

Original article

The Effect of High-intensity Interval Training (HIIT) with Short Intervals and Inactive Recovery on Cardiorespiratory Fitness and Health-related Quality of Life in Men with Hypertension and CAD after Percutaneous Coronary Intervention (PCI)

Khalilollah Moonikh^{1*}
Mehdi reza Golizadeh²
Khalil Mahmoodi³
Majid Kashef⁴

- 1- Cardiovascular exercise physiologist (PhD), Zanjan, Iran
- 2- Islamic Azad University, Zanjan, Iran
- 3- Department of Cardiology, Faculty of Medicine, Zanjan University of Medical Sciences, Zanjan, Iran
- 4- Department of Exercise Physiology, Faculty of Sports Sciences, Shahid Rajaei Teacher Training University, Tehran, Iran

*Corresponding author: Khalilollah Moonikh,
Cardiovascular exercise physiologist (PhD),
Zanjan, Iran

Email: kh.moonikh@gmail.com

Received: 13 March 2023

Accepted: 29 July 2023

ABSTRACT

Introduction and purpose: In patients with coronary artery disease (CAD), quality of life and functional capacity decline. In CAD patients, studies have shown that high-intensity interval training (HIIT) is superior to conventional moderate to-high intensity continuous training (MICT) for improving functional capacity. Mental health is as important as physical health, but few studies have examined the effects of HIIT on quality of life. The aim of this study was to investigate the effect of high-intensity interval training (HIIT) with short intervals and inactive recovery on cardiorespiratory fitness and health-related quality of life in cardiac patients after angioplasty.

Methods: This study is a randomized clinical trial (RCT). twenty-four available male patients with hypertension and CAD after angioplasty were randomly divided into 2 equal groups of 12 subjects, including an experimental group and a control group. The experimental group performed a HIIT protocol with short intervals and inactive recovery for eight weeks, with three sessions per week (30 seconds of activity and 30 seconds of rest), while the control group received no treatment. Research instruments, including the Storer-Davis test, the Bruce test, and the SF-36 questionnaire, were administered to patients in the two groups before and after the test. Data were analyzed using ANCOVA and T-test for paired samples.

Results: After 8 weeks of HIIT with short intervals and inactive recovery, the results of the study indicate a significant increase in VO₂peak (P=0.002) and improvement in all areas of patients' quality of life (P ≤ 0.05).

Conclusion: The results indicate that HIIT with short intervals and inactive recovery has the potential to improve VO₂peak and all domains of quality of life in cardiac patients after PCI.

Keywords: Angioplasty, Coronary Artery Disease, High-intensity interval training, Quality of life, VO₂peak

► **Citation:** Moonikh KH, Golizadeh MR, Mahmoodi KH, Kashef M. The Effect of High-intensity Interval Training (HIIT) with Short Intervals and Inactive Recovery on Cardiorespiratory Fitness and Health-related Quality of Life in Men with Hypertension and CAD after Percutaneous Coronary Intervention (PCI). Journal of Health Research in Community. Autumn 2023;9(3): 48-60.

مقاله پژوهشی

تأثیر تمرین تناوبی شدید با تناوب‌های کوتاه و ریکاوری غیرفعال بر آمادگی قلبی-تنفسی و کیفیت زندگی وابسته به سلامتی مردان مبتلا به پرفشاری خونی و تنگی عروق کرونر پس از مداخله‌ی کرونری از راه پوست

چکیده

دکتر خلیل‌اله مُنیخ^{۱*}دکتر مهدی رضا قلی زاده^۲دکتر خلیل محمودی^۳دکتر مجید کاشف^۴

مقدمه و هدف: کیفیت زندگی و ظرفیت عملکردی در بیماران عروق کرونر کاهش می‌یابد. بر اساس نتایج مطالعات، تمرین تناوبی شدید در بهبود ظرفیت عملکردی نسبت به تمرین تداومی با شدت متوسط برتری دارد. سلامت روان به همان اندازه‌ی سلامت جسمانی مهم است؛ با این حال، مطالعات بسیار اندکی تأثیر تمرین تناوبی شدید را بر کیفیت زندگی بررسی کرده‌اند. مطالعه‌ی حاضر با هدف بررسی تأثیر تمرین تناوبی شدید با تناوب‌های کوتاه و ریکاوری غیرفعال بر آمادگی قلبی-تنفسی و کیفیت زندگی وابسته به سلامتی بیماران قلبی بعد از آنژیوپلاستی انجام گرفت.

روش کار: این مطالعه از نوع کارآزمایی بالینی تصادفی شده است. تعداد ۲۴ بیمار مرد مبتلا به پرفشاری خونی و تنگی عروق کرونر پس از آنژیوپلاستی به‌روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب و به‌صورت تصادفی، به دو گروه مساوی ۱۲ نفره، شامل یک گروه تجربی و یک گروه کنترل تقسیم شدند. گروه تجربی به مدت هشت هفته و سه جلسه در هفته، پروتکل تمرین تناوبی شدید با تناوب‌های کوتاه و ریکاوری غیرفعال را اجرا کرد (۳۰ ثانیه فعالیت و ۳۰ ثانیه استراحت) و در گروه کنترل هیچ مداخله‌ای صورت نگرفت. هر دو گروه آزمون استورردیویس، آزمون بورس و پرسش‌نامه‌ی کیفیت زندگی SF-۳۶ را قبل و بعد از مداخله تکمیل کردند. داده‌ها با استفاده از آزمون ANCOVA و تی وابسته تجزیه و تحلیل شدند ($P > 0/05$).

یافته‌ها: پس از هشت هفته تمرین تناوبی شدید به‌شیوه‌ی تناوب‌های کوتاه و ریکاوری غیرفعال، نتایج پژوهش گویای افزایش معنی‌دار اکسیژن مصرفی اوج ($P = 0/002$) و بهبود تمامی شاخص‌های کیفیت زندگی بیماران است ($P \geq 0/05$).

نتیجه‌گیری: نتایج حاکی از آن است که تمرین تناوبی شدید به‌شیوه‌ی تناوب‌های کوتاه و ریکاوری غیرفعال، پتانسیل بالقوه‌ای برای بهبود وضعیت اکسیژن مصرفی اوج و تمامی شاخص‌های کیفیت زندگی بیماران قلبی بعد از آنژیوپلاستی دارد.

کلمات کلیدی: تمرینات تناوبی شدید، اکسیژن مصرفی اوج، کیفیت زندگی، بیماری شریان کرونر، آنژیوپلاستی

۱. دکترای تخصصی فیزیولوژی ورزشی قلب و عروق و تنفس، دبیر آموزش و پرورش و مدرس دانشگاه فرهنگیان، زنجان، ایران
۲. استادیار، گروه تربیت بدنی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد زنجان
۳. دانشیار، گروه قلب و عروق، دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی زنجان، زنجان، ایران
۴. استاد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده‌ی تربیت بدنی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران

* نویسنده مسئول: خلیل‌اله مُنیخ، دبیر آموزش و پرورش و مدرس دانشگاه فرهنگیان، زنجان، ایران

Email: kh.moonikh@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۰۷

◀ **استناد:** منیخ، خلیل‌اله؛ قلی زاده، مهدی رضا؛ محمودی، خلیل؛ کاشف، مجید. تأثیر تمرین تناوبی شدید با تناوب‌های کوتاه و ریکاوری غیرفعال بر آمادگی

قلبی-تنفسی و کیفیت زندگی وابسته به سلامتی مردان مبتلا به پرفشاری خونی و تنگی عروق کرونر پس از مداخله‌ی کرونری از راه پوست. مجله تحقیقات سلامت در جامعه، پاییز ۱۴۰۲؛ ۹(۳): ۶۰-۴۸.

مقدمه

کیفیت زندگی (عاملی ذاتی و چندبعدی و متأثر از وضعیت های جسمانی و روانی) و آمادگی قلبی-تنفسی به‌عنوان

پیشگویی کننده های دقیق مرگومیر به طور درخور توجهی بعد از بروز بیماری های قلبی کاهش می یابند [۱، ۲]. پیشرفت های چشمگیر در تکنولوژی پزشکی و درمان ها، از قبیل جراحی بای پس عروق کرونر (CABG) و آنژیوپلاستی کرونری از راه پوست (PCI) نمی توانند کاهش کیفیت زندگی و ظرفیت ورزشی را در بیماران ارتقا دهند؛ از این رو، هدف اصلی و عمده ی مراکز بهداشتی و بازتوانی قلبی بهبود و ارتقای این دو شاخص مهم است [۲-۴]. این در حالی است که بعد از آنژیوپلاستی، بیماران اغلب فعالیتی ندارند و برنامه ی بازتوانی ورزشی برای آنها اجرا نمی شود [۵].

شواهد نشان می دهند که برنامه های توان بخشی قلبی مبتنی بر تمرینات ورزشی بعد از رخداد حوادث قلبی عروقی تأثیر مهمی بر کاهش میزان مرگ و میر، افزایش آمادگی قلبی-تنفسی و بهبود شرایط و کیفیت زندگی در این بیماران دارد [۲، ۶، ۷]. توان بخشی قلبی مبتنی بر فعالیت ورزشی روشی سیستماتیک شامل تمرینات ورزشی و درمان عوامل خطر ساز به همراه ارزیابی و کنترل منظم بیماران قلبی است [۸]. در برنامه ی توان بخشی بیماران قلبی عروقی، دیدگاه کلی و مرسوم استفاده از فعالیت های تداومی با شدت کم تا متوسط است که علیرغم مزایای زیاد، پایداری بیماران به این نوع تمرینات نسبتاً کم است؛ با این حال، به تازگی در میان راهبردهای مختلف توان بخشی، به تمرینات تناوبی شدید (HIIT) به عنوان روشی مؤثرتر و ایمن، به طور چشمگیری در دنیای علم توجه شده است و محبوبیت آن به عنوان روشی تمرینی با زمان کارآمد در جمعیت عمومی افزایش یافته است [۲، ۹، ۱۰].

تمرینات تناوبی شدید ترکیبی از دوره های پر شدت هوازی به همراه دوره های ریکاوری غیرفعال یا فعال با شدت پایین یا متوسط است [۲]. تمرینات تناوبی شدید نه تنها نسبت به تمرینات تداومی سنتی در بازتوانی قلبی بیماران مؤثرتر بوده است، بلکه از طرف بیماران قلبی عروقی پذیرش بیشتری دارد و ایمنتر، تحمل شدنی تر و لذت بخش تر از تمرینات تداومی سنتی گزارش شده

است، طوری که پایداری به تمرین در HIIT بیشتر است [۲، ۸، ۹، ۱۱]. بر اساس متون مرتبط، پروتکل های تمرین تناوبی شدید به سه دسته تقسیم می شوند: ۱. اینتروال طولانی: ۳ تا ۱۵ دقیقه با شدت ۸۵ تا ۹۰ درصد VO_{2max} ؛ ۲. اینتروال متوسط: ۱ تا ۳ دقیقه با شدت ۹۵ تا ۱۰۰ درصد VO_{2max} ؛ ۳. اینتروال کوتاه: ۱۰ ثانیه تا ۱ دقیقه با شدت ۱۰۰ تا ۱۲۰ درصد VO_{2max} [۱۲، ۱۳]. از این بین، تمرینات تناوبی شدید از نوع اینتروال کوتاه با ریکاوری غیرفعال (با تناوب های ۱۵ تا ۳۰ ثانیه ای) از طرف بیماران قلبی عروقی پذیرش بیشتری دارد و در بیماران قلبی عروقی، ایمن تر، لذت بخش تر و تحمل پذیرتر از انواع دیگر (تمرینات تناوبی کوتاه مدت با ریکاوری فعال، اینتروال متوسط، اینتروال طولانی و تمرین تداومی سنتی) گزارش شده است، به طوری که بیماران قلبی و عروقی در این نوع پروتکل (اینتروال کوتاه با ریکاوری غیرفعال) مسافت بیشتری را با شدت بالا و با درد و مشکلات جسمی کمتری طی می کنند [۹، ۱۳، ۱۴]. به این ترتیب، این نوع پروتکل می تواند مشارکت بیماران در برنامه های بازتوانی قلبی را افزایش دهد و بیماران را قادر سازد که در دوره ی نسبتاً کوتاهی به سطح نسبتاً بالایی از ظرفیت ورزشی برسند و عادت ورزش کردن را در زندگی روزمره ی خود حفظ کنند؛ بنابراین، به تازگی توصیه می شود برای بازتوانی ورزشی در بیماران قلبی با ریسک بالا، آمادگی پایین و بیمارانی که ورزشکار نیستند و در فاز دوم بازتوانی قلبی (توان بخشی قلبی از طریق ورزش) هستند، از این نوع پروتکل استفاده شود. در حالی که انواع دیگر برای فاز نگهداری (فاز سوم) و بیماران با ریسک پایین و آمادگی بدنی بالا توصیه می شود [۹-۱۳، ۱۴]. این در حالی است که در متون مرتبطی که اثر تمرین HIIT را در بیماران قلبی و عروقی بررسی کرده اند، غالباً از پروتکل های تمرین HIIT با تناوب های متوسط تا طولانی مدت استفاده کرده اند (مدل های به اصطلاح اسکاندیناوی تمرینات تناوبی شدید) و پایداری بیماران قلبی در این نوع پروتکل ها پایین گزارش شده است [۹].

روش کار

این مطالعه از نوع کارآزمایی بالینی، با طرح پیش آزمون و پس آزمون و با گروه کنترل بود که در کمیته اخلاق پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی کشور با کد اخلاق IR.SSRI. REC.1397.373 در سال ۱۳۹۷ تأیید شده است. جامعه آماری مطالعه حاضر تمام افراد مبتلا به پرفشاری خونی و تنگی عروق کرونر بعد از عمل آنژیوپلاستی بود و جامعه در دسترس شامل تمام بیماران پس از آنژیوپلاستی بود که مبتلا به فشار خون بالا و تنگی عروق کرونر بودند و در بیمارستان بهمن زنجان تحت عمل آنژیوپلاستی قرار گرفته بودند و به کلینیک بازتوانی این بیمارستان مراجعه کرده بودند. از بین افراد جامعه در دسترس، ۲۴ مرد به صورت نمونه گیری در دسترس و مبتنی بر معیارهای ورود و خروج انتخاب شدند (جدول ۱).

شرایط ورود به مطالعه عبارت بودند از: ۱. گذشت حداقل چهار و حداکثر هشت هفته از انجام آنژیوپلاستی؛ ۲. فقط استنت دارویی؛ ۳. جنس مرد و دامنه سنی ۴۵ تا ۶۰ سال؛ ۴. غیرفعال و غیرورزشکار بودن؛ ۵. نداشتن مشکلات انعقادی و بیماری های جانبی دیگر؛ ۶. مبتلا به پرفشاری خون (فشار خون سیستولی ۱۳۵ تا ۱۴۵ میلی متر جیوه)؛ ۷. هائپرتروفی مرضی قلبی از نوع کانستریک

با وجود مطالعه های متعدد درباره ی بررسی اثر پروتکل های تمرین تناوبی شدید با تناوب های کوتاه و ریکاوری غیرفعال بر میزان پایداری و پذیرش بیماران قلبی، هنوز اثربخشی این نوع پروتکل های تمرین تناوبی شدید در بیماران قلبی-عروقی به طور دقیق مشخص نشده است و مطالعات در این زمینه بسیار اندک است. با توجه به موارد فوق، این سؤال مطرح می شود که آیا این نوع پروتکل تمرین تناوبی شدید علاوه بر قابلیت بالای مشارکت و پایداری بیماران قلبی و همچنین ایمن، تحمل پذیر و لذت بخش بودن، اثربخشی بالایی نیز دارد یا خیر؟ در متاآنالیز Ballesta و همکاران (۲۰۱۹)، این نوع پروتکل ها به اندازه ی دیگر پروتکل های تمرین تناوبی شدید باعث افزایش اکسیژن مصرفی اوج در بیماران مبتلا به بیماری عروق کرونری (CAD) شده است و در مقابل، در بیماران مبتلا به نارسایی قلبی (HF)، تأثیری بر اکسیژن مصرفی اوج نداشت [۱۲]. مطالعه ای که تمرین تناوبی شدید با تناوب های کوتاه و ریکاوری غیرفعال (۳۰ در ۳۰ ثانیه) را بر کیفیت زندگی بیماران مبتلا به تنگی عروق کرونر پس از آنژیوپلاستی بررسی کند، یافت نشد؛ بنابراین، هدف از مطالعه حاضر بررسی اثربخشی تمرین تناوبی شدید با تناوب های کوتاه و ریکاوری غیرفعال بر آمادگی قلبی-تنفسی و کیفیت زندگی وابسته به سلامتی در بیماران قلبی پس از PCI بود.

جدول ۱: شرح کامل پروتکل تمرین تناوبی شدید (دو هفته دوره ی آماده سازی و هشت هفته دوره ی مداخله ی اصلی)

هفته ها	مدت گرم کردن (دقیقه)	مدت فعالیت (کار) (درصد اوج بار فعالیت)	مدت ریکاوری (ثانیه)	(درصد اوج بار کار) ریکاوری	سرعت رکاب زدن (دور در دقیقه)	مدت پروتکل (دقیقه)	مدت سرد کردن (دقیقه)	مدت کل فعالیت (دقیقه)
اول و دوم (دوره ی آماده سازی)	۱۰	۳۰ دقیقه تمرین تداومی	--	--	۵۰-۶۰	۳۰	۵	۴۵
سوم و چهارم	۱۰	۳۰ ثانیه	۳۰ ثانیه	استراحت غیرفعال	۵۰-۶۰	۳۰	۵	۴۵
پنجم و ششم	۱۰	۳۰ ثانیه	۳۰ ثانیه	استراحت غیرفعال	۵۰-۶۰	۳۰	۵	۴۵
هفتم و هشتم	۱۰	۳۰ ثانیه	۳۰ ثانیه	استراحت غیرفعال	۵۰-۶۰	۳۰	۵	۴۵
نهم و دهم	۱۰	۳۰ ثانیه	۳۰ ثانیه	۱۰	۵۰-۶۰	۳۰	۵	۴۵

(نسبت توده‌ی بطنی به سطح رویه‌ی بدنی بیشتر از 116 gr/m^2 و نسبت ضخامت دیواره به ابعاد پایان دیاستولی بیشتر از 0.42)؛ ۸. قرار گرفتن در طبقه‌ی سطح پایین خطر (سطح خطر پایین قلبی بر اساس اطلاعات موجود در پرونده‌ی پزشکی تشخیص داده شد که شامل سن، ظرفیت عملکردی < 7 مت، شدت بیماری و بیماری‌های هم‌زمان، تغییرات ضربان قلب و ECG در حالت استراحت و هنگام تست ورزش بود)؛ ۹. مصرف داروهای مشابه؛ ۱۰. تمایل به شرکت در مطالعه.

معیارهای خروج بیماران نیز عبارت بودند از: ۱. تغییر در هر کدام از معیارهای ورود؛ ۲. پایبند نبودن بیماران به پروتکل ورزشی؛ ۳. داشتن فعالیت ورزشی بیرون از مرکز توان بخشی؛ ۴. تغییر وضعیت سلامتی و تغییر غیرعادی برنامه‌ی دارویی؛ ۵. داشتن سابقه‌ی نارسایی کلیوی، انفارکتوس قلبی یا جراحی دریچه‌ی قلبی، دچار بودن به تنگی آئورت، داشتن کاردیومیوپاتی متسع شده و EF زیر ۳۰ درصد، بروز مکرر PVC در تمرین یا بروز و ظهور AF؛ ۶. ترک جلسات تمرین بیش از یک هفته یا بیش از سه جلسه‌ی پراکنده؛ ۷. داشتن محدودیت حرکتی. این اطلاعات از طریق مشاهده، معاینه، پرسش‌نامه، تست گیری، پرونده‌ی پزشکی و مصاحبه از بیماران جمع آوری شد.

شایان ذکر است که به دلیل در دسترس نبودن به یک‌باره‌ی تمام آزمودنی‌ها با معیارهای مدنظر، نمونه گیری در دو نوبت و به صورت هر دو ماه یک بار و هر بار ۱۲ نفر به روش نمونه‌گیری در دسترس و مبتنی بر معیارهای ورود و خروج انجام شد و در هر نوبت، افراد پس از همسان‌سازی در دو گروه شش‌نفره (تمرین تناوبی شدید و کنترل) قرار گرفتند. به‌طوری که در پایان دوره‌ی کلی پژوهش، کل نمونه‌های لازم در دو گروه جمع آوری شد (۲۴ نفر در قالب دو گروه ۱۲ نفره). لازم است ذکر کنیم که یک نفر از آزمودنی‌ها در گروه تمرین در پس آزمون شرکت نکرد و پژوهش با ۲۳ آزمودنی به پایان رسید. در هر بار نمونه‌گیری، پس از اخذ رضایت‌نامه‌ی کتبی از آزمودنی‌ها، مراحل پژوهش برای

آنها توضیح داده شد. حجم نمونه بر اساس تحقیقات مرتبط قلبی تعیین شد [۴، ۷].

تمام آزمودنی‌ها (در هر دو گروه) قبل از شروع مداخله‌ی هشت‌هفت‌ه‌ای، در یک دوره‌ی دوهفته‌ای، ضمن آشناسدن با نحوه‌ی انجام تمرینات 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 دوره‌ی آماده‌سازی دوهفته‌ای و ۴۸ ساعت قبل از اولین جلسه‌ی مداخله، قد، وزن، فشار خون استراحتی، درصد چربی بدن، بار کار اوج، اکسیژن مصرفی اوج و میزان کیفیت زندگی آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. قد و وزن آزمودنی‌ها به ترتیب با استفاده از قدسنج و ترازوی مدل SECA ساخت کشور آلمان اندازه‌گیری و سپس؛ شاخص توده‌ی بدنی با استفاده از نسبت وزن (کیلوگرم) به مجذور قد (متر) محاسبه شد. فشار خون بعد از ۲۰ دقیقه قرارگیری ساکن در حالت نشسته با استفاده از دستگاه فشارسنج بازویی دیجیتال مدل Mamiso Set S1۸۰۰ و درصد چربی بدن با استفاده از دستگاه تحلیل گر ترکیب بدن (Inbody) مدل ۳۵۶ X-CONTACT ساخت کروی جنوبی اندازه‌گیری شد. برای تعیین اوج بار کار، از آزمون پیش‌رونده‌ی استورر دیویس با استفاده از دوچرخه‌ی کارسنج مونارک (مدل ۸۳۹E) ساخت کشور سوئد و همچنین، برای محاسبه‌ی اکسیژن مصرفی اوج از آزمون اصلاح‌شده‌ی بروس روی نوارگردان استفاده شد [۷، ۱۵].

برای سنجش کیفیت زندگی آزمودنی‌ها از پرسش‌نامه‌ی (SF-۳۶) استفاده شد که جزء پرسش‌نامه‌های معتبر طراحی شده برای کیفیت زندگی و دارای پشوانه‌ی پژوهشی وسیع در سطح بین‌المللی است و جزء ابزارهای جامع و رایج استاندارد عمومی سازمان بهداشت جهانی محسوب می‌شود [۱۶]. هدف این پرسش‌نامه ارزیابی حالت سلامت از هر دو نظر وضعیت جسمانی و روانی است که به وسیله‌ی ترکیب نمرات هشت‌گانه تشکیل دهنده‌ی سلامت به دست می‌آید. پرسش‌نامه‌ی SF-۳۶ دارای ۳۶ سؤال

آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد. محاسبات آماری از طریق نرم افزار SPSS-۱۶ انجام شد و سطح معنی داری آزمون ها کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد ($P < ۰/۰۵$).

یافته ها

جدول ۲ نشان دهنده ی برخی از ویژگی های دو گروه همگن تحقیق است. بین هیچ یک از ویژگی های اولیه ی بیماران در دو گروه (تجربی و کنترل) تفاوت معنی داری وجود ندارد ($P > ۰/۰۵$).

میانگین نمرات اکسیژن مصرفی اوج و شاخص های هشت گانه ی کیفیت زندگی بیماران و مقادیر نرمال جامعه در جدول ۳ نمایش داده شده است [۱۷]. همان طور که در جدول مشاهده می شود، قبل از مداخله، نمرات بیماران در تمامی شاخص های کیفیت زندگی کمتر از افراد جامعه بود ($P < ۰/۰۵$) و پس از هشت هفته تمرین تناوبی شدید با تناوب های کوتاه و ریکاوری غیرفعال، بهبود معنی داری در تمامی شاخص های کیفیت زندگی بیماران، از جمله عملکرد جسمانی (در مقایسه با پیش آزمون $P = ۰/۰۳۲$ و گروه کنترل $P = ۰/۰۰۱$)، محدودیت جسمی (در مقایسه با پیش آزمون $P = ۰/۰۰۲$ و گروه کنترل $P = ۰/۰۰۱$)، محدودیت روانی (در مقایسه با پیش آزمون $P = ۰/۰۰۲$ و گروه کنترل $P = ۰/۰۰۱$)، سرزندگی و نشاط (در مقایسه با پیش آزمون $P = ۰/۰۰۱$ و گروه کنترل $P = ۰/۰۰۲$)

جدول ۲: میانگین $\pm$ انحراف معیار ویژگی های پایه ی آزمودنی ها

متغیر گروه	تجربی تعداد=۱۱	کنترل تعداد=۱۲	p-value
سن (سال)	۵۶/۰۰ $\pm$ ۴/۳۸	۵۶/۲۳ $\pm$ ۴/۱۷	۰/۷۵۰
قد (سانتی متر)	۱۷۰/۶۰ $\pm$ ۳/۸۳	۱۷۱/۳۰ $\pm$ ۳/۸۳	۰/۶۵۶
وزن (کیلوگرم)	۷۷/۳۲ $\pm$ ۷/۱۲	۷۶/۸۴ $\pm$ ۹/۶۲	۰/۷۴۷
شاخص توده ی بدن (متر مربع/کیلوگرم)	۲۶/۵۶ $\pm$ ۲/۱۶	۲۶/۱۸ $\pm$ ۴/۱۱	۰/۹۷۶

است که هشت حیطه ی مختلف را ارزیابی می کند. این هشت حیطه شامل سلامت عمومی، عملکرد جسمانی، محدودیت ایفای نقش به دلایل جسمانی، محدودیت ایفای نقش به دلایل عاطفی، درد بدنی، عملکرد اجتماعی، سرزندگی یا نشاط و سلامت روانی است. امتیازدهی پرسش نامه در هر بخش بین محدوده ی صفر تا ۱۰۰ متغیر است که صفر بدترین و ۱۰۰ بهترین وضعیت را در مقیاس مدنظر گزارش می کند و نمرات بیشتر نشان دهنده ی کیفیت زندگی بهتر است [۱۷]. این پرسش نامه را منتظری و همکاران به فارسی ترجمه و برای جمعیت ایران استانداردسازی کرده اند و پایایی و روایی نسخه ی فارسی این پرسش نامه در ایران تأیید شده است [۱۷].

آزمودنی های گروه تجربی پروتکل تمرین تناوبی شدید با تناوب های کوتاه و استراحت غیرفعال را به مدت هشت هفته و هر هفته، سه جلسه بر روی چرخ کارسنج و در دوره های ۳۰ ثانیه ای فعالیت و به دنبال آن، ۳۰ ثانیه ریکاوری غیرفعال با توجه به جدول زیر اجرا کردند [۹]. همچنین، در مدت شش هفته اجرای پروتکل تمرینی، آزمودنی های گروه کنترل هیچ گونه فعالیت منظم ورزشی نداشتند و برای حفظ اصول اخلاقی، بعد از اتمام دوره ی مداخله، برای اجرای دوره ی معمول بازتوانی خود به مرکز بازتوانی قلبی دعوت شدند. از تمام آزمودنی ها خواسته شد تا روند تغذیه و فعالیت بدنی معمول خود را تا انتهای مطالعه بدون تغییر ادامه دهند.

۴۸ ساعت پس از پایان آخرین جلسه ی تمرینی هفته هشتم، به منظور جمع آوری داده های مربوط به پس آزمون، میزان کیفیت زندگی و اکسیژن مصرفی اوج تمام نمونه ها مانند مرحله ی پیش آزمون، دوباره اندازه گیری و محاسبه شد. از آمار توصیفی برای محاسبه ی میانگین ها و واریانس ها استفاده شد. پس از مشخص شدن طبیعی بودن توزیع داده ها از طریق آزمون شاپیرووویلک، برای بررسی تغییرات درون گروهی از آزمون تی وابسته و برای مقایسه داده ها و مشخص کردن معنی دار بودن تفاوت های دو گروه، از

جدول ۳: مقایسه‌ی تغییرات درون گروهی و بین گروهی نمرات در ابعاد هشت‌گانه‌ی کیفیت زندگی و اکسیژن مصرفی اوج

آمادگی قلبی ریوی						
متغیر	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	P درون گروهی	P اختلاف میانگین‌ها	P بین گروهی
VO ₂ peak (میلیلیتر / کیلوگرم / دقیقه)	تجربی	۲۳/۹±۵/۶	۲۸/۷۸±۴/۸	*۰/۰۰۲	+۴/۸۸	*۰/۰۱۱
	کنترل	۲۴/۶±۵/۹	۲۴/۸±۶/۵	۰/۵۴۱	+۰/۲	
ابعاد کیفیت زندگی بر اساس معیار SF-۳۶						
متغیر	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	P درون گروهی	P بین گروهی	
عملکرد جسمانی (PF)	تجربی	۴۹/۳۸±۱۴/۱۸	۶۳/۱۳±۱۲/۲۸	*۰/۰۳۲	*۰/۰۰۱	نرمال جامعه ۷۵/۱±۲۳/۴
	کنترل	۴۸/۰۵±۱۲/۳۳	۴۸/۰۰±۹/۸۱	۰/۱۵۲		
محدودیت جسمی (RP)	تجربی	۴۱/۲۵±۱۸/۰۳	۵۶/۳۷±۱۶/۳	*۰/۰۰۲	*۰/۰۰۱	۵۶/۴±۴۰/۶
	کنترل	۴۲/۷۳±۱۶/۴۶	۴۴/۱۶±۱۴/۳	۰/۵۹۳		
محدودیت روانی (RE)	تجربی	۴۵/۴۶±۲۰/۴۶	۵۸/۷۷±۲۲/۵۹	*۰/۰۰۲	*۰/۰۰۵	۵۹/۱±۴۳/۳
	کنترل	۴۰/۳۹±۱۹/۴۳	۳۷/۵۷±۱۷/۰۶	۰/۳۶		
سرزندگی و نشاط (VT)	تجربی	۴۲/۳۷±۹/۳۴	۶۰/۲۴±۹/۸۶	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	۶۱/۵±۱۷/۷
	کنترل	۴۵/۳۳±۸/۰۶	۴۱/۹۷±۶/۲۹	۰/۴۷۵		
سلامت روانی (MH)	تجربی	۴۸/۹۶±۱۵/۸۴	۶۲/۰۲±۱۳/۹۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۱۵	۶۳/۷±۱۸/۷
	کنترل	۵۳/۱۲±۱۳/۶۷	۵۱/۵۱±۱۱/۷۷	۰/۴۹۲		
عملکرد اجتماعی (SF)	تجربی	۳۶/۴۱±۱۵/۸۱	۶۲/۰۷±۱۲/۹۹	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۵	۶۹/۰±۲۴/۹
	کنترل	۴۴/۳۴±۱۰/۶۵	۴۵/۲۸±۱۳/۷۷	۰/۳۶۵		
درد جسمانی (BP)	تجربی	۳۵/۶۲±۱۵/۲۶	۵۸/۴۲±۱۶/۵۸	*۰/۰۰۱	*۰/۰۲۷	۷۱/۰±۲۷/۳
	کنترل	۴۱/۹۲±۱۱/۶۶	۴۷/۶۸±۱۳/۹۷	۰/۰۶۱		
سلامت عمومی (GH)	تجربی	۳۵/۲۵±۱۲/۱۹	۵۷/۱۸±۱۲/۹۸	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	۵۸/۶±۲۰
	کنترل	۴۰/۲۳±۸/۳۷	۴۱/۸۳±۹/۲۷	۰/۷۸		

*اختلاف معنی دار ($P < ۰/۰۵$)

بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج مطالعه‌ی حاضر، پس از هشت هفته تمرین تناوبی شدید، اکسیژن مصرفی اوج یا VO₂peak در گروه تمرین نسبت به پیش‌آزمون و گروه کنترل افزایش معنی‌دار یافت. VO₂peak بهترین پیشگویی‌کننده‌ی بقا در بیماران قلبی عروقی شناخته شده است. نشان داده‌اند که VO₂peak رابطه‌ی معکوسی با مرگ‌ومیر ناشی از بیماری‌های قلبی عروقی دارد و فعالیت ورزشی از طریق افزایش VO₂peak، مرگ‌ومیر قلبی را ۱۵ تا ۳۱ درصد

($P = ۰/۰۱۵$)، سلامت روانی (در مقایسه با پیش‌آزمون $P = ۰/۰۱۵$ و گروه کنترل $P = ۰/۰۰۱$)، عملکرد اجتماعی (در مقایسه با پیش‌آزمون $P = ۰/۰۰۱$ و گروه کنترل $P = ۰/۰۰۵$)، درد جسمانی (در مقایسه با پیش‌آزمون $P = ۰/۰۰۱$ و گروه کنترل $P = ۰/۰۲۷$) و سلامت عمومی (در مقایسه با پیش‌آزمون $P = ۰/۰۰۱$ و گروه کنترل $P = ۰/۰۰۱$) مشاهده می‌شود. همچنین، اکسیژن مصرفی اوج نیز پس از هشت هفته مداخله، در گروه تمرین نسبت به پیش‌آزمون ($P = ۰/۰۰۲$) و نسبت به گروه کنترل ($P = ۰/۰۱۱$) افزایش معنی‌داری یافت.

کاهش می دهد [۷، ۹]. در این زمینه، نتایج مطالعه‌ی حاضر هم‌سو با نتایج اکثر مطالعات قبلی است [۱، ۲، ۷، ۱۸-۲۱]. از آن جمله در مطالعه‌ی های کارآزمایی بالینی Liu و همکاران (۲۰۲۲)، Reed و همکاران (۲۰۲۲) و مطالعه‌ی مروری فراتحلیلی Hannan و همکاران (۲۰۱۸) و همچنین، مطالعه‌ی متاآنالیز Wang و همکاران (۲۰۲۲) نشان داده شد که تمرین تناوبی شدید (در محدوده‌ی ۷ تا ۱۲ هفته) باعث افزایش اکسیژن مصرفی اوج در بیماران قلبی می شود و این نوع تمرین نسبت به تمرینات تداومی با شدت متوسط در بهبود اکسیژن مصرفی اوج در بیماران قلبی برتری دارد [۲، ۱۸-۲۰]. Jayo و همکاران (۲۰۲۰) نیز بیان کردند که تمرینات تناوبی با شدت بالا و حجم کم راهبرد تمرینی قدرتمند و کارآمدی برای بهبود آمادگی قلبی-تنفسی در بیماران قلبی است [۲۱].

تناوب های ریکاوری کوتاه در HIIT نیاز بیمار برای انجام فعالیت ورزشی هوازی را بدون نیاز به تولید انرژی توسط دستگاه انرژی گلیکولیتیک و تولید لاکتات فراهم و از اسیدوز طولانی مدت تر جلوگیری می کند [۷]. همچنین، محققانی که مدت زمان کمتری را برای تناوب ها در نظر گرفته اند، بر این عقیده هستند که این نوع تمرینات با اعمال فشار کمتر بر آزمودنی (بر اساس شاخص بورگ) باعث کاهش میزان اکسی هموگلوبین با سرعت کمتری خواهد شد که این امر با سنتز میزان بیشتر فسفوریل کراتین باعث اکسیژن رسانی بهتر به عضلات می شود؛ بنابراین، بیماران می توانند بار کاری با شدت بالا را به راحتی برای دوره ای طولانی تر بدون خطر قلبی-عروقی درخور توجه ی حفظ کنند و به این ترتیب، تمرین تناوبی شدید نسبت به تمرینات تداومی، امکان حفظ ورزش با شدت زیاد را برای دوره های طولانی فراهم می کند [۲۲]. از این رو، تمرین تناوبی شدید محرک تمرینی بزرگ تری ایجاد می کند که باعث بهبود بیشتر در VO_{2peak} می شود [۷]. در مجموع، این بهبود را می توان به خاطر تعامل نزدیک و هم زمانی سازگاری های محیطی (در درون سلول عضله ی اسکلتی)، عصبی (واحدهای حرکتی و CNS) و سازگاری های

قلبی-عروقی دانست؛ بنابراین، با به کارگیری این تمرینات می توان دامنه وسیعی از سازگاری های متابولیکی و عملکردی را انتظار داشت که موجب بهبود در هر دو سیستم هوازی و بی هوازی می شوند [۲۳]. این نتایج بیانگر این موضوع مهم است که تمرینات تناوبی شدید با حجم بسیار کم بدن را دستخوش تغییرات بسیاری می کند که حاکی از کارآمدی و مقرون به صرفه بودن این نوع تمرینات از لحاظ زمانی است. البته برای پاسخ به سؤالاتی از قبیل اینکه «چقدر (ثبات) سازگاری کسب شده در پی این نوع تمرینات حفظ می شود و کدام نوع پروتکل تمرین تناوبی شدید بر دیگر پروتکل های این نوع تمرین برتری دارد؟» به مطالعاتی در آینده است.

ناهم سو با نتایج مطالعه‌ی حاضر، Racil و همکاران بیان کردند که ۱۲ هفته تمرینات تناوبی شدید و کوتاه مدت (سه بار در هفته با شدت ۱۰۰ تا ۱۱۰ درصد حداکثر سرعت هوازی، هشت تکرار ۳۰ ثانیه ای با حداکثر تلاش با چهار دقیقه استراحت)، نتوانست تغییری در وضعیت VO_{2max} کودکان دارای اضافه وزن ایجاد کند؛ با این حال، نتایج مطالعه‌ی حاضر با نتایج مطالعه‌ی Racil و همکاران قیاس پذیر نیست؛ زیرا نوع پروتکل تمرین (هشت تکرار ۳۰ ثانیه ای با ریکاوری چهار دقیقه ای در مقابل ۳۰ تکرار ۳۰ ثانیه ای با ریکاوری ۳۰ ثانیه ای در پژوهش حاضر) و آزمودنی ها در دو مطالعه متفاوت هستند [۲۴]. در مطالعه‌ی Benda و همکاران نیز پس از ۱۲ هفته و هر هفته دو جلسه تمرین تناوبی شدید (۱۰ تکرار یک دقیقه ای فعالیت روی دوچرخه ی کارسنج با ۹۰ درصد حداکثر بار کار و ریکاوری فعال ۲/۵ دقیقه ای با ۳۰ درصد حداکثر بار کار) در بیماران دارای نارسایی قلبی، بهبودی معنی داری (علی رغم افزایش درخور توجه) در اکسیژن مصرفی اوج مشاهده نشد [۲۵]. احتمالاً تغییر نکردن معنی دار اکسیژن مصرفی اوج در مطالعه ی Benda و همکاران، به خاطر تعداد کم جلسات تمرینی در هفته (دو جلسه در هفته) و نوع پروتکل تمرینی مطالعه‌ی آنها باشد. طوری که Ballesta و همکاران در متاآنالیز اخیر خود به

این نتیجه رسیده‌اند که پروتکل های HIIT با ریکاوری های فعال کمتر از ۴۰ درصد اکسیژن مصرفی اوج و پروتکل های با ریکاوری غیرفعال و همچنین، تعداد کمتر از سه جلسه تمرین تناوبی شدید در هفته در بیماران HF، بر اکسیژن مصرفی اوج تأثیری ندارند [۱۲]. دلیل ممکن است این باشد که بازیابی فعال با شدت بیشتر امکان بهینه سازی سنتز فسفوکراتین، اکسیداسیون لاکتات بیشتر و بهینه سازی نئوگلوکوژنز لاکتات را فراهم می کند؛ در حالی که برای بیماران مبتلا به CAD، از نظر آماری، تفاوت معنی داری در مدت زمان فعالیت و ریکاوری، نوع ریکاوری (فعال یا غیرفعال) یا شدت ریکاوری فعال وجود نداشت و تعداد بیشتر از دو جلسه در هفته تمرین تناوبی شدید برای افزایش اکسیژن مصرفی اوج در این بیماران کافی است. در این زمینه تفاوت های بین بیماری ها (HF و CAD) ممکن است به آسیب عضله ی قلبی بیماران HF مربوط باشد که در مقایسه با بیماران مبتلا به CAD که مشکلی در عضله ی قلبی، مخصوصاً بعد از اعمال جراحی برقراری مجدد جریان خون ندارند، به فرکانس و شدت تمرین بیشتری برای دستیابی به بهبودهای مشابه نیاز دارند [۱۲].

یافته ی بعدی مطالعه ی حاضر نشان داد که قبل از شروع مداخله ی هشت هفته ای، در تمامی شاخص های کیفیت زندگی، نمرات بیماران کمتر از افراد جامعه بود. با توجه به نمره گذاری ابعاد مختلف کیفیت زندگی در پرسش نامه ی SF-۳۶ به دو حیطه ی کلی سلامت جسمی و سلامت روانی، مجموع یافته های مطالعه ی حاضر نشان داد که هشت هفته تمرین تناوبی شدید با تناوب های کوتاه و ریکاوی غیرفعال باعث بهبود کیفیت زندگی در هر دو حیطه ی کلی سلامت جسمی و سلامت روانی بیماران قلبی پس از آنژیوپلاستی شد. این نتایج نشان دهنده ی نقش مؤثر پروتکل تمرین تناوبی شدید استفاده شده در مطالعه ی حاضر بر پیشگیری از کاهش کیفیت زندگی و هم زمان، بهبود تمام شاخص های آن در بیماران قلبی پس از آنژیوپلاستی است. کیفیت زندگی مفهومی فراتر از سلامت جسمانی است و این مفهوم توانایی فرد در انجام

رضایت بخش امور زندگی تعریف شده است که دامنه ی گسترده ای از ویژگی ها و عوامل بدنی و روانی را در بر می گیرد [۴]. افراد مبتلا به بیماری های قلبی نه تنها دچار عوارض جسمی، بلکه دچار عوارض روانی هم می شوند و کیفیت زندگی وابسته به سلامتی این بیماران مخدوش می شود. یکی از اهداف مهم بازتوانی قلبی بهبود کیفیت زندگی بیماران قلبی است؛ بنابراین، ارزیابی کیفیت زندگی بیماران یکی از اجزای اصلی درمان محسوب می شود [۲۶]. در همین راستا، محققان به نقش فعالیت های ورزشی و بدنی در سلامت روان از گذشته های دور توجه کرده اند، فعالیت های ورزشی نقش بارزی در کاهش آثار مخرب فشار روانی دارد و اگر شخص وضعیت جسمانی بهتری داشته باشد، عملکرد ذهنی و فکری بهتری نیز خواهد داشت [۲۷].

در این زمینه، نتایج مطالعه ی حاضر مبنی بر بهبود کیفیت زندگی پس از هشت هفته تمرین تناوبی شدید با نتایج بسیاری از مطالعات مرتبط قلبی هم سو است [۱، ۲، ۴، ۱۹، ۲۰، ۲۶، ۲۸، ۲۹]. از آن جمله، در مطالعه ی Deka و همکاران (۲۰۲۲)، هشت هفته تمرین تناوبی شدید و همچنین، در مطالعه ی Reed و همکاران (۲۰۲۲)، ۱۲ هفته تمرین تناوبی شدید باعث افزایش ظرفیت عملکردی، فاکتور نوروتروفیک مشتق از مغز (BDNF) و بهبود تمام شاخص های کیفیت زندگی در بیماران مبتلا به CAD پس از آنژیوپلاستی و بای پس عروق کرونر شد [۱، ۲]. در مجموع، در اغلب مطالعات، این گونه تغییر در بهبود کیفیت زندگی و زیرمجموعه های آن در افرادی که با فعالیت ورزشی بازتوانی قلبی می شوند، مشهود است.

تأثیر فعالیت های ورزشی بر کیفیت زندگی را می توان چنین تبیین کرد که فعالیت های ورزشی باعث افزایش توانایی جسمانی افراد می شود و در نتیجه، احساس خود کارآمدی و اعتماد به نفس آنان افزایش می دهد. این امر باعث ارتقا و بهبود عملکردهای اجتماعی و روابط بین فردی میشود که سلامت روان شناختی آنها را در پی خواهد داشت [۳۰]. گسترش شبکه ی اجتماعی در حقیقت

چه به صورت مستقیم، یعنی به وسیله‌ی یافتن دوستان جدید و چه به صورت غیرمستقیم، یعنی به وسیله‌ی افزایش عزت نفس و خودکارآمدی و برقراری روابط بین فردی مناسب، مقاومت فرد در مقابل رویدادهای تنش‌زا را افزایش می‌دهد [۲۹]. همچنین، فعالیت‌های ورزشی با تغییرات زیستی و بیوشیمیایی، از جمله با اثرگذاری بر میزان ترشح اندروپین‌ها، سروتونین، نوراپینفرین، کاتگولامین‌ها و دیگر انتقال‌دهنده‌های عصبی مغز بر کارکردهای شناختی و هیجانی مغز مؤثر است و به کاهش درد و به تعویق انداختن خستگی در بیماران قلبی کمک زیادی می‌کند و سلامت جسمانی و روانی را بهبود می‌بخشد [۴، ۳۱]. به علاوه، فعالیت‌های ورزشی باعث افزایش جریان خون، اکسیژن و گلوکز مغز میشود که عملکرد بهینه‌ی مغز را به دنبال دارد [۲۹]. به طور کلی، انجام فعالیت ورزشی با افزایش اعتماد به نفس و بهبود عملکردهای جسمانی، قلبی-عروقی و روانی به فرد انرژی دوباره می‌بخشد [۴].

ناهم سو با نتایج مطالعه‌ی حاضر، در مطالعه‌ی حسنی و همکاران، اجراء هشت هفته تمرینات پیلاتس بر کیفیت زندگی زنان سالمند و مبتلا به دیابت نوع دو تأثیر معنی داری نداشت [۳۲]. همچنین، در مطالعه‌ی Ghroubi و همکاران نیز ۸ تا ۱۲ هفته تمرین بازتوانی رایج (تمرینات تداومی با شدت متوسط) نتوانست تغییر معنی داری در دو فاکتور وابسته به کیفیت زندگی (عملکرد جسمانی و اجتماعی) بیماران مبتلا به CAD پس از CABG ایجاد کند [۳۳]. از علت‌های ناهم سو بودن نتایج این مطالعه‌ها با مطالعه‌ی حاضر، علاوه بر تفاوت در نوع آزمودنی‌ها، می‌توان به این نکته اشاره کرد که در مطالعه‌ی حاضر از تمرین تناوبی با شدت بالا استفاده شده بود. در همین راستا، در مطالعه‌ی Fu و همکاران، ۱۲ هفته تمرین تداومی با شدت متوسط تغییر معنی داری در میزان اجزای مختلف کیفیت زندگی بیماران مبتلا به نارسایی قلبی ایجاد نکرد؛ ولی برعکس، تمرینات تناوبی شدید باعث بهبود کیفیت زندگی در این بیماران شد [۳۴]. توضیح احتمالی آثار بهتر تمرین تناوبی

شدید نسبت به تمرین تداومی با شدت متوسط این است که تمرین تناوبی شدید با ایجاد فشار بیشتر بر سیستم عصبی عضلانی، به طور مؤثری ظرفیت و کارایی هوازی بیماران قلبی را افزایش می‌دهد و تحمل نکردن فعالیت ورزشی بیماران را از بین می‌برد. بر این اساس، تمرین تناوبی شدید باعث افزایش توانایی بیمار برای غلبه بر درخواست‌های جسمانی فعالیت‌های رزوانه و به دنبال آن، بهبود وضعیت بدنی و روانی اجتماعی در بیماران قلبی میشود [۳۴]. با این حال، در مطالعه‌ی Benda و همکاران، ۱۲ هفته و دو جلسه در هفته تمرین تناوبی شدید تأثیر معنی داری در بهبود کیفیت زندگی بیماران مبتلا به نارسایی قلبی (HF) نداشت [۲۵]. احتمالاً تفاوت در تعداد جلسات تمرینی در هفته (دو جلسه در هفته در مطالعه‌ی Benda و همکاران، در مقابل سه جلسه در هفته در مطالعه‌ی حاضر)، نوع پروتکل تمرینی (۳۰ در ۳۰ ثانیه در مطالعه‌ی حاضر، در مقابل ۱ در ۲/۵ دقیقه در مطالعه‌ی Benda و همکاران)، نوع آزمودنی‌ها (مردان و زنان و بیماران دارای نارسایی قلبی با کسر جهشی بالای ۳۸ درصد در مطالعه‌ی Benda و همکاران، در مقابل فقط مردان و بیماران عروق کرونری پس از آنژیوپلاستی با کسر جهشی بالای ۳۰ درصد در مطالعه‌ی حاضر) و شدت تمرین (۱۰۰ درصد بار کار اوج و ریکاوری غیرفعال در مطالعه‌ی حاضر، در مقابل ۹۰ درصد بار کار و ریکاوری فعال با شدت ۳۰ درصد بار کار اوج در مطالعه‌ی Benda و همکاران) از دلایل تفاوت در نتایج مطالعه‌ی Benda و همکاران با مطالعه‌ی حاضر باشد. از طرفی، در مطالعه‌ی Benda و همکاران، اصل مهم اضافه بار نادیده گرفته شده است؛ در حالی که در مطالعه‌ی حاضر این طور نبود. با این حال، Benda و همکاران نبود بهبود معنی دار کیفیت زندگی در مطالعه‌ی خود را به دلیل نسبتاً خوب بودن سطح آن در ابتدا و قبل از مداخله‌ی خود دانسته‌اند، طوری که سطح کیفیت زندگی بیماران در مطالعه‌ی آن‌ها بسیار بالاتر از مطالعات قبلی بوده است [۲۵].

یکی از نکات مهم در پژوهش حاضر انصراف ندادن و تکمیل برنامه توسط تمام شرکت کنندگان به جز یک نفر بود. این در

شدید با تناوب های کوتاه و ریکاوری غیرفعال، برنامه ای بسیار مفید برای بیماران قلبی پس از آنژیوپلاستی است که علاوه بر فواید جسمانی، همچون افزایش توان هوازی، بهبود و ارتقای کیفیت زندگی این بیماران را نیز به دنبال دارد. با توجه به نتایج مطالعه ی حاضر، توجه بیشتر مراکز بازتوانی قلبی در استفاده از این نوع پروتکل ضروری به نظر می رسد.

قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان نامه ی مقطع دکترای تخصصی فیزیولوژی ورزشی قلب و عروق و تنفس با کد اخلاق IR.SSRI. REC.1397.373 است. بدین وسیله از همه ی کسانی که ما را در انجام این پژوهش یاری رساندند، صمیمانه تشکر می کنیم.

تعارض در منافع

بین نویسندگان مقاله ی حاضر هیچ گونه تعارض منافی وجود ندارد.

References

1. Deka P, Pathak D, Klompstra L, Sempere-Rubio N, Querol-Giner F, Marques-Sule E. High-intensity interval and resistance training improve health outcomes in older adults with coronary disease. J Am Med Dir Assoc 2022; 23(1): 60-5.
2. Reed JL, Terada T, Cotie LM, Tulloch HE, Leenen FH, et al. The effects of high-intensity interval training, Nordic walking and moderate-to-vigorous intensity continuous training on functional capacity, depression and quality of life in patients with coronary artery disease enrolled in cardiac rehabilitation: A randomized controlled trial (CRX study). Prog Cardiovasc Dis 2022; 70: 73-83.
3. Mirnasuri R, Mokhtari G, Ebadifara M, Mokhtari Z. The effects of cardiac rehabilitation program on exercise capacity and coronary risk factors in CABG Patients aged 45-65. Yafte 2014; 15(5): 72-81 (Persian).
4. Falahi A, Gaeini AA. The effects of continuous and interval exercise training on quality of life in heart patients after Coronary Artery Bypass Graft Surgery (CABG). JSB 2012; 10(4): 115-129 (Persian).
5. Mozafari A, Moini L, Mohebi S, Hejazi SF, Marvi M, Doran VO, Nazari AS. Quality of Life and Assessment of Efficacy of Rehabilitation on Improvement of Quality of Life and its Subtypes after PCI in Qom. J Arak Uni Med Sci 2015; 18(5): 88-96 (Persian).
6. Zhang J, Huang C, Meng X, Xu K, Shi Y, Jiang L, et

- al. Effects of different exercise interventions on cardiac function in rats with myocardial infarction. *Heart Lung Circ* 2021; 30(5): 773-80.
7. Askari Nejad H, Habibi AH, Ranjbar R, Adel SM. Comparison of Effects of Eight Weeks of HIIT and MICT Exercise Programs on VO₂ Peak and LVEF in Patients after Coronary Artery Bypass Graft Surgery. *Jundishapur Sci Med J* 2020; 19(5): 423-439 (Persian).
 8. Shahidi F, Kashef M, Delfani Z. A review of exercise-based rehabilitation strategies in patients with myocardial infarction: focus on high-intensity interval training. *J Arak Uni Med Sci* 2022; 24(6): 778-791 (Persian).
 9. Keech A, Holgate K, Fildes J, Indraratna P, Cummins L, Lewis C, Yu J. High-intensity interval training for patients with coronary artery disease: Finding the optimal balance. *Int J Cardiol* 2020; 298: 8-14.
 10. Gharaat MA, Kashef M, Jameie B, Rajabi H. Regulation of PI3K and Hand2 gene on physiological hypertrophy of heart following high-intensity interval, and endurance training. *J Res Med Sci* 2019; 24: 32.
 11. Guiraud T, Nigam A, Gremeaux V, Meyer P, Juneau M, Bosquet L. High-intensity interval training in cardiac rehabilitation. *Sports Med* 2012; 42(7): 587-605.
 12. Ballesta García I, Rubio Arias JÁ, Ramos Campo DJ, Martínez González-Moro I, Carrasco Poyatos M. High-intensity interval training dosage for heart failure and coronary artery disease cardiac rehabilitation. A systematic review and meta-analysis. *Rev Esp Cardiol* 2019; 72(3): 233-243.
 13. Ribeiro PA, Boidin M, Juneau M, Nigam A, Gayda M. High-intensity interval training in patients with coronary heart disease: Prescription models and perspectives. *Ann Phys Rehabil Med* 2017; 60(1): 50-57.
 14. 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? *Can J Cardiol* 2016; 32(4): 485-94.
 15. Storer TW, Davis JA, Caiozzo VJ. Accurate prediction of VO₂max in cycle ergometry. *Med Sci Sports Exerc* 1990; 22(5): 704-12.
 16. Schröder A, Oernboel E, Rasmus W, Sharpe M, Fink P. Outcome measurement in functional somatic syndromes: SF-36 summary scores and some scales were not valid. *J Clin Epidemiol* 2012; 65(1): 30-41.
 17. Montazeri A, Goshtasb A, Vahdaninia M. The Short Form Health Survey (SF-36): Translation and validation study of the Iranian version. *Qual Life Res* 2005; 14: 875-882.
 18. Hannan AL, Hing W, Simas V, Climstein M, Coombes JS, Jayasinghe R, et al. High-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training within cardiac rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *Open Access J Sports Med* 2018; 9: 1-17.
 19. Liu H, Liu F, Ji H, Dai Z, Han W. A Bibliometric Analysis of High-Intensity Interval Training in Cardiac Rehabilitation. *Int J Environ Res Public Health* 2022; 19(21): 13745.
 20. Wang C, Xing J, Zhao B, Wang Y, Zhang L. The Effects of High-Intensity Interval Training on Exercise Capacity and Prognosis in Heart Failure and Coronary Artery Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cardiovasc Ther* 2022; 2022: 4273809.
 21. Jayo-Montoya JA, Maldonado-Martín S, Aispuru GR, Gorostegi-Anduaga I, Gallardo-Lobo R, Matajira-Chia T, et al. Low-volume high-intensity aerobic interval training is an efficient method to improve cardiorespiratory fitness after myocardial infarction: Pilot study from the interfarct project. *J Cardiopulm Rehabil Pre* 2020; 40(1): 48-54.
 22. Oliveira NL, Ribeiro F, Silva G, Alves AJ, Silva N, Guimarães JT, et al. Effect of exercise-based cardiac rehabilitation on arterial stiffness and inflammatory and endothelial dysfunction biomarkers: a randomized controlled trial of myocardial infarction patients. *Atherosclerosis* 2015; 239(1): 150-7.
 23. Bayati M, Gharakhanlou R, Farzad B. Adaptations of physiological performance following high-intensity interval training. *Sport Phys* 2015; 7 (26): 15-32.
 24. Racil G, Ounis OB, Hammouda O, Kallel A, Zouhal H, Chamari K, et al. Effects of high vs. moderate exercise intensity during interval training on lipids and adiponectin levels in obese young females. *Eur J Appl Physiol* 2013; 113(10): 2531-40.
 25. Benda NM, Seeger JP, Stevens GG, et al. Effects of high-intensity interval training versus continuous training on physical fitness, cardiovascular function and quality of life in heart failure patients. *PloS One* 2015; 10: 1-16.
 26. Attarbashi B, Hadian M, Baqeri H, Tavakol K, Jalaie S, Nejatian M, et al. The effects of Phase II cardiac rehabilitation on quality-of-life scales in post coronary artery bypass grafts patients. *J Mod Rehabil* 2007; 1(3): 12-8 (Persian).
 27. Mirnasuri R, Taherpouri T, Mohammadi M, Ahmadi G. The effects of physical fitness activities to enhance

- the general health of elementary school students of Khorramabad city in Iran. *Community Health J* 2017; 9(4): 18-27 (Persian).
28. Gaeini A, Satarifard S, Heidary A. The effect of high intensity interval training and common continuous training on health-related quality of life in cardiac patients with POST-CABG. *Armaghanj* 2014; 19(2): 111-23 (Persian).
 29. Javadinezhad S, Nasiri E, Samadi A. Comparison of the effect of 8 weeks of continuous, intermittent training on maximum oxygen consumption, muscle endurance and general health of overweight seventh grade male students. *Pajouhan Sci J* 2022; 20 (4): 250-9 (Persian).
 30. Stroth S, Reinhardt RK, Thöne J, Hille K, Schneider M, Härtel S, et al. Impact of aerobic exercise training on cognitive functions and affect associated to the COMT polymorphism in young adults. *Neurobiol Learn Mem* 2010; 94(3): 364-72.
 31. McRae G, Payne A, Zelt JGE, Scribbans TD, Jung ME, Little JP, et al. Extremely low volume, whole-body aerobic-resistance training improves aerobic fitness and muscular endurance in females. *Appl Physiol Nutr Metab* 2012; 37(6): 1124-31.
 32. Hassani N, Heravi-Karimooi M, Rejeh N, Ashtiani MH, Sharifnia H, Ghanbari M, et al. The effect of pilates exercise on quality of life of elderly women with type 2 diabetes. *Payesh* 2018; 17 (5): 531-9 (Persian).
 33. Ghroubi S, Elleuch W, Abid L, Abdenadher M, Kammoun S, Elleuch MH. Effects of a low intensity dynamic-resistance training protocol using an isokinetic dynamometer on muscular strength and aerobic capacity after coronary artery bypass grafting. *Ann Phys Rehabil Med* 2013; 56(2): 85-101.
 34. Fu TC, Wang CH, Lin PS, Hsu CC, Cherng WJ, Huang SC, et al. Aerobic interval training improves oxygen uptake efficiency by enhancing cerebral and muscular hemodynamics in patients with heart failure. *Int J Cardiol* 2013; 167(1): 41-50.
 35. Yohannes AM, Yalfani A, Doherty P, Bundy C. Predictors of drop-out from an outpatient cardiac rehabilitation program. *Clin Rehabil* 2007; 21(3): 222-9.