(مقاله پژوهشی)

مقایسه اثر هشت هفته تمرین HIIT و MICT بر VO2 peak و LVEF بیماران قلبی بعداز جراحی پیوند بای پس شریان کرونر

حسین عسکری نژاد[۱]، عبدالحمید حبیبی[۲*]، روح الله رنجبر[۳]، سید محمد حسن عادل[۴]

۱- کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی.
۲- استاد گروه فیزیولوژی ورزشی.
۳- دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی.
۴- دانشیار گروه مرکز تحقیقات آترواسکلروز.

۱و، ۲ و ۳-گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.
۴-گروه قلب و عروق، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران.

* نویسنده مسئول:
عبدالحمید حبیبی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
تلفن: ۰۰۹۸۹۱۶۱۱۸۴۸۸۸
Email: hamidhabibi330@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: برنامه های ورزشی بازتوانی قلبی(CR) باعث افزایش عملکردفیزیولوژیکی می شوند. بااین حال، هنوزمشخص نیست کدام ویژگی فعالیت ورزشی برای بهبود شاخصهای مهم عملکردی فیزیولوژیک بیماران قلبی موثرتر است. هدف از این تحقیق، مقایسه اثرتمرین تناوبی باشدت بالا(HIIT) وتمرین تداومی باشدت متوسط(MICT) برVO2 peakوLVEF بیماران قلبی بعداز جراحی پیوند بای پس شریان کرونر(CABG) بود.

روش بررسی: ۲۴بیمار CABG(۱۵مرد و ۹زن) بامیانگین سنی۳,۱۶±۶۰,۷۵ سال ومیانگین شاخص توده بدن(BMI) ۱,۰۹±۲۸,۴۰ کیلوگرم برمترمربع بصورت تصادفی به سه گروهHIIT، MICT، وکنترل(CG) تقسیم شدند. گروه های تمرین(HIIT وMICT) بمدت هشت هفته، هفته ای سه جلسه، وجلسه ای ۴۵ دقیقه ورزش کردند. متغیرهای تحقیق(VO2 peakوLVEF) در دومرحله قبل وبعداز هشت هفته برنامهCR، بااستفاده ازتست ورزش قلبی ریوی(CPET) واکوکاردیوگرافی اندازه گیری ومقایسه شدند. داده ها بااستفاده ازآزمون آماری تحلیل واریانس یکراهه وآزمون تعقیبی بونفرونی درسطح معنی داری۰,۰۵ بررسی شدند.

یافته ها: هردو گروهHIIT وMICT بعداز هشت هفته برنامهCR بهبودمعنی داری در VO2 peak نشان دادند($P < 0.05$)، وگروهHIIT درمقایسه باگروهMICT بطورقابل توجهی بهبود بیشتری درVO2 peak نشان داد($P = 0.011$). LVEF بیماران بعداز هشت هفته برنامهCR درهیچ یک از دوگروهHIIT وMICT تغییرمعنی داری نکرد($P > 0.05$)، و بین دوگروه نیز تفاوت قابل توجهی مشاهده نشد($P = 1.000$).

نتیجه‌گیری: باتوجه به نتایج تحقیق حاضر، بنظر می رسدHIIT نسبت بهMICT برای بهبودVO2 peak بیماران POST CABG موثرتر است، وعلیرغم شدت بالایHIIT، استفاده از آن دربرنامهCR بیمارانPOST CABG می تواند ایمن باشد. این نتایج می تواند به متخصصین طب ورزش جهت انتخاب سبک مناسب وشدت مطلوب تمرینات ورزشیCR و درنتیجه بهبود ظرفیت ورزشی وکیفیت زندگی بیماران قلبی کمک کند.

واژگان کلیدی: تمرین تناوبی، تمرین تداومی، بیماری شریان کرونر، انفارکتوس میوکارد، بازتوانی قلبی.

دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۳/۱۶ **دریافت مقالهٔ اصلاح‌شده:** ۱۳۹۹/۵/۲۱ **اعلام قبولی:** ۱۳۹۹/۶/۱۸

مقدمه

بیماری شریان کرونر (CAD) یکی از شایعترین علل مرگ ومیر در سراسر جهان است که هرساله ۱۷,۵ میلیون نفر را تحت تاثیر قرار می دهد و ۸/۷۶ میلیون نفر را بکام مرگ می کشد(۱). از هر چهار مرگ ومیر در سراسر جهان یکی بعلت بیماری کرونر قلب (CHD) است که درمقایسه با ۲۰ سال گذشته که از هر پنج مرگ ومیر یکی بعلت CHD بود افزایش پیدا کرده است(۲). طی ۲۰ سال گذشته مرگ زودرس ناشی از CHD، ۲۸ درصد افزایش پیدا کرده است(۲). اولین توصیه برای کنترل این بیماری (CHD) فعالیت ورزشی است(۳). فعالیت ورزشی VO2 peak را افزایش می دهد، و VO2 peak بعنوان بهترین پیشگوئی کننده بقاء در بیمارن قلبی عروقی (CV) مطرح شده است(۴-۶). نشان داده شده که VO2 peak رابطه معکوسی با مرگ ومیر ناشی از بیماری های قلبی عروقی دارد(۷)، و فعالیت ورزشی از طریق افزایش VO2 peak، مرگ ومیر قلبی را ۱۵ تا ۳۱ درصد کاهش می دهد(۸). تمرین ورزشی هوازی بعنوان یک درمان غیردارویی برای بیماران مبتلا به CAD توصیه شده است(۹, ۱۰). یک توافق رو به رشد وجود دارد که فعالیت ورزشی آثار سودمندی روی بیماران CV، حتی روی آنهایی که مبتلا به اختلال شدید عملکرد قلبی هستند دارد، و عدم فعالیت بدنی شدت نارسائی قلبی (HF) را تسریع می کند(۱۱).

یک ابزار مهم برای پیشگیری ثانویه از بیماری های قلبی عروقی استفاده از برنامه های بازتوانی قلبی (CR) است(۸, ۱۲). بطور کلی CR شامل آموزش تغییر سبک (شیوه) زندگی، حمایت روانی، و برنامه های ورزشی نظارت شده است(۱۳, ۱۴). هدف از انجام این برنامه های ورزشی نظارت شده بعنوان بخشی از برنامه CR بیماران قلبی در مطالعات گذشته، افزایش آمادگی هوازی، قدرت و استقامت عضلانی، و انعطاف پذیری بیماران CV بوده است(۱۵, ۱۶). یک مطالعه مروری فراتحلیلی اخیر نشان می دهد برنامه های ورزشی CR درمقایسه با مراقبت های استاندارد پزشکی مرگ ومیر قلبی را ۲۰ تا ۲۶ درصد کاهش می دهد(۸). تجویز ورزش های CR که بتواند VO2 peak بیماران CV را تا بیشترین حد افزایش بدهد، می تواند تاثیر بیشتری در کاهش تمام علل مرگ ومیر ناشی از بیماری های قلبی عروقی داشته باشد(۱۷). بنابرین ضرورت دارد تمرینات ورزشی ایمن و موثرتر جهت افزایش VO2 peak بیماران مبتلا به CAD شناسائی و در برنامه های CR مورد استفاده قرار بگیرد(۱۱, ۱۷). با وجود این واقعیت که تمرین ورزشی به یک عنصر مرکزی در برنامه های CR تبدیل شده است، مقدار، سبک، تکرار (تناوب)، و شدت تمرین ورزشی که بهترین نتایج را برای بیماران قلبی باقی می گذارد، بحث برانگیز است(۱۸, ۱۹). در پزشکی مکررا فعالیت ورزشی بعنوان یک مداخله که برای سلامتی سودمند است مطرح شده است، و اغلب شدت متوسط فعالیت ورزشی جهت درمان بیماران قلبی بکار گرفته شده است، و سازگاری های فیزیولوژیکی ناشی از فعالیت ورزشی با شدت بالا، کمتر مورد بررسی قرار گرفته است(۱۸). شدت فعالیت ورزشی با میزان بهبود ظرفیت ورزشی بیماران قلبی و همچنین خطر بروز عوارض جانبی درحین فعالیت ورزشی ارتباط مستقیمی دارد(۲۰-۲۳). نتایج مطلوب حاصل از تمرین تناوبی با شدت بالا (HIIT) در کاهش عوامل خطر CV و مرگ ومیر ناشی از بیماری های قلبی عروقی طی یک دهه گذشته، عملا توجه متخصصین طب ورزش را بسمت استفاده از HIIT در برنامه های CR سوق داده است(۲۴, ۲۵). HIIT شامل دوره های تمرین ورزشی هوازی با شدت بالا (تناوب های بیشینه) همراه با دوره های استراحت غیرفعال یا فعال با شدت کم تا متوسط (تناوب های ریکاوری) است(۲۶, ۲۷). HIIT اغلب در تمرینات ورزشی مورد استفاده قرار می گیرد و تاثیرات مفید آن بر سیستم قلبی تنفسی و سیستم عضلانی باعث شده که دانشمندان کاربرد بالینی آن (HIIT) را در برنامه های ورزشی CR بیماران CV مورد بررسی قرار دهند(۲۸). طی سال های اخیر هدف مطالعات مروری بررسی سازگاری های قلب و سطح آمادگی هوازی بیماران CV ناشی از HIIT درمقایسه با تمرین تداومی با شدت متوسط (MICT) رایج (مرسوم) بوده است(۱۸). در یک مطالعه مروری فراتحلیلی توسط هانان و همکاران ۲۰۱۸(۱۷)، ۷۰ مطالعه شامل ۹۵۳ شرکت کننده (۴۶۵

بیمار مربوط به گروه HIIT، و ۴۸۸ بیمار مربوط به گروه MICT) مورد تجزیه وتحلیل قرار گرفت(۱۷). نتایج این مطالعه نشان داد HIIT درمقایسه با MICT بطور معنی داری بهبود بیشتری در VO2 peak بیماران قلبی ایجاد می کند(۱۷). بعلاوه در هیچکدام ازمطالعات درحین تمرین ورزشی، هیچ مرگ ومیر ویا حادثه قلبی که نیاز به بستری شدن در بیمارستان باشد رخ نداد. که این مسئله می تواند منعکس کننده ایمنی استفاده از این دو پروتکل تمرینی در برنامه CR بیماران قلبی باشد(۱۷). در مطالعه کیم و همکاران ۲۰۱۵(۱۱)، تاثیر شش هفته استفاده از HIIT و MICT در برنامه CR، بروی بازتوانی بیماران مبتلا به انفارکتوس حاد میوکارد (AMI) که مداخله زیرپوستی کرونری (PCI) همراه با جایگذاری استنت داروئی (DES) انجام داده بودند، بررسی و مقایسه شد(۱۱). نتایج این مطالعه نشان داد شش هفته HIIT ویا MICT باعث بهبود قابل توجهی در VO2 peak، ضربان قلب ریکاوری (HRR)، و سطوح سرمی LDL cholesterol و پروتئین واکنشی C با حساسیت بالا (hs-CRP) بیماران PCI همراه با جایگذاری DES می شود(۱۱). بین دو گروه HIIT و MICT تنها در متغیر VO2 peak تفاوت قابل توجه بود. ۲۲,۱۶ درصد بهبود VO2 peak در گروه HIIT نسبت به ۸,۴۸ درصد بهبود VO2 peak در گروه MICT بطور معنی داری بیشتر بود(۱۱). در مطالعه گائینی و همکاران ۱۳۹۲(۲۹)، تاثیر هشت هفته استفاده از HIIT و MICT در برنامه CR، بروی بازتوانی بیماران POST CABG، بررسی و مقایسه شد. نتایج این مطالعه نشان داد هشت هفته HIIT ویا MICT باعث بهبود قابل توجهی در VO2 peak، HR peak، مسافت طی شده و زمان رسیدن به واماندگی طی اجرای تست ورزش در بیماران POST CABG می شود(۲۹). و در مقایسه بین گروهی، HIIT نسبت به MICT بهبود بیشتری در متغیرهای ذکر شده نشان داد، که این برتری HIIT نسبت به MICT در سه متغیر HR peak، مسافت طی شده و زمان رسیدن به واماندگی، معنی دار ($P < 0.05$)، اما در متغیر VO2 peak معنی دار نبود ($P > 0.05$)(۲۹). در مطالعه شعبانی و همکاران ۱۳۹۱(۳۰)، تاثیر هشت هفته استفاده از تمرین ترکیبی استقامتی مقاومتی در برنامه CR، بروی بازتوانی بیماران POST CABG و بیماران PCI همراه با جایگذاری استنت، در دو گروه مردان و زنان، بررسی و مقایسه شد. نتایج این مطالعه نشان داد هشت هفته تمرین ترکیبی استقامتی مقاومتی باعث بهبود قابل توجهی در ظرفیت ورزشی برحسب METs و کسرتزریقی بطن چپ (LVEF) بیماران POST CABG و بیماران PCI همراه با جایگذاری استنت، هم در مردان و هم در زنان می شود(۳۰). اما در مقایسه بین گروهی، بین گروه مردان و گروه زنان در متغیرهای METs و LVEF تفاوت معنی داری مشاهده نشد(۳۰).

اطلاعات کمی درباره آثار قطعی و ایمنی HIIT جهت استفاده در برنامه CR بیماران مبتلا به CAD که دچار انفارکتوس حاد میوکارد (AMI) شده و توسط جراحی پیوند بای پس شریان کرونر (CABG) تحت درمان قرار گرفته اند وجود دارد(۳۱). اغلب مطالعات گذشته، HIIT را موثرتر از MICT، برای بهبود VO2 peak بیماران مبتلا به CHD یافته اند(۱۱, ۳۲, ۳۳). اما با توجه به اینکه بیشتر مطالعات انجام شده دارای گروه های بیمار ناهمگون مبتلا به بیماری های قلبی عروقی بودند(۱۱)، این سوال برای محقق به وجود آمد که آیا استفاده از HIIT در برنامه CR بطور خاص برای بهبود بیماران مبتلا به CAD که دچار AMI شده و توسط جراحی CABG تحت درمان قرار گرفته اند، و تنها ۴ تا ۶ ماه از عمل جراحی آنها می گذرد، و کسرتزریقی بطن چپ (LVEF) ۳۰ تا ۴۰ درصد دارند، موثر و ایمن است یا خیر؟ و اینکه آیا استفاده از HIIT درمقابل MICT رایج (مرسوم) در برنامه CR بر بهبود VO2 peak و LVEF این بیماران برتری دارد یا خیر؟

روش بررسی

طرح تحقیق حاضر به روش نیمه تجربی است. در ابتدای کار هماهنگی های لازم بین دانشکده علوم ورزشی دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده علوم پزشکی دانشگاه جندی شاپور اهواز، بیمارستان امام خمینی اهواز، و گروه قلب وعروق و مرکز CR بیمارستان، جهت اجرای تحقیق توسط محقق صورت گرفت. بعداز بررسی پرونده ها، بیماران مبتلا به CAD

که طی شش ماه گذشته دچار AMI شده و توسط جراحی CABG تحت درمان قرار گرفته بودند(۳۱, ۳۴) و تنها ۶-۴ ماه از عمل جراحی آنها می گذشت شناسائی و انتخاب(۳۱)، و بعداز همگن شدن از نظر سن، جنس، قد، وزن، شاخص توده بدن (BMI)(۱۱, ۳۴, ۳۵)، و درصد چربی بدن (BF%)، و درصورت دارا بودن معیارهای ورود به تحقیق ازجمله LVEF 40% - 30% =، و بعداز ارزیابی بالینی، وارد فرآیند تحقیق شدند. ۲۴ بیمار (۱۵ مرد و ۹ زن) با میانگین سنی ۶۰,۷۵ سال و میانگین شاخص توده بدن (BMI) ۲۸,۴۰ کیلوگرم بر مترمربع بصورت تصادفی به سه گروه HIIT، MICT، و CG تقسیم شدند(۳۶). ۷۲-۴۸ ساعت قبل از شروع مداخله تمرینات ورزشی، اندازه گیری های پایه (اولیه) شامل: اکوکاردیوگرافی و تست ورزش قلبی ریوی (CPET)، بمنظور اندازه گیری متغیرهای وابسته انجام شد(۲۷, ۳۶, ۳۷). سپس گروه های مداخله (HIIT و MICT) بمدت هشت هفته، هفته ای سه جلسه، و جلسه ای ۴۵ دقیقه ورزش کردند(۲۷). ۷۲-۴۸ ساعت بعداز هشت هفته مداخله تمرینات ورزشی، اندازه گیری های پیگیری بمنظور اندازه گیری مجدد متغیرهای وابسته ازجمله VO2 peak و LVEF وهمچنین بررسی تغییرات ایجاد شده در متغیرهای ذکر شده ناشی از مداخله تمرینات ورزشی، انجام شد(۲۷, ۳۶). CPET شامل دویدن روی تردمیل بطور فزاینده با افزایش تدریجی سرعت و شیب تردمیل و مشخصا براساس پروتکل بروس اجرا شد(۱۱, ۳۸). پروتکل تمرین گروه HIIT شامل: ۱۰ دقیقه گرم کردن با 50% - 70% HRR، چهار تناوب چهار دقیقه ای دویدن روی تردمیل با 90% - 80% HRR، همراه با سه مرحله استراحت فعال سه دقیقه ای شامل دویدن روی تردمیل با 70% - 50% HRR، و ۱۰ دقیقه سرد کردن با 70% - 50% HRR بود(۱۱, ۳۸). پروتکل تمرین گروه MICT شامل: ۱۰ دقیقه گرم کردن با 70% - 50% HRR، ۲۵ دقیقه دویدن تداومی روی تردمیل با 80% - 70% HRR، و ۱۰ دقیقه سرد کردن با 70% - 50% HRR بود(۱۱, ۳۸). بیماران گروه کنترل طی هشت هفته برنامه CR، هیچ گونه تمرین ورزشی انجام ندادند و زندگی عادی و روزمره خود را داشتند(۳۸). اگرچه مجموع زمان فعالیت ورزشی هردو گروه HIIT و MICT در هر جلسه تمرین برابر بود (۴۵ دقیقه)، بعلت تفاوت در سبک و شدت تمرینات HIIT و MICT، هردو پروتکل تمرین از نظر اکسیژن مصرفی و کالری مصرفی، هم حجم شدند(۱۱). شدت تمرینات HIIT و MICT براساس درصدی از ضربان قلب اوج (HR peak) به دست آمده توسط دستگاه الکتروکاردیوگرام (ECG) ده اشتقاقه از هر بیمار طی انجام تست ورزش پایه(۳۹) و مشخصا تعیین ضربان قلب هدف (THR) براساس درصدی از ضربان قلب ذخیره (HRR) و با استفاده از معادله کاروونن تعیین شد(۱۱, ۴۰, ۴۱). بعلت وجود رابطه خطی بین ضربان قلب (HR) و اکسیژن مصرفی (VO2) درحین فعالیت ورزشی فزاینده (تست ورزش)، معمولا جهت ارزیابی شدت فعالیت ورزشی و تجویز نسخه های ورزشی مناسب برای بیماران قلبی از شاخص ضربان قلب استفاده می شود(۴۲, ۴۳). چون ممکن بود برخی از بیماران بعلت اختلال در عملکرد قلب دچار آریتمی باشند، ویا در اثر مصرف داروهای β-blockers، ضربان قلب واقعی آنها مشخص نباشد، شدت تمرینات توسط شاخص میزان درک فشار (RPE) نیز کنترل می شد(۳۶, ۴۴, ۴۵). در برنامه های CR معمولا RPE بعنوان شاخص اصلی و یا کمکی جهت کنترل شدت فعالیت ورزشی بیماران قلبی مورد استفاده قرار می گیرد(۴۵-۴۷). گروه HIIT جهت بدست آوردن سازگاری نسبی با تمرینات پرشدت، در یک هفته اول مداخله (معادل سه جلسه تمرین) به سبک گروه MICT تمرین کردند(۱۱). شدت تمرینات هردو گروه HIIT و MICT با رعایت اصل اضافه بار تدریجی، طی هشت هفته مداخله تمرین ورزشی بطور تدریجی افزایش پیدا می کرد. بمنظور رعایت اصل اضافه بار تدریجی، تناوب های با شدت بالای تمرین گروه HIIT از هفته دوم (جلسه چهارم) با 80% HRR شروع و هر هفته (هر سه جلسه) دو درصد به شدت تمرین اضافه می شد. بطوریکه این گروه (HIIT) در هفته دوم (جلسات ۶-۴) با 80% HRR، در هفته سوم (جلسات ۷-۹) با 82% HRR، در هفته چهارم (جلسات ۱۲-۱۰) با 84% HRR، در هفته پنجم (جلسات ۱۵-۱۳) با 86% HRR، در هفته ششم

(جلسات ۱۸-۱۶) با HRR 88%، و در هفته های هفتم و هشتم (جلسات۲۴-۱۹) با HRR 90% تمرین کردند. شدت تناوب های ریکاوری این گروه (HIIT) در سرتاسر دوره تمرین با توجه به وضعیت خستگی بیمار در دامنه - 50% HRR 70% حفظ می شد. بمنظور رعایت اصل اضافه بار تدریجی، تمرین گروه MICT از جلسه اول با HRR 70% شروع و هر چهار جلسه دو درصد به شدت تمرین اضافه می شد. بطوریکه این گروه (MICT) در جلسات ۴-۱ با 70% HRR، در جلسات ۸-۵ با HRR 72%، در جلسات ۱۲-۹ با HRR 74%، در جلسات ۱۶-۱۳ با HRR 76%، در جلسات ۲۰-۱۷ با HRR 78%، و در جلسات ۲۴-۲۱ با HRR 80% تمرین کردند. در هردو گروه HIIT و MICT در ۱۰ دقیقه ابتدای پروتکل (گرم کردن) شدت تمرین با 50% HRR شروع و بتدریج به HRR 70% افزایش پیدا می کرد، و در ۱۰ دقیقه انتهای پروتکل (سرد کردن) شدت تمرین با HRR 70% شروع و بتدریج به HRR 50% کاهش پیدا می کرد. بیماران درحین اجرای تست ورزش و تمرین ورزشی، بطور مداوم توسط محقق و تیم پزشکی مانیتورینگ می شدند(۳۴, ۴۸, ۴۹)، و بمحض ظاهر شدن معیارهای خروج ازقبیل: الکتروکاردیوگرام غیرطبیعی (بخصوص افتادگی قطعه ST) ویا آنژین صدری، سریعا متوقف و از تست ورزش ویا تمرین ورزشی خارج می شدند(۳۴, ۴۸-۵۰). قبل از شروع فرآیند تحقیق، به بیماران گفته شد که براساس جدول رژیم غذایی توصیه شده توسط مرکز CR، تغذیه خود را کنترل کنند. بعلت اینکه مصرف برخی داروها (بعنوان متغیر مداخله گر) بر تغییرات متغیرهای وابسته تاثیرگذار بود، نوع و مقدار مصرف داروها توسط بیماران، قبل از ورود به فرآیند تحقیق تعیین و توسط محقق ثبت شد و حتی الامکان تا پایان فرآیند تحقیق بدون تغییر باقی ماند(۳۴-۳۶). تا بتوانیم تغییرات حاصل در متغیرهای وابسته را با اطمینان نسبتا بیشتری به مداخله تمرینات ورزشی HIIT ویا MICT نسبت بدهیم(۴۴, ۴۹). تجزیه وتحلیل داده ها توسط نرم افزار آماری SPSS نسخه ۱۷ انجام شد. جهت بررسی نرمال بودن توزیع داده ها در هر گروه از آزمون آماری شپیرو ویلک استفاده شد(۴۴). بمنظور بررسی تفاوت های بین گروهی از آزمون آماری تحلیل واریانس یکراهه استفاده شد. و مقایسه دو به دو گروه ها با استفاده از آزمون های تعقیبی و مشخصا آزمون بونفرونی انجام شد. بعلت نیمه تجربی بودن تحقیق، در تجزیه وتحلیل تمامی داده ها، $P < 0.05$ معنی دار درنظر گرفته شد(۴۴). این تحقیق توسط کمیته اخلاق دانشکده علوم پزشکی دانشگاه جندی شاپور اهواز تائید شد. تمام آزمودنی ها (بیماران) قبل از ورود به فرآیند تحقیق رضایت نامه کتبی امضاء کردند(۳۴, ۳۶, ۴۹).

یافته ها

میانگین و انحراف معیار ویژگی های اولیه بیماران درجدول۱ مشاهده می شود. نتایج آزمون همترازی نشان داد بین هیچ یک از ویژگی های اولیه بیماران سه گروه (HIIT، MICT، و CG) تفاوت معنی داری وجود ندارد ($P > 0.05$) (جدول۲). بنابرین همانطور که در جدول۲ مشاهده می شود، بیماران سه گروه از نظر ویژگی های اولیه همگن بودند.

همانطور که در جدول۳ مشاهده می شود، نتایج آزمون آماری تحلیل واریانس یکراهه نشان داد بین VO2 peak بیماران قلبی بعداز جراحی CABG در هر سه گروه HIIT، MICT، و CG، تفاوت معنی داری وجود دارد ($P=0.001$). و همانطور که در جدول۴ مشاهده می شود، بعداز مقایسه دو به دو گروه ها با استفاده از آزمون های تعقیبی و مشخصا آزمون بونفرونی، مشخص شد در اثر هشت هفته انجام هر یک از دو سبک HIIT و MICT، VO2 peak بیماران درمقایسه با CG بطور معنی داری بهبود یافت ($P=0.001$). همچنین نتایج آزمون بونفرونی نشان داد بین VO2 peak بیماران گروه HIIT و گروه MICT تفاوت معنی داری وجود دارد ($P=0.011$)، که نشان از برتری قابل توجه HIIT نسبت به MICT در بهبود VO2 peak بیماران POST CABG است (جدول۴).

نمودار۱ تغییرات VO2 peak بیماران سه گروه (HIIT، MICT، و CG) را از قبل تا بعداز برنامه CR نشان می دهد.

همانطور که در جدول۵ مشاهده می شود، نتایج آزمون آماری تحلیل واریانس یکراهه نشان داد بین LVEF بیماران قلبی بعداز جراحی CABG در هر سه گروه HIIT، MICT، و CG، تفاوت معنی داری وجود ندارد (P=0.788). و همانطور که در جدول۶ مشاهده می شود، بعداز مقایسه دو به دو گروه ها با استفاده از آزمون های تعقیبی و مشخصا آزمون بونفرونی، مشخص شد در اثر هشت هفته انجام هر یک از دو سبک HIIT و MICT، LVEF بیماران درمقایسه با CG بطور معنی داری بهبود نیافت(P>0.05). همچنین نتایج آزمون بونفرونی نشان داد بین LVEF بیماران گروه HIIT و گروه MICT تفاوت معنی‌داری وجود ندارد(P=1.000) (جدول۶).

نمودار۲ تغییرات LVEF بیماران سه گروه (HIIT، MICT، و CG) را از قبل تا بعداز برنامه CR نشان می دهد.

همانطور که در جدول۷ مشاهده می شود، طی هشت هفته برنامه CR در تحقیق حاضر، در هیچ یک از بیماران دو گروه HIIT و MICT، هیچ حوادث ناگوار قلبی عروقی شامل: مرگ قلبی ناگهانی، ایست قلبی، انفارکتوس حاد میوکارد، پرتپشی بطنی، سنکوپ، ویا حتی توقف ورزش ناشی از ظاهر شدن معیارهای خروج، مرتبط با HIIT ویا MICT طی مجموعا ۲۸۸ ساعت ورزش (۱۴۴ ساعت مربوط به گروه HIIT و ۱۴۴ ساعت مربوط به گروه MICT) رخ نداد. که می تواند منعکس کننده ایمنی استفاده از این دو پروتکل تمرینی در برنامه CR بیماران قلبی باشد(۱۱, ۲۷).

جدول۱: ویژگی های اولیه بیماران

ویژگی های اولیه بیماران	
ویژگی ها	میانگین و انحراف معیار
سن (سال)	۶۰,۷۵ ± ۳,۱۶
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۸,۴۰ ± ۱,۰۹
چربی بدن (درصد)	۲۳,۸۳ ± ۱,۲۱
اوج اکسیژن مصرفی (میلی لیتر به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن در دقیقه)	۲۴,۵۸ ± ۱,۳۰
کسرتزریقی بطن چپ (درصد)	۳۵,۳۸ ± ۳,۱۰
روزهای بعداز عمل جراحی (روز)	۱۵۰,۹۶ ± ۱۶,۲۲

جدول۲: همترازی ویژگی های اولیه بیماران

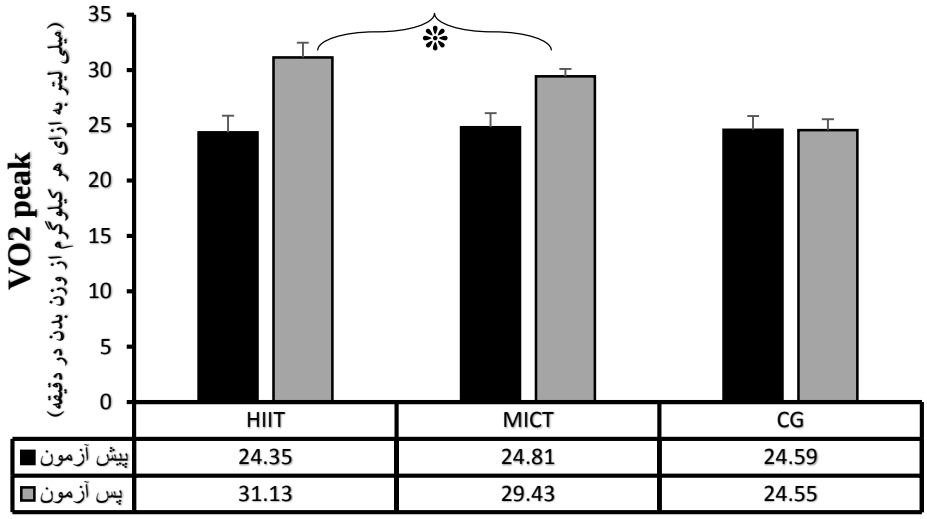
همترازی ویژگی های اولیه بیماران				
ویژگی ها	HIIT	MICT	CG	P
جنسیت (مرد / زن)	۳ / ۵	۳ / ۵	۳ / ۵	۱
سن (سال)	۶۱,۶۳ ± ۲,۷۷	۶۰,۳۸ ± ۳,۶۲	۶۰,۲۵ ± ۳,۲۸	۰,۶۵۰
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۷,۹۲ ± ۱,۰۶	۲۸,۹۶ ± ۰,۸۶	۲۸,۳۰ ± ۱,۲۰	۰,۱۶۵
چربی بدن (درصد)	۲۳,۶۰ ± ۱,۵۰	۲۳,۵۱ ± ۱,۱۸	۲۴,۳۹ ± ۰,۸۰	۰,۲۹۵
اوج اکسیژن مصرفی (میلی لیتر به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن در دقیقه)	۲۴,۳۵ ± ۱,۵۲	۲۴,۸۱ ± ۱,۲۸	۲۴,۵۹ ± ۱,۲۴	۰,۷۹۵
کسرتزریقی بطن چپ (درصد)	۳۵,۶۳ ± ۳,۳۷	۳۵,۳۸ ± ۳,۱۱	۳۵,۱۳ ± ۳,۲۲	۰,۹۵۴
روزهای بعداز عمل جراحی (روز)	۱۴۵,۷۵ ± ۱۵,۴۸	۱۵۱,۲۵ ± ۱۶,۷۳	۱۵۵,۸۸ ± ۱۶,۹۴	۰,۴۷۸
تعداد پیوندها				
یک پیوند	۲	۱	۲	۰,۶۲۵
دو پیوند	۳	۳	۴	
سه پیوند	۳	۴	۲	
داروهای مسدد بتاآدرنرژیک	۳ (۳۷,۵ درصد)	۷ (۸۷,۵ درصد)	۴ (۵۰ درصد)	۰,۱۱۶
داروهای مهارکننده آنزیم مبدل آنژیوتنسین و مسدد گیرنده های آنژیوتنسین	۴ (۵۰ درصد)	۶ (۷۵ درصد)	۵ (۶۲,۵ درصد)	۰,۶۲۰
داروی آترواستاتین	۸ (۱۰۰ درصد)	۸ (۱۰۰ درصد)	۸ (۱۰۰ درصد)	۱
مصرف سیگار	۳ (۳۷,۵ درصد)	۴ (۵۰ درصد)	۳ (۳۷,۵ درصد)	۰,۸۶۰

جدول۳: آزمون تحلیل واریانس یکراهه متغیر VO2 peak. * تفاوت معنی دار بین سه گروه بعداز برنامه CR

گروه	میانگین و انحراف معیار VO2 peak (میلی لیتر به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن در دقیقه)	df	F	sig
HIIT	۳۱,۱۳ ± ۱,۳۲	۲	۸۶,۰۸۱	۰,۰۰۱*
MICT	۲۹,۴۳ ± ۰,۶۷			
CG	۲۴,۵۵ ± ۱,۰۱			

جدول۴: آزمون تعقیبی بونفرونی متغیر VO2 peak. * تفاوت معنی دار در مقایسه دو به دو گروه ها

گروه اول	گروه دوم	اختلاف میانگین ها	معنی داری
HIIT	MICT	۱,۷۰	۰,۰۱۱*
	CG	۶,۵۸	۰,۰۰۱*
MICT	CG	۴,۸۷	۰,۰۰۱*



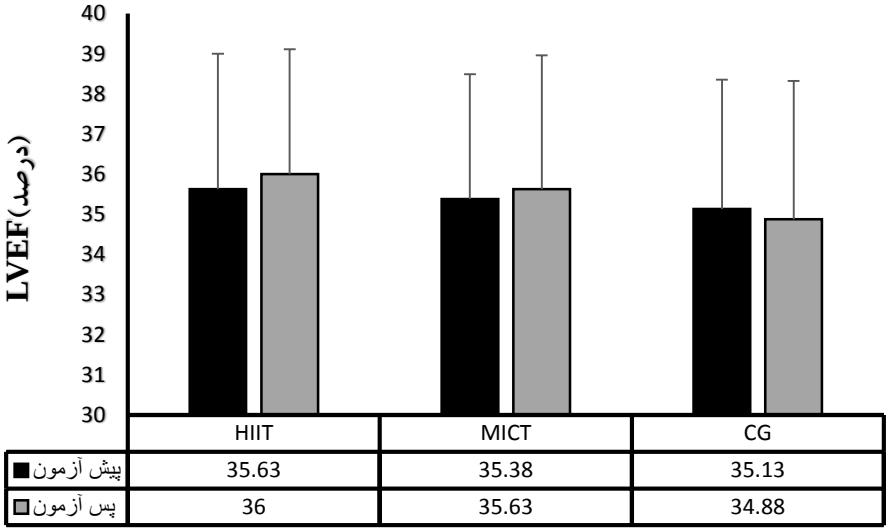
نمودار۱: تغییرات VO2 peak بیماران سه گروه از قبل تا بعداز برنامه CR. * تفاوت معنی دار بین گروه های تمرین بعداز برنامه CR

جدول۵: آزمون تحلیل واریانس یکراهه متغیر LVEF

گروه	میانگین و انحراف معیار LVEF (درصد)	df	F	sig
HIIT	۳۶,۰۰ ± ۳,۱۱	۲	۰,۲۴۱	۰,۷۸۸
MICT	۳۵,۶۳ ± ۳,۳۳			
CG	۳۴,۸۸ ± ۳,۴۴			

جدول۶: آزمون تعقیبی بونفرونی متغیر LVEF

گروه اول	گروه دوم	اختلاف میانگین ها	معنی داری
HIIT	MICT	۰,۳۷	۱
	CG	۱,۱۲	۱
MICT	CG	۰,۷۵	۱



نمودار۲: تغییرات LVEF بیماران سه گروه از قبل تا بعداز برنامه CR

جدول۷: حوادث قلبی عروقی مرتبط با HIIT و MICT

حوادث قلبی عروقی	مجموع ساعات ورزش (۲۸۸ ساعت)	
	HIIT (۱۴۴ ساعت)	MICT (۱۴۴ ساعت)
مرگ قلبی ناگهانی	۰	۰
ایست قلبی	۰	۰
انفارکتوس حاد میوکارد	۰	۰
پرتپشی بطنی	۰	۰
سنکوپ	۰	۰
توقف ورزش ناشی از ظاهر شدن معیارهای خروج	۰	۰

بحث

همانطور که گفته شد، هدف از این تحقیق مقایسه اثر تمرین تناوبی با شدت بالا (HIIT) و تمرین تداومی با شدت متوسط (MICT) بر VO2 peak و LVEF بیماران قلبی بعداز جراحی پیوند بای پس شریان کرونر (CABG) بود. نتایج تحقیق ما مبنی بر برتری HIIT نسبت به MICT در بهبود VO2 peak بیماران POST CABG، با نتایج مطالعه مروری فراتحلیلی هانان و همکاران ۲۰۱۸(۱۷) همخوانی دارد. مدت زمان مداخله HIIT و MICT استفاده شده در برنامه CR در تحقیق ما (هشت هفته)، در محدوده تعیین شده توسط مطالعه هانان و همکاران (۱۲-۷ هفته) بود(۱۷). که با توجه به نتایج این مطالعه، استفاده از HIIT و MICT در این محدوده زمانی (۱۲-۷ هفته) بیشترین اثربخشی در بهبود VO2 peak بیماران قلبی را بهمراه دارد(۱۷). علیرغم اینکه شدت بالای HIIT احتمال بروز حوادث ناگوار برای بیماران قلبی را افزایش می دهد، و با توجه به اینکه آزمودنی های تحقیق ما از نظر پاتولوژی بیماری، در حادترین شرایط بیماری شریان کرونر بودند، طی هشت هفته برنامه CR، هیچ حوادث ناگوار مرتبط با HIIT رخ نداد. این نتایج نشان می دهد که وقتی روش خاصی از HIIT براساس ارزیابی (اولیه) هر بیمار تجویز بشود، و وقتیکه با توجه به خطر HIIT، بیمار درحین تمرین بطور

مداوم تحت نظارت قرار بگیرد، HIIT می تواند ایمن باشد(۱۱). بنابرین مطلوب است که HIIT در محیطی انجام شود که وضعیت بیمار بطور مداوم تحت نظارت قرار بگیرد(۱۱). به این ترتیب با توجه به نتایج تحقیق ما بنظر می رسد که استفاده از HIIT در برنامه CR، برای بهبود VO2 peak بیماران POST CABG موثرتر از MICT و همچنین ایمن است. علاوه بر این، معمولا طی اجرای HIIT بعلت وجود دوره های تمرینی متناوب (تناوب های با شدت بالا و تناوب های ریکاوری) و عدم یکنواختی تمرین، بیماران برای انجام تمرین رغبت بیشتری دارند و همچنین به ادامه دادن تمرینات در طولانی مدت بیشتر پایبند هستند(۵۱). بنابرین HIIT نسبت به MICT در ایجاد انگیزه برای بیماران جهت پایبندی به تمرینات ورزشی موثر تر است(۵۲). به این ترتیب HIIT می تواند مشارکت بیماران در برنامه های CR را افزایش دهد و بیماران را قادر سازد که در دوره نسبتا کوتاهی به سطح نسبتا بالایی از ظرفیت ورزشی برسند و عادت ورزش کردن را در زندگی روزمره خود حفظ کنند(۱۱).

در تحقیقی که گائینی و همکاران ۱۳۹۲(۲۹) روی بیماران POST CABG انجام دادند، هردو گروه HIIT و MICT بعداز هشت هفته برنامه CR، بهبود معنی داری در VO2 peak نشان دادند(۲۹)، که با یافته های تحقیق ما همخوانی دارد. اما برخلاف یافته های تحقیق ما، در تحقیق گائینی و همکاران بین VO2 peak بیماران گروه HIIT و گروه MICT بعداز هشت هفته برنامه CR، از نظر آماری تفاوت معنی داری مشاهده نشد(۲۹). اگرچه این تفاوت به لحاظ آماری معنی دار نبود، اما نمی شود براحتی از بهبود ۴۰ درصدی VO2 peak بیماران گروه HIIT درمقایسه با بهبود ۳۰ درصدی VO2 peak بیماران گروه MICT، چشم پوشی کرد. همانطور که گفته شد، HIIT شامل یک سری ورزش های پرشدت تکرار شونده (تناوب های بیشینه)، متناوب با دوره های ورزش کم شدت (تناوب های ریکاوری) است(۲۶, ۲۷). این تناوب های ریکاوری کوتاه، نیاز بیمار جهت انجام فعالیت ورزشی هوازی، درواقع بدون نیاز به تولید انرژی توسط دستگاه انرژی گلیکولیتیک و تولید لاکتات، را فراهم می کند و از اسیدوز طولانی مدت جلوگیری می کند(۲۷, ۵۳). بنابرین بیمار می تواند براحتی این بار کاری با شدت بالا را برای یک دوره نسبتا طولانی و بدون هیچ خطر CV قابل توجهی حفظ کند(۱۱, ۲۸, ۵۳). به این ترتیب HIIT نسبت به ورزش تداومی، امکان حفظ ورزش با شدت بالا برای دوره طولانی تر را فراهم می کند(۵۳, ۵۴). بر این اساس HIIT یک محرک تمرینی بزرگتر ایجاد می کند که باعث بهبود بیشتر در VO2 peak می شود(۵۵).

در تحقیقی که شعبانی و همکاران ۱۳۹۱(۳۰) روی بیماران قلبی دارای کلاس ۳-۱ نارسائی قلبی (HF) براساس طبقه بندی انجمن قلب نیویورک (NYHA) انجام دادند، بیماران هردو گروه مردان و زنان بعداز هشت هفته برنامه CR، بهبود معنی داری در ظرفیت ورزشی برحسب معادل سوخت وسازی (METs) نشان دادند(۳۰)، که با یافته های تحقیق ما همخوانی دارد. اما برخلاف یافته های تحقیق ما، در تحقیق شعبانی و همکاران بعداز هشت هفته برنامه CR، LVEF بیماران بطور معنی داری بهبود یافت(۳۰). این ناهمخوانی در تغییرات LVEF بیماران، بین تحقیق ما و تحقیق شعبانی و همکاران، ممکن است بعلت تفاوت در پاتولوژی بیماری باشد. چون تمام آزمودنی های تحقیق ما بیماران POST CABG بودند، درحالیکه در تحقیق شعبانی و همکاران تنها ۲۰ درصد آزمودنی ها بیماران POST CABG بودند و ۸۰ درصد باقیمانده بیماران PCI همراه با جایگذاری استنت بودند(۳۰). اما دومین احتمال برای توجیه این ناهمخوانی در تغییرات LVEF بیماران ممکن است بعلت تفاوت در برنامه CR باشد. چون برنامه CR تحقیق ما شامل دو نوع تمرین هوازی (HIIT و MICT) بود. درحالیکه برنامه CR تحقیق شعبانی و همکاران شامل یک تمرین ترکیبی استقامتی مقاومتی بود(۳۰).

البته باید درنظر داشته باشیم که در تحقیق ما بعداز هشت هفته برنامه CR، بیماران هردو گروه HIIT و MICT درمقایسه با گروه کنترل بهبود اندکی در LVEF نشان دادند، اما این بهبودی ازنظر آماری معنی دار نبود ($P > 0.05$). با توجه به اینکه انجام تمرینات هوازی در درازمدت معمولا باعث بهبود قابل توجهی در ساختار و عملکرد سیستم قلبی عروقی و

درنتیجه باعث بهبود ظرفیت ورزشی می شود(۵۶, ۵۷)، عدم بهبود معنی دار LVEF بیماران تحقیق ما در سازگاری با هشت هفته تمرینات هوازی بحث برانگیز است.

در سازگاری با تمرینات هوازی افزایش حجم حفره و ضخامت دیواره خلفی بطن چپ _ هردو _ باعث افزایش توده میوکارد (هیپرتروفی فیزیولوژیک) می شوند(۵۶, ۵۷). افزایش حجم حفره بطن چپ باعث افزایش حجم پایان دیاستولی (EDV) ناشی از ورود بیشتر خون به بطن چپ طی دوره دیاستول(۵۶–۵۸)، و همچنین باعث کاهش حجم پایان سیستولی (ESV) ناشی از هم پوشانی بهینه فیلامان های اکتین و میوزین در اثر کشش میوکارد (رابطه طول تنسیون) و انقباض قوی تر میوکارد(۵۶–۵۸)، و درنتیجه باعث افزایش حجم ضربه ای (SV) (طبق مکانیسم فرانک استارلینگ قلب) می شود(۵۶–۵۸). بعلاوه، افزایش ضخامت دیواره خلفی بطن چپ با انقباض قوی تر میوکارد طی دوره سیستول بطنی، به نوبه خود باعث کاهش ESV، و درنتیجه باعث افزایش SV می شود(۵۶, ۵۷). بر این اساس، افزایش SV باعث افزایش برونده قلب، و افزایش برونده قلب باعث افزایش VO2 می شود(۵۶, ۵۷). بعلاوه، افزایشSV باعث خروج نسبت بیشتری از EDV درهر ضربان قلب، از بطن چپ به درون شریان آئورت و گردش خون سیستمیک می شود، بنابرین LVEF یا بعبارتی [(SVx100)/EDV] بطور قابل توجهی افزایش می یابد (۵۶–۵۸).

یکی از دلایلی که ممکن است علت عدم بهبود معنی دار LVEF بیماران تحقیق ما بعداز هشت هفته برنامه CR باشد، می تواند ناکافی بودن دوره تمرینات هوازی (هشت هفته) باشد. بنظر می رسد که اگر دوره تمرینات نسبتا طولانی تر (۱۲–۱۰ هفته) بود، احتمالا در LVEF بیماران بهبودی بیشتری حاصل می شد. علاوه بر این، باید درنظر داشته باشیم که در تحقیق ما بیش از نیمی از بیماران گروه های تمرین (HIIT سه بیمار و MICT هفت بیمار) داروهای مسدد بتاآدرنرژیک (β-blockers) مصرف می کردند و با توجه به مکانیسم اثر β-blockers که معمولا جهت درمان ایسکمی میوکارد و مهار آنژین صدری برای بیماران قلبی تجویز می شوند، و برای نشستن روی رسپتورهای بتاآدرنرژیک با کاتکولامین ها رقابت می کنند، و با مسدود کردن رسپتورهای سمپاتیکی بتا در فیبرهای میوکارد و فیبرهای تخصص عمل یافته تحریکی و هدایتی عضله قلب، مانع از تحریک سمپاتیکی ضربان و قدرت انقباضی قلب، و درنتیجه باعث کاهش ضربان و قدرت انقباضی قلب می شوند، تا از این طریق بار کاری عضله قلب و اکسیژن مصرف شده توسط عضله قلب را نسبت به جریان خون کرونری که در اثر ایسکمی میوکارد محدود شده است را تا حدودی کاهش بدهند و باعث جبران ایسکمی میوکارد و مهار آنژین صدری بشوند(۵۸, ۵۹)، بطور کلی باعث مهار کردن فعالیت قلب درحین تمرینات ورزشی و درنتیجه محدود کردن سازگاری های ایجاد شده در قلب ناشی از تمرینات هوازی (ازجمله بهبود LVEF) می شود، که می تواند توجیهی برای عدم بهبود معنی دار LVEF بیماران هردو گروه HIIT و MICT در تحقیق ما باشد.

نتیجه گیری

با توجه به نتایج تحقیق حاضر مشاهده گردید استفاده از HIIT در برنامه CR بیماران POST CABG بطور کنترل شده و با روش اعمال شده در این تحقیق، باعث بروز حوادث ناگوار نگردید و درمقایسه با MICT رایج (مرسوم)، بهبود بیشتری در VO2 peak این بیماران ایجاد کرد. و از آنجایی که VO2 peak بعنوان بهترین پیشگوئی کننده بقاء در بیماران قلبی شناخته شده است(۴–۶) و رابطه معکوسی با تمام علل مرگ ومیر در این بیماران دارد(۷, ۸)، انتخاب تمرینات ورزشی CR که بیشترین بهبودی در VO2 peak را بدنبال دارد، برای این بیماران اهمیت زیادی دارد. بنابرین نتایج تحقیق حاضر می تواند به متخصصین طب ورزش جهت انتخاب سبک مناسب و شدت مطلوب تمرینات ورزشی CR، و درنتیجه بهبود ظرفیت ورزشی و کیفیت زندگی بیماران قلبی کمک کند.

منابع

1-García IB, Arias JÁR, Campo DJR, González-Moro IM, Poyatos MC. High-intensity interval training dosage for heart failure and coronary artery disease cardiac rehabilitation. A systematic review and meta-analysis. Revista Española de Cardiología (English Edition). 2019;72(3):233-43.

2-Lozano R, Naghavi M, Foreman K, Lim S, Shibuya K, Aboyans V, et al. Global and regional mortality from 235 causes of death for 20 age groups in 1990 and 2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 20 .۱۰The lancet. 2012;380(9859):2095-128.

3-Members: ATF, Perk J, De Backer G, Gohlke H, Graham I, Reiner Ž, et al. European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice (version 2012) The Fifth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice (constituted by representatives of nine societies and by invited experts) Developed with the special contribution of the European Association for Cardiovascular Prevention & Rehabilitation (EACPR). European heart journal. 2012;33(13):1635-701.

4-Kavanagh T, Mertens DJ, Hamm LF, Beyene J, Kennedy J, Corey P, et al. Prediction of long-term prognosis in 12 169 men referred for cardiac rehabilitation. Circulation.۷۱-٦٦٦:(٦)۱۰٦;۲۰۰۲ .

5-Myers J, Prakash M, Froelicher V, Do D, Partington S, Atwood JE. Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. New England journal of medicine. 2002;346(11):793-801.

6-Keteyian SJ, Brawner CA, Savage PD ,Ehrman JK, Schairer J, Divine G, et al. Peak aerobic capacity predicts prognosis in patients with coronary heart disease. American heart journal. 2008;156(2):292-300.

7-Kodama S, Saito K, Tanaka S, Maki M, Yachi Y, Asumi M, et al. Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: a meta-analysis. Jama. 2009;301(19):2024-35.

8-Taylor RS, Brown A, Ebrahim S, Jolliffe J, Noorani H, Rees K, et al. Exercise-based rehabilitation for patients with coronary heart disease: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. The American journal of medicine. 2004;116(10):682-92.

9-Hagberg JM. Physiologic adaptations to prolonged high-intensity exercise training in patients with coronary artery disease. Medicine and science in sports and exercise. 1991;23(6):661-7.

10-Kendziorra K, Walther C, Foerster M, Möbius-Winkler S, Conradi K, Schuler G, et al. Changes in myocardial perfusion due to physical exercise in patients with stable coronary artery disease. European journal of nuclear medicine and molecular imaging. 2005;32(7):813-9.

11-Kim C, Choi HE, Lim MH. Effect of high interval training in acute myocardial infarction patients with drug-eluting stent. American journal of physical medicine & rehabilitation. 2015;94(10S):879-86.

12-Heran BS, Chen JM, Ebrahim S, Moxham T, Oldridge N, Rees K, et al. Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease. Cochrane database of systematic reviews. 2011.(۷)

13-Australia NHFo. Secondary prevention of cardiovascular disease. National Heart Foundation of Australia Canberra; 2010.

14-Anderson L, Oldridge N, Thompson DR, Zwisler A-D, Rees K, Martin N, et al. Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease: Cochrane systematic review and meta-analysis. Journal of the American College of Cardiology. 2016;67(1):1-12.

15-Price KJ, Gordon BA, Bird SR, Benson AC. A review of guidelines for cardiac rehabilitation exercise programmes: is there an international consensus? European Journal of Preventive Cardiology. 2016;23(16):1715-33.

16-Thompson PD, Arena R, Riebe D, Pescatello LS. ACSM's new preparticipation health screening recommendations from ACSM's guidelines for exercise testing and prescription .Current sports medicine reports. 2013;12(4):215-7.

17-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 journal of sports medicine. 2018;9:1.

18-Wisløff U, Ellingsen Ø, Kemi OJ. High-intensity interval training to maximize cardiac benefits of exercise training? Exercise and sport sciences reviews. 2009;37(3):139-46.

19-Fletcher GF, Balady GJ, Amsterdam EA, Chaitman B, Eckel R, Fleg J, et al. Exercise standards for testing and training: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. Circulation. 2001;104(14):1694-740.

20-Camm AJ, Lüscher TF, Serruys PW. The ESC textbook of cardiovascular medicine: OXFORD university press; 2009.

21-Cardiovascular AAo, Rehabilitation P. Guidelines for cardiac rehabilitation and secondary prevention programs: Human Kinetics; 2004.

22-Guidelines ECfS, Corrà U, Piepoli MF, Carré F, Heuschmann P, Hoffmann U, et al. Secondary prevention through cardiac rehabilitation: physical activity counselling and exercise training: key components of the position paper from the Cardiac Rehabilitation Section of the European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. European heart journal. 2010;31(16):1967-74.

23-Stone J, Cyr C, Friesen M, Kennedy-Symonds H, Stene R, Smilovitch M. Canadian Association of Cardiac Rehabilitation. Canadian guidelines for cardiac rehabilitation and atherosclerotic heart disease prevention: A summary. Can J Cardiol. 2001;17(Suppl B):3B-30B.

24-Smart NA, Dieberg G, Giallauria F. Intermittent versus continuous exercise training in chronic heart failure: a meta-analysis. International journal of cardiology. 2013;166(2):352-8.

25-Cornish AK, Broadbent S, Cheema BS. Interval training for patients with coronary artery disease: a systematic review. European journal of applied physiology. 2011;111(4):579-89.
26-FOX E, BARTELS R, BILLINGS C, MATHEWS D, Bason R, WEBB W. Intensity and distance of interval training programs and changes in aerobic power. Medicine and science in sports. 1973;5(1):18-22.
27-Villelabeitia Jaureguizar K, Vicente-Campos D, Ruiz Bautista L, Hernandez de la Pena C, Arriaza Gómez MJ, Calero Rueda MJ, et al. Effect of high-intensity interval versus continuous exercise training on functional capacity and quality of life in patients with coronary artery disease. Journal of cardiopulmonary rehabilitation and prevention. 2016;36(2):96-105.
28-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.
29-Gaeini AA, Satarifard S, Heidary A. Comparing the Effect of Eight Weeks of High-Intensity Interval Training and Moderate-Intensity Continuous Training on Physiological Variables of Exercise Stress Test in Cardiac Patient after Coronary Artery Bypass Graft. Journal of Isfahan Medical School. 2014;31(267):2171-81.
30-Shabani R, Nikoo M, Gholamrezaei Sh, Shirmohammadi T. The Effect of Cardiac Rehabilitation on Left Ventricular Remodeling in Men and Women Patients with Coronary Artery Disease. Rehabilitation Journal of Gouilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran. 2013;13(4):132-9.
31-Moholdt TT, Amundsen BH, Rustad LA, Wahba A, Løvø KT, Gullikstad LR, et al. Aerobic interval training versus continuous moderate exercise after coronary artery bypass surgery: a randomized study of cardiovascular effects and quality of life. American heart journal. 2009;158(6):1031-7.
32-Rognmo Ø, Hetland E, Helgerud J, Hoff J, Slørdahl SA. High intensity aerobic interval exercise is superior to moderate intensity exercise for increasing aerobic capacity in patients with coronary artery disease. European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation. 2004;11(3):216-22.
33-Warburton DE, McKenzie DC, Haykowsky MJ, Taylor A, Shoemaker P, Ignaszewski AP, et al. Effectiveness of high-intensity interval training for the rehabilitation of patients with coronary artery disease. The American journal of cardiology. 2005;95(9):1080-4.
34-Currie KD, Dubberley JB, McKELVIE RS, MacDONALD MJ. Low-volume ,high-intensity interval training in patients with CAD. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2013;45(8):1436-42.
35-Rocco EA, Prado DM, Silva AG, Lazzari J, Bortz PC, Rocco DF, et al. Effect of continuous and interval exercise training on the PETCO2 response during a graded exercise test in patients with coronary artery disease.Clinics. 2012;67(6):623-8.
36-Cardozo GG, Oliveira RB, Farinatti PT. Effects of high intensity interval versus moderate continuous training on markers of ventilatory and cardiac efficiency in coronary heart disease patients. The Scientific World Journal. 2015;2015.
37-Monk-Hansen T, Snoer M, Feiereisenn P, Stephan Gielen M, Eva Prescott M, Axel Linke M. High Intensity Interval Training in Heart Failure Patients with Reduced Ejection Fraction.
38-Benetti M, Araujo C, Santos Rd. Cardiorespiratory fitness and quality of life at different exercise intensities after myocardial infarction. Arq Bras Cardiol. 2010;95(3):399-404.
39-Katch V, Weltman A, Sady S, Freedson P. Validity of the relative percent concept for equating training intensity. European journal of applied physiology and occupational physiology. 1978;39(4):219-27.
40-Karvonen J, Vuorimaa T. Heart rate and exercise intensity during sports activities. Sports medicine. 1988;5(5):303-11.
41-Karvonen MJ. The effects of training on heart rate: A longitudinal study. Ann Med Exp Biol Fenn. 1957;35:307-15.
42-Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, Stringer WW, Whipp BJ. Principles of exercise testing and interpretation: including pathophysiology and clinical applications. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2005;37(7):1249.
43-Wilmore JH, Haskell WL. Use of the heart rate-energy expenditure relationship in the individualized prescription of exercise. The American journal of clinical nutrition. 1971;24(9):1186-92.
44-Currie KD, Bailey KJ, Jung ME, McKelvie RS, MacDonald MJ. Effects of resistance training combined with moderate-intensity endurance or low-volume high-intensity interval exercise on cardiovascular risk factors in patients with coronary artery disease. Journal of science and medicine in sport. 2015;18(6):637-42.
45-Borg G. Borg's perceived exertion and pain scales: Human kinetics; 1998.
46-Mezzani A, Hamm LF, Jones AM, McBride PE, Moholdt T, Stone JA, et al .Aerobic exercise intensity assessment and prescription in cardiac rehabilitation: a joint position statement of the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation, the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation and the Canadian Association of Cardiac Rehabilitation. European journal of preventive cardiology. 2013;20(3):442-67.
47-Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. Medicine & Science in Sports & Exercise. 1982.
48-Keteyian SJ, Hibner BA ,Bronsteen K, Kerrigan D, Aldred HA, Reasons LM, et al. Greater improvement in cardiorespiratory fitness using higher-intensity interval training in the standard cardiac rehabilitation setting. Journal of cardiopulmonary rehabilitation and prevention. 201.١٠٥-٩٨:(٢)٣٤;٤
49-Prado D, Rocco E, Silva A, Rocco D, Pacheco M, Silva P, et al. Effects of continuous vs interval exercise training on oxygen uptake efficiency slope in patients with coronary artery disease. Brazilian Journal of Medical and Biological Research. 2016;49.(٢)

50-Gibbons RJ. Jr.; American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to Update the 1997 Exercise Testing Guidelines), ACC/AHA 2002 guideline update for exercise testing: Summary article: A report of the American Coll. 1883.
51-Bartlett JD, Close GL, MacLaren DP, Gregson W, Drust B, Morton JP. High-intensity interval running is perceived to be more enjoyable than moderate-intensity continuous exercise: implications for exercise adherence. Journal of sports sciences. 2011;29(6):547-53.
52-Wisloff U, Stoylen A, Loennechen JP, Bruvold M, Haram PM, Tjonna AE, et al. Superior Cardiovascular Effect Of Aerobic Interval-training Versus Moderate Continuous Training In Elderly Heart Failure Patients: 651May 31 8: 15 AM-8: 30 AM. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2007;39(5):S32.
53-Billat LV. Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Sports medicine. 2001;31(1):13-31.
54-Christensen EH, Hedman R, Saltin B. Intermittent and continuous running (A further contribution to the physiology of intermittent work.). Acta Physiologica Scandinavica. 1960;50(3-4):269-86.
55-Midgley A, McNaughton LR, Carroll S. Physiological determinants of time to exhaustion during intermittent treadmill running at vV· O2max. International journal of sports medicine. 2007;28(04):273-80.
56-Kraemer WJ, Fleck SJ, Deschenes MR. Exercise physiology: integrating theory and application: Lippincott Williams & Wilkins; 2011.
57-McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Exercise physiology: nutrition, energy, and human performance: Lippincott Williams & Wilkins; 2010.
58-Hall JE. Guyton and Hall textbook of medical physiology e-Book: Elsevier Health Sciences; 2010.
59-Ehrman JK, Gordon PM, Visich PS, Keteyian SJ. Clinical exercise physiology: Human Kinetics; 2009.

Comparison of Effects of Eight Weeks of HIIT and MICT Exercise Programs on VO_2 Peak and LVEF in Patients after Coronary Artery Bypass Graft Surgery

Hossein Askari Nejad[1], Abdolhamid Habibi[2*], Rouhollah Ranjbar[3], Seyyed Mohammad Hasan Adel[4]

1-Master of Sport Physiology
2-Professor of Sport Physiology
3-Associate Professor of Sport Physiology
4-Associate Professor of Atherosclerosis Research Center.

1,2,3-Department of Sport Physiology, Faculty of Sport Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
4-Department of Cardiovascular, Faculty of Medicine, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

**Corresponding author:*
Abdolhamid Habibi; Department of Sport Physiology, Faculty of Sport Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
Tel: +989161184888
Email: hamidhabibi330@gmail.com

Abstract

Background and Objective: Exercise programs of cardiac rehabilitation(CR) increase physiological function. The aims of this study were to compare the effects of high intensity interval training(HIIT) to moderate intensity continuous training(MICT) on VO_{2peak} and LVEF of heart patients after coronary artery bypass graft surgery(CABG).

Subjects and Methods: Twenty-four CABG patients(15men and 9women) with an average age of 60.75±3.16 years and average body mass index(BMI) of 28.40±1.09 kg/m^2 were randomly divided into three groups, HIIT, MICT and control group(CG). The training groups, Exercised for 8weeks, 3sessions per week and 45min per session. The research variables(VO_{2peak} and LVEF) were measured and compared in two stages before and after 8weeks of CR program, using cardiopulmonary exercise test(CPET) and echocardiography.

Results: Both HIIT and MICT groups showed significant improvement in VO_{2peak} after eight weeks of CR program ($P<0.05$), and improvement in VO_{2peak} in the HIIT group was significantly greater than the improvement in the MICT group ($P=0.011$). Patients' LVEF were not significantly different between the gtoups ($P=1$). In addition, LVEF did not significant change after eight weeks of CR program in neither of the groups ($P>0.05$).

Conclusion: According to the results of this study, HIIT exercise program is more effective than MICT for improving VO_{2peak} in CABG patients, and despite the high intensity of HIIT, its use in the CR programs of these patients is safe. These results can help sports medicine professionals choose the optimal style and intensity of CR exercises and thus improve the exercise capacity and quality of life of heart patients.

Keywords: Interval Training, Continuous Training, Coronary Artery Disease, Myocardial Infarction, Cardiac Rehabilitation.

►*Please cite this paper as:*
Askari Nejad H, Habibi AH, Ranjbar R, Adel SMH. Comparison of Effects of Eight Weeks of HIIT and MICT Exercise Programs on VO_2 Peak and LVEF in Patients after Coronary Artery Bypass Graft Surgery. Jundishapur Sci Med J 2020; 19(5):423-439

Received: June 5, 2020 **Revised: Aug 11, 2020** **Accepted: Sep 8, 2020**