۵). اثربخشی کوئرستین در کنترل و درمان فشارخون بالا، ایسکمی قلب، نارسایی احتقانی قلب، افزایش چربی خون، آترواسکلروز، اختلالات انعقادی خون، افزایش قند خون، نوروپاتی دیابتی، نکرور و ضایعات بافتیهای مختلف در اثر ایسکمی مورد تأیید قرار گرفته است (۲۶). مکمل یاری با کوئرستین به همراه فعالیت ورزشی در موش‌های تغذیه شده با رژیم غذایی آتروژنیک اثرات سودمندتری را نسبت به استفاده جداگانه از آنها در کاهش پلاک آترواسکلروز و بیان ژن انتقال دهنده معکوس کلسترول داشته است (۲۷). هنوز مطالعه‌ای که تأثیر مکمل کوئرستین را به همراه تمرینات ورزشی در بیماران قلبی بررسی نماید، انجام نشده است؛ بنابراین، اینکه فعالیت ورزشی به همراه مصرف مکمل کوئرستین چه تأثیری می‌تواند در پیشگیری، کنترل و یا کاهش علائم بیماری‌های قلبی عروقی در انسان داشته باشد؟ هنوز بی پاسخ مانده است.

با توجه به مجموعه فوق‌الذکر این سؤال مطرح

². Low Risk

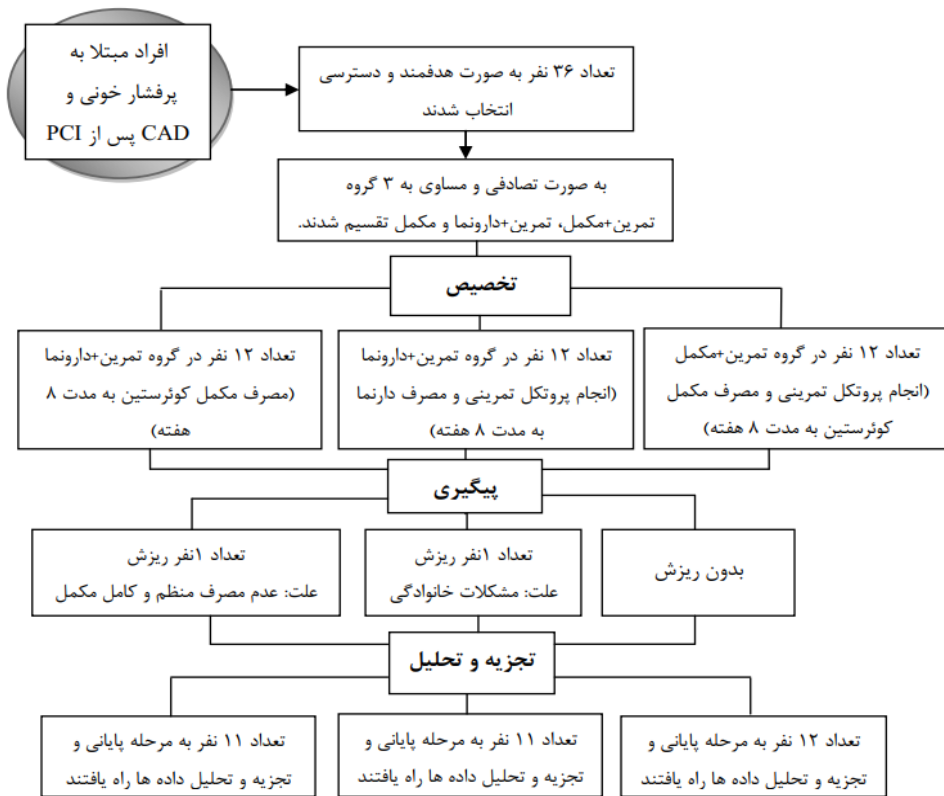
¹. Quercetin

با استفاده از قدسنج و ترازوی مدل SECA ساخت کشور آلمان اندازه‌گیری و سپس شاخص توده‌ی بدن با استفاده از نسبت وزن (کیلوگرم) به مجذور قد (متر) محاسبه گردید. فشارخون بعد از ۲۰ دقیقه قرارگیری ساکن در حالت نشسته با استفاده از دستگاه فشارسنج بازویی دیجیتال مدل Mamiso Set S1800 اندازه‌گیری شد. متغیرهای ابعاد و عملکرد سیستمی و دیاستولی بطن چپ توسط متخصص قلب و عروق و برای همه شرکت‌کنندگان در قبل و بعد از مداخله در وضعیت خوابیده به پهلو چپ و توسط دستگاه اکوکاردیوگراف VIVID3 ساخت شرکت جنرال الکتریک آمریکا انجام شد. برای اندازه‌گیری شاخص عملکرد دیاستولی (E/A ratio) از اکوکاردیوگراف پالس ویو داپلر با متدولوژی استاندارد استفاده شد. بدین ترتیب برنامه ۸ هفته‌ای پژوهش آغاز گردید.

آزمودنی‌ها، پروتکل تمرینی HIIT (گروه‌های تمرین+مکمل و تمرین+ دارونما) و مصرف مکمل کوئرستین (گروه مکمل+تمرین) و دارونما (گروه تمرین+دارونما) را به شرح زیر به مدت ۸ هفته انجام داده و مصرف نمودند. آزمودنی‌های گروه مکمل در این مدت بدون شرکت در برنامه تمرینی منظم، به زندگی روزمره خود ادامه می‌دادند و برای حفظ اصول اخلاقی بعد از اتمام دوره پژوهش برای اجرای دوره معمول بازتوانی خود به مرکز بازتوانی قلبی فراخوان شدند.

معیارهای مورد نظر، نمونه‌گیری در ۲ نوبت و به صورت هر دو ماه یک بار و هر بار ۱۸ نفر طبق معیارها به روش هدفمند انجام شدند؛ و در هر نوبت، افراد به صورت تصادفی (قرعه‌کشی) در ۳ گروه ۶ نفره (تمرین+مکمل، تمرین+دارونما و مکمل) قرار گرفتند. به طوری که در پایان دوره کلی پژوهش، کل نمونه‌های لازم در ۳ گروه جمع‌آوری شد (۳۶ نفر در قالب ۳ گروه ۱۲ نفره). البته لازم به ذکر است که دو نفر از آزمودنی‌ها (یک نفر از گروه تمرین+دارونما به دلیل فوت همسر و یک نفر از گروه مکمل به دلیل عدم استفاده منظم از مکمل) در پس از آزمون شرکت نکردند و پژوهش با ۳۴ آزمودنی به اتمام رسید (شکل ۱). در هر بار نمونه‌گیری، پس از اخذ رضایت‌نامه کتبی از آزمودنی‌ها، مراحل پژوهش برای آن‌ها تشریح شد.

قابل ذکر است کلیه آزمودنی‌ها (در هر سه گروه) قبل از شروع مداخله در یک دوره‌ی دو هفته‌ای، ضمن آشنا شدن با نحوه انجام تمرینات، مصرف مکمل و آزمون حداکثر توان، سه جلسه در هفته و هر جلسه ۳۰ دقیقه با شدت ۵۰ درصد بار کار اوج به تمرین تداومی پرداختند و توانایی آنها تا حد اولیه افزایش یافت. سپس ۴۸ ساعت بعد از دوره آماده‌سازی دو هفته‌ای و ۴۸ ساعت قبل از اولین جلسه مداخله، قد، وزن، فشارخون استراحتی، بار کار اوج، اکوکاردیوگرافی از آزمودنی‌ها گرفته شد. قد و وزن آزمودنی‌ها به ترتیب



شکل ۱. فلوچارت کانسورت مطالعه حاضر

پروتکل تمرین

درصد بار کار اوج. ۳؛ ۵ دقیقه ریکاوری غیرفعال) و سرد کردن (۵ دقیقه بدون بار)، مجموعاً ۴۵ دقیقه به طول انجامید. شدت تمرین از ۸۰ درصد بار کار اوج در دو هفته اول به ۱۰۰ درصد بار کار اوج در دو هفته آخر رسید (جدول یک) (۲۸).

پروتکل تمرینی به مدت ۸ هفته و هر هفته ۳ جلسه بر روی چرخ کارسنج و در دوره‌های ۳۰ ثانیه‌ای فعالیت و به دنبال آن، ۳۰ ثانیه ریکاوری غیرفعال اجرا شد که هر جلسه با گرم کردن (۱؛ ۵ دقیقه فعالیت با ۵۰ درصد بار کار اوج. ۲؛ ۳ فعالیت ۱۰ ثانیه‌ای در ۸۰ درصد بار کار اوج با ۱ دقیقه ریکاوری فعال در ۵۰

جدول ۱. شرح کامل پروتکل تمرین تناوبی شدید

مدت کل فعالیت (دقیقه)	مدت سرد کردن (دقیقه)	مدت پروتکل (دقیقه)	سرعت رکاب زدن (rpm)	ریکاوری (%WRp)	مدت ریکاوری (ثانیه)	فعالیت (%WRp)	مدت گرم کردن (دقیقه)	هفته‌ها
۴۵	۵	۳۰	۶۰-۵۰	-	-	۵۰	۱۰	اول و دوم
۴۵	۵	۳۰	۶۰-۵۰	استراحت غیرفعال	۳۰ ثانیه	۸۰	۱۰	سوم و چهارم
۴۵	۵	۳۰	۶۰-۵۰	استراحت غیرفعال	۳۰ ثانیه	۹۰	۱۰	پنجم و ششم
۴۵	۵	۳۰	۶۰-۵۰	استراحت غیرفعال	۳۰ ثانیه	۱۰۰	۱۰	هفتم و هشتم
۴۵	۵	۳۰	۶۰-۵۰	۱۰	۳۰ ثانیه	۱۰۰	۱۰	نهم و دهم

نحوه اندازه‌گیری بار کار اوج جهت تعیین شدت پروتکل تمرینی

برای تعیین اوج بار کار، از پروتکل وامانده ساز استورر- دیویس^۱ استفاده شد (تعیین حداکثر توان هوازی فرد در اندام پایین تنه) (۲۹). قبل از شروع پروتکل، گرم کردن شامل ۵ دقیقه با حرکات نرمشی و کششی و ۴ دقیقه گرم کردن با کار صفر وات و سرعت ۵۰-۶۰ دور بر دقیقه در نظر گرفته شد. سپس پس از ۲ تا ۵ دقیقه استراحت، فعالیت اصلی شروع و به ازای هر دقیقه فعالیت، بار کاری به میزان ۱۵ وات افزایش یافت. سرعت پدال زدن در کلیه مراحل پروتکل، به میزان ۵۰-۶۰ دور در دقیقه تنظیم شد. آزمودنی‌ها به فعالیت خود تا رسیدن به سرحد واماندگی ادامه دادند. به این صورت یک مرحله قبل از واماندگی به عنوان حداکثر توان آزمودنی انتخاب شد که بر اساس آن برنامه تمرین طراحی گردید. رسیدن به سرحد واماندگی با استفاده از معیارهایی شامل حالت عدم توانایی فرد از ادامه پروتکل و توقف آن یا عدم توانایی در حفظ سرعت ۵۰ دور در دقیقه به مدت ۳۰ ثانیه و درک فشار بالاتر از ۱۹ تعیین شد. همچنین آزمودنی‌ها در حین اجرای پروتکل تمرینی و پروتکل تعیین اوج بار کار، با استفاده از مقیاس ۲۰ ارزشی بورگ و دستگاه الکتروکاردیوگرام ۳ اشتقاقی با کنترل از راه دور و اندازه‌گیری فشارخون تحت نظارت دقیق از نظر ادراک تلاش، تواتر قلب، الکتروکاردیوگرام و فشارخون بودند. تا از بروز هرگونه ناهنجاری در الکتروکاردیوگرام آن‌ها (برای مثال معکوس شدن موج T، افت قطعه ST، PVC و...) جلوگیری شده و در صورت وجود علائمی همچون احساس درد سینه، سرگیجه و یا حالت تهوع برنامه قطع و بیمار به پزشک ارجاع داده شود.

نحوه مصرف مکمل و دارونما

گروه‌های دریافت‌کننده مکمل (تمرین+مکمل و مکمل به تنهایی) روزانه ۱ کیپسول ۲۵۰ میلی‌گرمی کوئرستین را به مدت ۸ هفته دریافت نمودند در حالی که در گروه‌های دریافت‌کننده دارونما (تمرین

+دارونما)، روزانه ۱ کیپسول دکستروز تجویز شد (۲۶). پیش از آغاز پژوهش قوطی‌های دارای مکمل و دارونما، توسط فردی غیر از پژوهش‌گر علامت‌گذاری شد تا عدم اطلاع پژوهشگر و آزمودنی‌ها از نوع کیپسول‌های دریافتی مراعات شود. مصرف مکمل و دارونما زیر نظر همان فرد انجام شد. مکمل و دارونما از شرکت سولارای^۲ کشور آمریکا تهیه شده بود. ۴۸ ساعت پس از پایان آخرین جلسه تمرینی هفته‌ی هشتم گروه‌های تجربی که مصادف بود با شروع برنامه تمرینی گروه مکمل، مجدداً از کلیه نمونه‌ها اکوکاردیوگرافی به عمل آمد تا هم داده‌های مربوط به پس‌آزمون جمع‌آوری شده باشد و هم از لحاظ اخلاقی گروه مکمل از مزایای تمرینات روتین بازتوانی قلبی بی‌بهره نمانند.

روش‌های آماری

از آمار توصیفی برای محاسبه میانگین‌ها و واریانس‌ها استفاده شد. سپس پس از مشخص شدن طبیعی بودن توزیع داده‌ها از طریق آزمون کلموگروف اسمیرنوف، برای نشان دادن تغییرات درون و بین گروهی به ترتیب از آزمون‌های تی همبسته و تحلیل واریانس (ANOVA) یک‌سویه و آزمون تعقیبی شفه در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده شد. محاسبات آماری از طریق نرم‌افزار SPSS-16 انجام شد.

یافته‌ها

جدول شماره ۲ نشان دهنده برخی ویژگی‌های سه گروه همگن تحقیق است.

². Solaray, USA, INC

¹. Storer - Davis

جدول شماره ۲. ویژگی‌های آزمودنی‌ها (انحراف معیار ± میانگین)

متغیر	گروه	تمرین+مکمل N=12	تمرین+دارونما N=11	مکمل N=11	p-value
سن (سال)		۵۴/۷۵±۴/۸۲	۵۶/۰۰±۴/۳۸	۵۷/۱۸±۴/۲۵	۰/۴۴
قد (سانتی‌متر)		۱۷۳/۳±۵/۸۹	۱۷۰/۶±۳/۸۳	۱۶۹/۸۰±۷/۲۱	۰/۳۲
وزن (کیلوگرم)		۷۸/۰۴±۱۳/۶۱	۷۷/۳۲±۷/۱۲	۷۴/۸۶±۱۰/۴۶	۰/۷۶
BMI (مترمربع/کیلوگرم)		۲۵/۹۸±۳/۹۵	۲۶/۵۶±۲/۱۶	۲۵/۹۶±۳/۵۸	۰/۹۸
درصد چربی بدن (درصد)		۲۲/۵۳±۵/۷	۲۳/۴۲±۲/۷۸	۲۳/۹۵±۵/۷۹	۰/۷۸
فشار خون سیستولی (mm.Hg)		۱۰/۵۸±۱۴۴/۴	۱۰/۲۳±۱۴۳/۷	۹/۸±۱۴۱/۳۶	۰/۸۵
فشار خون دیاستولی (mm.Hg)		۶/۴۱±۸۸/۵	۴/۸۲±۸۶/۵۴	۴/۸۲±۸۷/۵۵	۰/۷۵

جدول شماره ۳، مقایسه درون گروهی و بین گروهی متغیرهای تحقیق در سه گروه تمرین+مکمل، تمرین+دارونما و مکمل را نشان می‌دهد. نتایج آزمون تی وابسته در گروه تمرین+مکمل نشان داد میانگین ابعاد بطن چپ پایان سیستولی ($P=۰/۰۳۴$)، ابعاد بطن چپ پایان دیاستولی ($P=۰/۰۱$) افزایش معنی‌داری داشت؛ اما تغییر معنی‌داری در مورد هیچ کدام از این متغیرها در دو گروه تمرین+دارونما و مکمل به تنهایی مشاهده نشد. به علاوه متغیرهای کسر تزریقی (شاخص

عملکرد سیستولی بطن چپ) و نسبت E/A (شاخص عملکرد دیاستولی بطن چپ) در گروه تمرین+مکمل (به ترتیب $P=۰/۰۰۰$ و $P=۰/۰۰۰$)، تمرین+دارونما (به ترتیب $P=۰/۰۳۴$ و $P=۰/۰۰۴$) و مکمل تنها (به ترتیب $P=۰/۰۲۶$ و $P=۰/۰۰۵$) افزایش معنی‌دار یافت. براساس نتایج آزمون تحلیل واریانس (ANOVA) یک‌سویه، تفاوت معنی‌دار بین گروهی در هیچ کدام از متغیرها مشاهده نشد.

جدول ۳. تغییرات درون گروهی و تفاوت بین گروهی متغیرهای ابعاد و عملکرد بطن چپ با استفاده از آزمون‌های تی همبسته و تحلیل واریانس یک‌سویه

متغیر	گروه	پیش آزمون	پس آزمون	P درون گروهی	تفاوت نمرات	P بین گروهی
LVEDd (mm)	تمرین+مکمل	۴۷/۷۹±۱/۹۷	۴۸/۶۲±۱/۴۳	*۰/۰۱	+۰/۸۳۳	۰/۷۰
	تمرین+دارونما	۴۷/۶۸±۲/۵۰	۴۸/۳۸±۲/۹۵	۰/۰۵۴	+۰/۷۰۰	
	مکمل	۴۷/۴۵±۲/۳۹	۴۷/۸۱±۲/۴۸	۰/۳۴	+۰/۳۶۳	
LVESd (mm)	تمرین+مکمل	۱/۵۹±۳۴/۰۰	۲/۱۲±۳۴/۸۳	*۰/۰۳۴	+۰/۸۳	۰/۴۲
	تمرین+دارونما	۱/۸۵±۳۳/۰۰	۱/۹۹±۳۳/۱۸	۰/۵۶	+۰/۱۸	
	مکمل	۲/۳۳±۳۳/۶۸	۲/۶۵±۳۳/۵۴	۰/۵۵	+۰/۱۴	
EF درصد	تمرین+مکمل	۵۰/۰۰±۶/۹۲	۵۴/۲۵±۷/۶۴	*۰/۰۰۰	+۴/۲۵	۰/۸۱
	تمرین+دارونما	۵۱/۰۰±۵/۲۱	۵۳/۲۷±۵/۶۲	*۰/۰۰۴	+۲/۲۷	
	مکمل	۵۳/۱۸±۳/۸۱	۵۴/۹۰±۴/۴۱	*۰/۰۴۴	+۱/۷۲	
E/A ratio	تمرین+مکمل	۰/۷۶۷±۰/۰۸۸	۰/۸۱۶±۰/۰۸۷	*۰/۰۰۰	+۰/۰۴۹	۰/۹۸
	تمرین+دارونما	۰/۷۸۰±۰/۱۲۴	۰/۸۱۲±۰/۱۲۷	*۰/۰۰۷	+۰/۰۳۲	
	مکمل	۰/۷۹۰±۰/۱۰۱	۰/۸۰۸±۰/۰۹۷	*۰/۰۳۱	+۰/۰۱۸	

*اختلاف معنی‌دار در مقایسه با پیش آزمون ($p<۰/۰۰۵$)

زمان دیاستول می‌تواند ناشی از افزایش حجم پایان دیاستول و کاهش حجم پایان سیستول پس از یک دوره تمرینی باشد (۱۵). در مطالعه حاضر هر چند قطر پایان دیاستولی در گروه تمرین تناوبی شدید افزایش یافت ولی از نظر آماری معنی‌دار نبود. علت اختلاف نتایج مطالعه حاضر با نتایج مطالعه زارع و همکاران می‌تواند به دلیل تفاوت در نوع آزمودنی‌ها و پروتکل تمرین تناوبی شدید باشد. طوری که آزمودنی‌های مطالعه زارع و همکاران بیماران POST CABG و هر دو جنس مرد و زن بودند در مقابل در مطالعه حاضر، بیماران با جنسیت فقط مرد و POST PCA بودند. همچنین در مطالعه‌ی زارع و همکاران، پروتکل تمرین تناوبی شدید از نوع اینتروال متوسط بود ولی پروتکل تمرین مطالعه حاضر از نوع اینتروال کوتاه بود.

در مطالعه فلاحی و همکاران (۱۳۹۶)، ۸ هفته تمرین تناوبی پیشرونده فردی در بیماران قلبی پس از عمل جراحی بای پس عروق کرونر موجب افزایش معنی‌دار اندازه بطن چپ در زمان سیستول و افزایش غیر معنی‌دار اندازه بطن چپ در زمان دیاستول و کسر جهشی شد (۱۵). در مطالعه حاضر نیز هر دو ابعاد پایان سیستولی و دیاستولی بطن چپ تحت تأثیر تمرین تناوبی شدید تمایل به افزایش داشتند ولی از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. پروتکل برنامه تمرینی و نوع آزمودنی‌ها (جنسیت و نوع عمل جراحی) در مطالعه حاضر با مطالعه فلاحی و همکاران متفاوت است. به نظر می‌رسد عدم وجود معنی‌داری در تغییرات ابعاد بطن چپ در پژوهش حاضر مدت زمان کم برنامه تمرینی بوده باشد. چرا که دوره زمانی فعالیت ورزشی برخی از مطالعات که بهبود ساختاری بطن چپ را گزارش کرده‌اند از دوره برنامه تمرینی مطالعه حاضر بیشتر بوده است. از آن جمله در مطالعه احسانی و همکاران، ۱۲ ماه تمرینات شدید در بیماران عروق کرونری موجب افزایش معنی‌دار قطر پایان دیاستولی بطن چپ شد (۳۱). احتمالاً با ادامه‌ی طول مدت تمرینات به بیش از ۸ هفته در مطالعه حاضر،

براساس نتایج مطالعه حاضر، تمرین تناوبی شدید و مصرف مکمل آنتی‌اکسیدانی کوئرستین (ترکیبی و جداگانه) موجب افزایش معنی‌دار شاخص‌های عملکرد سیستولی (EF) و عملکرد دیاستولی (E/A) بطن چپ شد. متغیرهای قطر پایان دیاستولی و قطر پایان سیستولی بطن چپ، تنها در گروه تمرین تناوبی شدید+مکمل، افزایش معنی‌داری یافت. از طرفی سه گروه (تمرین+مکمل، تمرین+دارونما، مکمل) در میانگین تغییرات هیچ کدام از شاخص‌ها اختلاف معنی‌داری نشان ندادند.

در رابطه با تغییرات ساختاری قلب بعد از تمرینات ورزشی در بیماران POST PCI متأسفانه پژوهش‌ها محدود است. در یک مطالعه مرتبط‌تر توسط سلیمانی نژاد و همکاران (۲۰۱۴)، ۲۴ جلسه تمرین هوازی در بیماران مبتلا به CAD پس از PCI، موجب افزایش معنی‌دار عملکرد دیاستولی و عملکرد سیستولی شد. ولی پارامترهای قطر پایان سیستولی و قطر پایان دیاستولی تغییر معنی‌داری نداشتند (۱۴). در مطالعه‌ی صادقی و همکاران (۲۰۱۳) نیز به دنبال ۸ هفته بازتوانی قلبی در بیماران مبتلا به CAD که دارای اختلال عملکردی بطن چپ بودند، با تمرینات هوازی، عملکرد سیستولی بطن چپ افزایش معنی‌داری یافت. با این حال در شاخص‌های قطر پایان سیستولی و دیاستولی تغییرات معنی‌داری مشاهده نشد (۳۰). نتایج این مطالعات با نتایج مطالعه‌ی حاضر همسوست. در مقابل ناهمسو با نتایج مطالعه حاضر، در مطالعه زارع و همکاران (۱۳۹۶) قطر پایان دیاستولی بطن چپ تحت تأثیر تمرین تناوبی شدید در بیماران POST CABG افزایش معنی‌داری یافت (۱۲). در توجیه این یافته، محققان اعلام کردند که تمرین تناوبی شدید به علت شدت زیاد انقباض‌ها و تنفس، فعالیت شدید پمپ عضلانی و پمپ تنفسی باعث هدایت بیشتر ذخیره عروق سیاهرگی به سمت قلب و در نتیجه افزایش بیشتر پیش بار و افزایش سازگارگونه ابعاد پایان دیاستولی می‌شود (۱۲). افزایش در اندازه بطن چپ در

velocity و رابطه‌ی معکوس با E velocity و E/A ratio دارد. در تحقیقات زیادی بر نقش ضربان قلب به عنوان یک فاکتور مهم در عملکرد دیاستولی بطن چپ تأکید شده است. کاهش ضربان قلب حالت استراحت در نتیجه‌ی ورزش باعث افزایش زمان ریلکسیشن می‌شود، در نتیجه مقدار E velocity و E/A ratio را افزایش می‌دهد (۳۸). مکانیسم دیگر این است که ورزش‌های استقامتی باعث افزایش میزان برداشت Ca^{2+} توسط پمپ کلسیم شبکه‌ی سارکوپلاسمیک در طی اولین مرحله‌ی دیاستول و افزایش ریلکسیشن و متعاقب آن افزایش E velocity و E/A ratio می‌شود (۱۱). در این مورد نتایج مطالعه حاضر با نتایج مطالعه کارگرفرد و همکاران (۱۳۹۰) (۱۱)، نا همسوست. در مطالعه کارگرفرد و همکاران، ۸ هفته برنامه بازتوانی ورزشی قلبی (تمرین هوازی با شدت ۶۰ تا ۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه) در بیماران مبتلا به سکتة قلبی تأثیری بر عملکرد دیاستولی نداشت (۱۱). آزمودنی‌ها، نوع و شدت پروتکل تمرینی در این مطالعه با مطالعه حاضر متفاوت است.

در مورد عملکرد سیستولی، در مطالعه حاضر تمرین تناوبی شدید موجب افزایش عملکرد سیستولی شد. افزایش در عملکرد سیستولی می‌تواند بر اساس قانون فرانک استارلینگ تا حدودی به افزایش عملکرد دیاستولی این افراد مربوط باشد (۱۲). طوری که نقص در عملکرد دیاستولیک به خاطر هایپرتروفی و یا ایسکمی بطنی، منجر به سفت و سخت شدن بطن و در نتیجه کاهش پذیرش و پر شدن بطن می‌شود؛ بنابراین با بهبود عملکرد دیاستولی و در پی آن افزایش پذیرش و پر شدن بطن، میوکارد بیشتر کشیده شده و در سیستول نیروی انقباضی زیادتر می‌شود (۱۲، ۱۵). همچنین افزایش در کسر جهشی ناشی از تمرین می‌تواند ناشی از تغییر در ابعاد قلب، انقباض پذیری و پس بار باشد (۱۵). از آنجایی که تمرین تناوبی ماهیت شدیدتری دارد، احتمالاً افزایش بیشتر فعالیت سمپاتیکی و ضربان قلب حین فعالیت ورزشی باعث افزایش بیشتر قدرت عضله قلبی و در نتیجه انقباض

سازگاری‌های مشاهده شده در ابعاد پایان سیستولی و دیاستولی، به صورت معنی‌داری رخ می‌داد. اندازه‌گیری ابعاد بطن چپ می‌تواند برای شناسایی افرادی که ریسک بالایی برای مرگ زودهنگام به دلیل سکتة قلبی پس از عمل جراحی دارند، مهم باشد (۱۵). همچنین تحقیقات پیشین نشان می‌دهند که کاهش ۲ میلی‌متری در اندازه بطن چپ باعث تغییر در ضربان قلب تا ۳۴ ضربه در دقیقه می‌شود (۳۲) که این امر بار زیادی را بر قلب وارد می‌کند. از این رو افزایش ابعاد بطن چپ با بهبود انقباض پذیری و کاهش ضربان قلب به بهبود عملکرد قلبی بعد از عمل کمک زیادی می‌کند (۱۵). در مطالعه حاضر ۸ هفته تمرین تناوبی شدید موجب افزایش عملکرد دیاستولی و سیستولی بطن چپ شد که با نتایج بسیاری از مطالعات قلبی همسوست (۱۲، ۱۴، ۱۷، ۳۳-۳۶). از آن جمله در مطالعه بهره‌مند و همکاران (۲۰۱۴)، تمرینات پر شدت هوازی باعث افزایش عملکرد سیستولی و دیاستولی در بیماران POST CABG شد (۳۶). در مطالعه گویرود و همکاران (۲۰۱۲)، تمرین تناوبی شدید در ایجاد سازگاری‌های ساختاری و عملکردی قلب برتر از تمرین تناوبی با شدت متوسط بود (۱۷). همچنین یو و همکاران بهبود عملکرد دیاستولی را در بیماران عروق کرونر تحت تأثیر تمرینات هوازی مشاهده کردند (۳۵). عملکرد دیاستولی نسبت سرعت E با A است. E velocity عمده ترین شاخص عملکرد دیاستولی است که در تحقیقات بالینی مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۱)؛ و زمانی اتفاق می‌افتد که فشار بطن چپ از فشار دهلیز چپ کمتر می‌شود و ریلکسیشن میوکارد ادامه می‌یابد و خون به داخل بطن چپ تزریق می‌شود. در تحقیقات متعددی عوامل مؤثر بر E velocity مورد سنجش قرار گرفته‌اند، سن، ضربان قلب، فشارخون دیاستولی عواملی هستند که باعث کاهش مقدار E velocity می‌شوند و مصرف الکل و ورزش منظم از عوامل افزایش‌دهنده‌ی آن هستند (۳۷). همچنین، افزایش کامپلایانس بطنی و پیش بار باعث افزایش E velocity می‌شود (۱۱). ضربان قلب، رابطه معنی‌دار و مثبتی با A

و از رگ تنگی جلوگیری می‌نماید (۲۶). از طرفی کوئرتستین از هایپرتروفی قلبی ناشی از اضافه‌بار فشاری جلوگیری می‌کند (۲۶) براساس مطالعه یان و همکاران^۱ (۲۰۱۳) کوئرتستین هایپرتروفی قلب را با افزایش بیان PPAR- γ و با سرکوب مسیر سیگنالینگ AP-1 مهار می‌کند (۴۱). با کاهش هایپرتروفی مرضی، عملکرد سیستولی و دیاستولی قلب افزایش می‌یابد (۱۲). کوئرتستین با مهار فعالیت متالوپروتئینازها در ماتریکس، باعث کاهش اثرات التهابی و همچنین رشد فیبروز می‌شود. توانایی کوئرتستین در جلوگیری از فعالیت رونویسی NF-kB و دیگر آبنشانه‌های سیگنالینگ پیش التهابی اثبات شده است که به کاهش تشکیل مولکول‌های التهابی و مهار اثر آنها کمک می‌کند (۲۶). کوئرتستین از آپوپتوز میوسیت‌های قلبی جلوگیری کرده و مانع از کوتاه شدن تلومر می‌شود (۲۶). طول تلومر در مبتلایان به بیماری عروق کرونر و در بیماران مبتلا به نارسایی قلبی (۴۰ درصد) کوتاه‌تر از افراد سالم هم سن شان است. نشان داده شده است که طول تلومر با عملکرد بطن چپ همراهی دارد و به ازای هر یک انحراف معیار کوتاه‌تر شدن طول تلومر، ۵ درصد از EF بطن چپ کاسته می‌شود و هر چه طول تلومر کوتاه‌تر باشد، سختی شریانی بیشتر و سرعت موج نبض (PWV^۲) سریع‌تر است. استرس اکسیداتیو موجب تخریب تلومر شده و از طریق عمل بر عملکرد آنزیم پلی‌مراز باعث از دست رفتن مقدار بیشتری از آن می‌شود (۴۲).

در مطالعه حاضر، تأثیری از مصرف مستقل کوئرتستین و تمرین بر ابعاد بطن چپ به دست نیامد. در حالی که با مصرف همزمان کوئرتستین با تمرینات تناوبی شدید، بهبود معنی‌دار حاصل شد. طوری که تمرین تناوبی شدید در تعامل با مکمل کوئرتستین توانست موجب بهبود معنی‌دار در ابعاد و عملکرد بطن چپ در بیماران قلبی پس از آنژیوپلاستی شود. محققان حاضر در پیشینه پژوهش، مطالعه‌ای که اثر همزمان

پذیری و عملکرد سیستولی در این گروه شده باشد. به علاوه تمرین تناوبی با افزایش کمیت و کیفیت رگ‌های میان‌بر، کاهش وسعت نواحی دچار کم‌خونی موضعی و بهبود اکسیژن‌رسانی و افزایش پرفیوژن در ناحیه میوکاردیوم و تصحیح و تعدیل شاخص‌های التهابی، اکسایشی، انعقادی و لخته ساز باعث بهبود بیشتر عملکرد پمپی قلب و افزایش عملکرد سیستولی می‌شود (۱۲، ۱۵، ۳۰، ۳۹). ناهمسو با نتایج مطالعه حاضر، در مطالعه فلاحی و همکاران (۱۳۹۶)، در اثر تمرینات توانبخشی تداومی و تناوبی پیش‌رونده در بیماران POST CABG، کسر جهشی افزایش یافت ولی از نظر آماری معنی‌دار نبود (۱۵). دلیل عدم همخوانی نتایج ما با یافته‌های فلاحی و همکاران، احتمالاً این است که در تحقیق آنها از تمرین تناوبی با اینتروال طولانی (۸-۱۰ دقیقه) و با شدت ۷۰ تا ۸۰ درصد حداکثر توان هوازی استفاده شد؛ بنابراین احتمالاً شدت برنامه ورزشی آنها به حدی نبوده است که کسر جهشی را به طور معنی‌داری تغییر دهد. علاوه بر نوع و شدت پروتکل‌های تمرینی، نوع عمل جراحی و جنسیت آزمودنی‌ها در دو مطالعه متفاوت بود.

در ارتباط با تأثیر کوئرتستین به تنهایی بر تغییرات ساختاری و عملکردی قلب تنها دو مطالعه در پیشینه پژوهش یافت شد؛ که نتایج آن‌ها با نتایج مطالعه حاضر همسوست. در مطالعه چکالینا و همکاران (۲۰۱۷)، مکمل کوئرتستین به مدت ۲ ماه تأثیر معنی‌داری بر ابعاد پایان سیستولی و دیاستولی بطن چپ در بیماران مبتلا به عروق کرونر پایدار نداشت ولی باعث بهبود عملکرد سیستولی و دیاستولی در این بیماران شد (۲۶). در مطالعه کاندراشیک و همکاران (۲۰۱۸) نیز عملکرد دیاستولی و شاخص توده بطن چپ در بیماران مبتلا به فشارخون بالا و نقرس تحت تأثیر کوئرتستین به صورت معنی‌دار بهبود یافت (۴۰). بر اساس داده‌های بالینی و تجربی کوئرتستین باعث فسفوریلاسیون eNOS شده و قابلیت زیستی NO را افزایش و جریان خون قلب را بهبود می‌بخشد. همچنین کوئرتستین به عنوان مهارکننده رقابتی ACE عمل کرده

1. Yan and et al

2. Pulse Wave Velocity

طولانی‌مدت ممکن است نتایج بهتری را به همراه داشته باشند. تعداد کم نمونه‌ها در سه گروه و نبود گروه کنترل از جمله محدودیت‌های مطالعه حاضر بود و پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده، حجم نمونه‌ی بیشتر، گروه کنترل و انجام مطالعات طولانی‌مدت مد نظر قرار گیرند.

سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از رساله دوره دکتری فیزیولوژی ورزشی قلب و عروق و تنفس است. بدین وسیله از کلیه شرکت‌کنندگان که وقت خود را در اختیار ما قرار دادند و همه کسانی که در اجرای پژوهش ما را یاری کردند تشکر و قدردانی می‌کنیم.

منابع

- Riyahii S. Sports rehabilitation in heart disease; a systematic review study. *Journal of Health Research* 2016; 1(4): 246-259.
- Koohi F, Salehinya H, Mohammadian A. Trends in mortality from cardiovascular disease in Iran from 2006-2010. *Bimonthly Journal of Sabzevar University of Medical Sciences* 2016; 22(4): 630-638.
- Shafiee H, Ebrahimi M. Accurate Prediction of Coronary Artery Disease Using Bioinformatics Algorithms. *Qom University of Medical Sciences journal* 2016; 10 (4):22-35.
- Nouri R, Ali D, Ali A. Quality of Life in Patients with Hypertension and its Relationship with their Socio-Social Variables in Gonabad. *Journal of Prevention and Health* 2013; 2(4): 31-42.
- Treat-Jacobson DJ, Lindquist R. Exercise, quality of life, and symptoms in men and women five to six years after coronary artery bypass graft surgery. *Journal of Cardiovascular Nursing* 2007; 36:387-97.
- Allahbakhshian A, Hasankhani H, Mohammadi E, Zamanzadeh V, Ghafari S. Second life after angioplasty: a qualitative study. *Journal of Cardiovascular Nursing* 2014; 2(4): 52-63.
- Lauck S, Jonson J, Partner P. Self care behaviour and factors associated with patient outcomes following same day discharge percutaneous coronary intervention. *European Journal of Cardiovascular Nursing* 2009; 8: 190-199.
- Peterson JC, et al. Living with heart disease after angioplasty: a qualitative study of patients who have been successful or unsuccessful in multiple behavior change. *Heart & Lung: The Journal of Acute and Critical Care* 2010; 39: 105-115.
- Bhatnagar P, Wickramasinghe K, Williams J, Rayner M, Townsend N. The epidemiology of cardiovascular disease in the UK 2014. *Heart* 2015; 101(15):1182-9.
- Ebadi A, Moradian T, Feizi F, Asiabi M. Comparison of hospital anxiety and depression among patients with coronary artery disease based on proposed treatment. *Iranian Journal of Critical Care Nursing* 2011; 4: 97-102.
- Kargarfard M, Basati F, Sadeghi M, Rozbehani R, Golabchi A. Effects of a cardiac rehabilitation program on diastolic filling properties and functional capacity in patient with myocardial infarction. *Journal of Isfahan Medical School* 2011; 29(131): 243-252.
- Zare Karizak S, Kashef M, Gaeini AA, Nejatian M. The Comparison of Two Protocol of Interval and Continues Aerobic Training on Level of Concentric Pathologic Hypertrophy and Cardiac Function in Patients after Coronary Artery Bypass Grafting surgery. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport* 2016; 5(9): 9-20.

فعالیت بدنی و کوئرتستین را بر ساختار و عملکرد قلبی بررسی کرده باشد، به دست نیاوردند؛ بنابراین انجام مطالعات بیشتر در این زمینه را می‌طلبد.

نتیجه‌گیری

در کل یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد ۸ هفته تمرینات تناوبی شدید به همراه مکمل کوئرتستین (ترکیبی و جداگانه) باعث بهبود عملکرد بطن چپ (سیستولی و دیاستولی) در مردان مبتلا به فشارخون بالا و CAD پس از PCI می‌شود. در مورد بهبود ابعاد پایان سیستولی و پایان دیاستولی بطن چپ تنها تمرین تناوبی شدید به همراه مکمل کوئرتستین (ترکیبی) می‌تواند مؤثر باشد. برای بهبود این فاکتورها توسط تمرین و مکمل (به صورت جداگانه) مطالعات

13. Badawy, M. A. Al Shammari, F. Aleinati, T. Eldin, M. S. Tarazi, R. & Alfadli, J. Deep sternal wound infection after coronary artery bypass: How to manage? *Asian Cardiovascular and Thoracic Annals* 2014; 22(6): 649-654.
14. Soleimannejad, K. Nouzari, Y. Ahsani, A. Nejatian, M. & Sayehmiri, K. Evaluation of the Effect of Cardiac Rehabilitation on Left Ventricular Diastolic and Systolic Function and Cardiac Chamber Size in Patients Undergoing Percutaneous Coronary Intervention. *Journal of Tehran University Heart Center* 2014; 9(2): 54-8.
15. Fallahi AA, Nejatian M, Sardari A, Piry H. Comparison of Two Rehabilitate Continuous and Interval Incremental Individualized Exercise Training Methods on Some Structural and Functional Factors of Left Ventricle in Heart Patients after Coronary Artery Bypass Graft Surgery (CABG). *Journal of Rehabilitation Medicine* 2017; 6(4): 182-191.
16. Ahmadizad S, Nouri-Habashi A, Rahmani H, Maleki M, Naderi N, Lotfian S, Salimian M. Platelet activation and function in response to high intensity interval exercise and moderate continuous exercise in CABG and PCI patients. *Clinical Hemorheology and Microcirculation* 2016; 64(4):911-919. doi: 10.3233/CH-168010.
17. Guiraud T, Nigam A, Gremeaux V, Meyer P, Juneau M, Bosquet L. High-intensity interval training in cardiac rehabilitation. *Sports Medicine* 2012; 42(7):587-605.
18. Parastesh M, Yousefvand Z, Moghadasi S. Comparison of the effect of moderate-intensity interval training (MICT) and high-intensity interval training (HIIT) on testicular structure, serum level of malondialdehyde and total antioxidant capacity of male diabetic rats. *Daneshvar Medicine* 2019; 27 (141):27-40.
19. Hannan AL, Hing W, Simas V, Climstein M, Coombes JS, Jayasinghe R, Byrnes J, Furness J. High-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training within cardiac rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *Open Access Journal of Sports Medicine* 2018; 9: 1-17.
20. Ribeiro PA, Boidin M, Ju eau M, Nigam A, Gayda M. High-intensity interval training in patients with coronary heart disease: Prescription models and perspectives. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine* 2017; 60(1):50-57.
21. Gayda M, Ribeiro PA, Juneau M, Nigam A. Comparison of Different Forms of Exercise Training in Patients With Cardiac Disease: Where Does High-Intensity Interval Training Fit? *Canadian Journal of Cardiology* 2016; 32(4):485-94.
22. Kazemi T, Nayebifar S, Afzalpour M E. Effects of High Intensity Interval Training and Ginger on Cardiac Structural and Functional Adaptations. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism* 2016; 18 (4):251-259.
23. Suen J, Thomas J, Kranz A, Vun S, Miller M. Effect of Flavonoids on Oxidative Stress and Inflammation in Adults at Risk of Cardiovascular Disease: A Systematic Review. *Healthcare* 2016; 4(3).
24. Ramezani A, Moonikh K. Effect of Quercetin Supplementation on Oxidative Stress and Exhaustion in Male Soccer Players. *Journal of Medicinal Plants* 2017; 2 (62):136-144.
25. Rahmani F, Asar N, Najafizadeh P, Mousavi S Z, Rastegar T. Cardioprotective effects of quercetin on doxorubicin induced cardiotoxicity in male rats. *Medical Sciences* 2018; 28 (1):24-30.
26. Chekalina NI, Shut SV, Trybrat TA, Burmak YH, Petrov YY, Manusha YI, Kazakov YM. Effect of quercetin on parameters of central hemodynamics and myocardial ischemia in patients with stable coronary heart disease. *Wiadomości lekarskie* 2017; 70(4): 707-711.
27. Garelnabi M, Mahini H, Wilson T. Quercetin intake with exercise modulates lipoprotein metabolism and reduces atherosclerosis plaque formation. *International Society of Sports Nutrition* 2014; 11: 22.
28. Chrysohoou C, Angelis A, Tsitsinakis G, Spetsioti S, Nasis I, Tsiachris D and et al. Cardiovascular effects of high-intensity interval aerobic training combined with strength exercise in patients with chronic heart failure. A randomized phase III clinical trial. *International Journal of Cardiology* 2015; 179: 269-74.
29. Storer TW, Davis JA, and Caozzo VJ. Accurate prediction of Vo2max in cycle ergometry. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 1990; 22: 704-712.
30. Sadeghi, M. Garakyaraghi, M. Khosravi, M. Taghavi, M. Sarrafzadegan, N. & Roohafza, H. The impacts of cardiac rehabilitation program on echocardiographic parameters in coronary artery disease patients with left ventricular dysfunction. *Cardiology Research and Practice* 2013; 15(2): 1112-1121.
31. Ehsani A A, Martin W H, Heath G W, Coyle E F. Cardiac effects of prolonged and intense exercise training in patients with

- coronary artery disease. *The American Journal of Cardiology* 1982; 50: 246-254.
32. Hirshleifer J, Crawford M, O'Rourke RA, Karliner JS. Influence of acute alterations of heart rate and systemic atrial pressure on echocardiographic measures of left ventricular performance in normal human subjects. *Circulation* 1975; 52: 835-41.
 33. Ellingsen Ø, Halle M, Conraads VM, Støylen A, Dalen H, Delagardelle C, Larsen AI, Hole T, Mezzani A, Van Craenenbroeck EM, Videm V. High intensity interval training in heart failure patients with reduced ejection fraction. *Circulation* 2017; 12: 116.
 34. Cassidy S, Thoma C, Hallsworth K, Parikh J, Hollingsworth KG, Taylor R, Jakovljevic DG, Trenell MI. High intensity intermittent exercise improves cardiac structure and function and reduces liver fat in patients with type 2 diabetes: a randomised controlled trial. *Diabetologia* 2016; 59(1):56-66.
 35. Yu CM, Li LS, Lam MF, Siu DC, Miu RK, Lau CP. 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 randomised controlled study. *American Heart Journal* 2004; 147: 11-18.
 36. Bahreman, M. Salehi, N. Rai, A. Rezaee, M. & Raesei, A. A. Cardiac rehabilitation program with high intensity aerobic exercise can reverse diastolic impairment in patients undergoing coronary artery bypass surgery. *Galen Medical Journal* 2014; 3(2): 102-108.
 37. Voutilainens S, Jupari M, Hippelainen M, Karppinen K, Ventila M, Heikkila J. Factors influencing Doppler indexes of left ventricular filling in healthy persons. *American Journal of Cardiology* 1991; 68(6): 653-9.
 38. Galderisi M, Benjamin EJ, Evans JC, D'Agostino RB, Fuller DL, Lehman B, Levy D. Impact of heart rate and PR interval on Doppler indexes of left ventricular diastolic filling in an elderly cohort (the Framingham Heart Study). *American Journal of Cardiology* 1993; 72: 1183-1187.
 39. Xu X, Zhao W, Lao S, Wilson BS, Erikson JM, Zhang JQ. Effects of exercise and l-arginine on ventricular remodeling and oxidative stress. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2010; 346-354.
 40. Kondratiuk VE1, Synytsia YP1. Effect of quercetin on the echocardiographic parameters of left ventricular diastolic function in patients with gout and essential hypertension. *Wiadomości lekarskie* 2018; 71(8): 1554-1559.
 41. Yan L, Zhang JD, Wang B, Lv YJ, Jiang H, et al. Quercetin Inhibits Left Ventricular Hypertrophy in Spontaneously Hypertensive Rats and Inhibits Angiotensin II-Induced H9C2 Cells Hypertrophy by Enhancing PPAR-c Expression and Suppressing AP-1 Activity. *Plos One* 2013; 8(9): 1-14.
 42. Fakhrzadeh H, Sharifi F. Cardiovascular diseases in the elderly. *Journal of Gorgan University of Medical Sciences* 2012; 14 (3):1-9.

Daneshvar
Medicine

*Scientific-Research
Journal of Shahed
University
27th Year, No.144
December 2019-
January 2020*

Received: 22/09/2019

Last revised: 30/11/2019

Accepted: 08/12/2019

The effect of high-intensity interval training (HIIT) and quercetin supplementation on dimension and functional left ventricular adaptations in men with hypertension and CAD after PCI

Majid Kashef¹, Khalil Mahmoudi¹, Mojtaba Salehpour¹, Khalilullah Moonikh^{1*}

1. Sport Sciences Faculty, Shahid Rajaei Teacher Training University, Tehran, Iran.
2. Department of Cardiology, Zanzan University of Medical Sciences, Zanzan, Iran.

* Corresponding author e-mail: kh.moonikh@srttu.edu

Abstract

Objective: The present study investigated the effects of 10-week High Intensity Interval Training (HIIT) and quercetin consumption on dimension and functional left ventricular adaptations in men with hypertension and coronary artery disease (CAD) after percutaneous coronary intervention (PCI).

Materials and Methods: In this semi-experimental randomized, placebo-controlled and double-blind study, 34 men with hypertension and CAD after PCI aged 40-60 years were randomly divided into 3 groups of quercetin (n=11), HIIT+quercetin (n=12) and HIIT+placebo (n=11), were followed for 8 weeks of HIIT (30 seconds of activity and 30 seconds of rest) and quercetin consumption (250 mg of quercetin supplement or placebo pills daily). Echocardiography was used to investigate morphological factors such as Left Ventricle Diastolic Diameter (LVDD), Left Ventricle Systolic Diameter (LVSD), Ejection Fraction (EF) and left ventricular diastolic function(E/A). Data were analyzed using paired t test and one way ANOVA at a significant level of 0.05.

Results: Systolic and diastolic Left Ventricular Dimensions (LVDs and LVDd) increased in the HIIT+quercetin ($p<0.05$) and Left ventricular systolic and diastolic function increased in the HIIT+quercetin and in the HIIT+ placebo and quercetin group ($p<0.05$) with no significant difference between the groups regarding these variables ($p>0.05$).

Conclusion: HIIT with quercetin supplementation can improve the dimensions and function of the left ventricle in men with hypertension and CAD after PCI, whereas separate use of exercise and quercetin increases ventricular function without affecting the dimensions of the left ventricle.

Keywords: High-intensity interval training, Quercetin, Left ventricular dimensions, Left ventricular function