مجله دانشکده پزشکی اصفهان
سال سی و یکم/شماره ۲۶۷/هفته اول اسفند ماه ۱۳۹۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۸/۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۱/۱

مقایسه‌ی تأثیر هشت هفته تمرین تناوبی با شدت زیاد و تمرین تداومی با شدت متوسط بر متغیرهای فیزیولوژیک آزمون ورزشی در بیماران قلبی پس از عمل جراحی بای‌پس شریان کرونر

دکتر عباسعلی گائینی[۱]، صادق ستاری فرد[۲]، علی حیدری[۳]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: بازتوانی قلبی موجب بهبود ظرفیت عملکردی بیماران قلبی پس از عمل بای‌پس شریان کرونر (Coronary artery bypass graft یا CABG) می‌شود. بنابراین، هدف این مطالعه مقایسه‌ی هشت هفته تمرین تناوبی با تمرین تداومی بر متغیرهای فیزیولوژیک آزمون ورزشی در بیماران قلبی پس از عمل پیوند بای‌پس شریان کرونر بود.

روش‌ها: در این مطالعه‌ی کارآزمایی بالینی، ۳۰ بیمار قلبی مرکز قلب تهران که عمل جراحی CABG بر روی آن‌ها انجام شد، به طور تصادفی به دو گروه برنامه‌ی تمرینی تناوبی با شدت زیاد و تمرین تداومی با شدت متوسط (برنامه‌ی رایج) تقسیم شدند. برنامه‌ی گروه تناوبی شامل ۶ تکرار ۴ دقیقه‌ای با شدت ۹۵–۹۰ درصد ضربان قلب حداکثر و گروه تداومی ۸۰–۶۰ دقیقه با شدت ۸۵–۷۰ درصد ضربان قلب حداکثر سه جلسه در هفته به مدت هشت هفته بود. قبل و بعد از برنامه‌ی تمرینی، ظرفیت عملکردی (VO_2 peak یا Peak oxygen uptake)، مسافت طی شده، زمان رسیدن تا واماندگی و ضربان قلب بیشینه هنگام اجرای آزمون ورزشی بروس برآورد شد. داده‌های جمع‌آوری شده، با استفاده از آزمون One-way analysis of variance (One-way ANOVA) و آزمون تعقیبی LSD (Fisher's least significant difference) تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها: ظرفیت عملکردی به دنبال هر دو برنامه‌ی تمرینی، بدون تفاوت معنی‌دار بین دو گروه، افزایش معنی‌داری پیدا کرد ($P < ۰/۰۵$). افزایش مسافت طی شده، زمان رسیدن تا واماندگی و ضربان قلب بیشینه، پس از برنامه‌ی تناوبی بیشتر از برنامه‌ی تداومی بود ($P < ۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد هر دو برنامه‌ی تمرینی تناوبی با شدت زیاد و تداومی با شدت متوسط موجب بهبود ظرفیت عملکردی بیماران قلبی پس از عمل بای‌پس شریان کرونر می‌شوند. با این حال، تمرین تناوبی نسبت به تداومی در برخی پارامترها مثل مسافت طی شده، زمان رسیدن تا واماندگی و ضربان قلب بیشینه هنگام آزمون ورزشی مؤثرتر بود.

واژگان کلیدی: تمرین تناوبی، آزمون ورزشی، بیماران قلبی پس از عمل جراحی بای‌پس شریان کرونر

ارجاع: گائینی عباسعلی، ستاری فرد صادق، حیدری علی. **مقایسه‌ی تأثیر هشت هفته تمرین تناوبی با شدت زیاد و تمرین تداومی با شدت متوسط بر متغیرهای فیزیولوژیک آزمون ورزشی در بیماران قلبی پس از عمل جراحی بای‌پس شریان کرونر.** مجله دانشکده پزشکی اصفهان ۱۳۹۲؛ ۳۱ (۲۶۷): ۲۱۸۱–۲۱۷۱

۱- استاد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده‌ی تربیت بدنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۲- دانشجوی دکتری، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده‌ی تربیت بدنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۳- کارشناس ارشد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده‌ی تربیت بدنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
نویسنده‌ی مسؤول: صادق ستاری‌فرد
Email: satarifard@ut.ac.ir

مقدمه

بر اساس اعلام سازمان بهداشت جهانی (WHO یا World health organization) بیماری‌های قلبی- عروقی از جمله بیماری شریان کرونر (CAD یا Coronary artery disease) سالانه بیش از ۱۷ میلیون بیمار را به کام مرگ می‌کشاند که این رقم نزدیک به یک سوم تمام مرگ و میرهای سالانه است (۱).

پژوهش‌های اخیر نشان داده است که بازتوانی قلبی با تمرین فعالیت ورزشی می‌تواند ظرفیت فعالیت ورزشی، عوامل خطر کرونری و کیفیت زندگی بیماران را بهبود بخشد که این در نهایت موجب بهبود وضعیت عملکردی و به تأخیر افتادن مرگ و میر افراد مبتلا به بیماری شریان کرونر می‌شود (۲).

ظرفیت عملکردی، توانایی بیشینه‌ی فرد برای انجام یک فعالیت بدنی یا ورزشی فراتر از مقادیر استراحتی تعریف می‌شود که برای برآورد آن از یک آزمون پیش رونده‌ی ورزشی با اندازه‌گیری مقادیر VO_2 peak (Peak oxygen uptake) استفاده می‌شود. طبق تعریف، VO_2 peak بالاترین میزان مصرف اکسیژن توسط فرد هنگام یک فعالیت ورزشی بیشینه است و شاخصی برای تعیین ظرفیت قلبی- تنفسی و ظرفیت ورزشی یا ظرفیت عملکردی می‌باشد (۳).

Reibis و همکاران گزارش کرده‌اند که ظرفیت فعالیت ورزشی یا عملکردی (مقادیر VO_2 peak) قوی‌ترین پیش‌بینی کننده‌ی مرگ و میر ناشی از رویدادهای قلبی است (۳). همچنین نشان داده شده است که برنامه‌های بازتوانی قلبی می‌توانند با افزایش ظرفیت عملکردی بستری مجدد در بیمارستان و وقایع نامطلوب قلبی بیمار پس از عمل جراحی بای‌پس شریان کرونر (Coronary artery bypass graft یا CABG) (۴) و مداخله‌ی زیرپوستی عروق کرونر (PCI یا Percutaneous coronary intervention) (۵) را کاهش دهند. به علاوه، این برنامه‌ها می‌توانند موجب کاهش ۳۱-۱۵ درصدی تمام دلایل مرگ و میر قلبی شوند (۶).

به نظر می‌رسد رایج‌ترین پروتکل مورد استفاده در مراکز بازتوانی، برنامه‌ی تمرین تداومی با شدت متوسط است که جهت افزایش توان هوازی بیماران قلبی به طور شدید توصیه شده است (۷). با این حال، به تازگی تمرین تناوبی با شدت زیاد نیز مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است.

مطالعات اخیر نشان داده‌اند که تمرین تناوبی با شدت زیاد و تمرین تداومی با شدت متوسط، می‌توانند باعث بهبود آمادگی قلبی- تنفسی در افراد مبتلا به CAD، نارسایی قلبی، سندرم متابولیک و افراد چاق شوند (۱۱-۸) که در برخی از این موارد، افزایش در آمادگی قلبی- تنفسی ناشی از تمرین تناوبی زیادتر از تمرین تداومی بود (۱۰-۹) و نیز در عملکرد اندوتلیالی به دنبال تمرین تناوبی در مقایسه با تمرین تداومی، بهبود بیشتری مشاهده شد (۱۰-۹). از زمان معرفی بازتوانی قلبی، پژوهشگران همواره با این سؤال عمده روبه‌رو بوده‌اند که «کدام نوع تمرین ورزشی و در چه شدت و مدتی می‌تواند بیشترین و بهترین اثر را بر بهبود وضعیت بیمار و پیشگیری ثانویه از افزایش عوامل خطر قلبی- عروقی داشته باشد؟».

با وجود فراگیر شدن استفاده از روش‌های CABG و PCI، مطالعات کنترل شده‌ی کمی به ارزیابی آثار برنامه‌های بازتوانی مختلف بر تندرستی بیماران قلبی پس از جراحی CABG (Post-CABG) پس از این

روش‌ها پرداخته‌اند (۱۲). به تازگی، Ghroubi و همکاران گزارش کرده‌اند که به دنبال هشت هفته تمرین قدرتی و تمرین تداومی رایج در بیماران قلبی پس از عمل CABG، ظرفیت عملکردی (MET یا Metabolic equivalent) و مسافت طی شده‌ی آزمون ۶MWD (Six-minute walk distance) افزایش معنی‌داری داشته است (۷). در مقابل، در مطالعه‌ی Maiorana مشاهده شد که تمرین تناوبی با شدت زیاد نسبت به تمرین تداومی با شدت متوسط، بهبود بیشتری در افزایش اکسیژن مصرفی بیماران مبتلا به نارسایی قلبی به همراه دارد (۱۳).

همچنین Iellamo و همکاران گزارش کرده‌اند که تمرین تناوبی با شدت زیاد و تمرین تداومی با شدت متوسط، آثار یکسانی بر ظرفیت عملکردی بیماران مبتلا به نارسایی قلبی القا می‌کنند (۱۴).

هر چند، اجماع بر این است که برنامه های بازتوانی قلبی رایج (برنامه‌ی تمرینی هوازی تداومی با شدت متوسط) و تناوبی با شدت زیاد ایمن هستند و موجب بهبود وضعیت عملکردی و کیفیت زندگی بیماران قلبی می‌شوند. هنوز اختلاف‌های زیادی در مورد آثار برنامه های فعالیت ورزشی بر بهبود عملکرد بیمار، برتری یکی نسبت به دیگری و مهم تر از همه، شدت، مدت و نوع برنامه‌ی تمرینی بهینه جهت استفاده از مزایای حداکثری این قبیل برنامه ها وجود دارد (۱۴-۱۰).

بنابراین، در حال حاضر بهترین نوع برنامه‌ی تمرینی، فعالیت ورزشی در جهت بهبود حداکثری ظرفیت عملکردی بیماران قلبی پس از عمل جراحی CABG مبهم است و مشخص نیست که «آیا تمرین تناوبی با شدت زیاد نسبت به تمرین تداومی با شدت متوسط در بهبود ظرفیت عملکردی و پارامترهای آزمون فعالیت ورزشی بیماران Post-CABG مؤثرتر است یا خیر؟». از این رو، لزوم اجرای مطالعات کنترل شده‌ی بیشتر که به بررسی و ارایه‌ی یک برنامه‌ی تمرینی بازتوانی قلبی بهتر و مفیدتر بپردازند، بیش از پیش احساس می‌شود.

هدف مطالعه‌ی حاضر بررسی پاسخ متغیرهای فیزیولوژیک آزمون فعالیت ورزشی Bruce (وضعیت عملکردی یا VO2 peak، مسافت طی شده، زمان رسیدن تا واماندگی و ضربان قلب بیشینه‌ی بیماران قلبی پس از عمل پیوند بای‌پس شریان کرونر به دنبال هشت هفته برنامه‌ی تمرینی رایج (تداومی با شدت متوسط) و تناوبی با شدت زیاد بود.

روش‌ها

در این مطالعه‌ی کارآزمایی بالینی، از ۱۲۰ بیمار قلبی مرکز قلب تهران ۳۰ بیمار که دارای شرایط ورود به مطالعه بودند، پس از ارزیابی‌های بالینی لازم توسط پزشک متخصص، تکمیل پرسش‌نامه شامل اطلاعات شخصی، سوابق پزشکی– ورزشی و فرم رضایت‌نامه با آگاهی کامل از نحوه‌ی اجرای کار که داوطلبانه تمایل به همکاری و شرکت در پژوهش را داشتند وارد مطالعه شدند. این افراد به طور یکسان و تصادفی به دو گروه برنامه‌ی بازتوانی رایج (n = ۱۵، با سن ۵/۳۳ ± ۴۷/۷۳ سال، قد ۰/۰۹ ± ۱۶۸/۵۳ سانتی‌متر، وزن ۱۲/۳۲ ± ۷۸/۷۷ کیلوگرم و شاخص توده‌ی بدن (BMI یا Body mass index) برابر ۲/۳۳ ± ۲۷/۶۲ کیلوگرم بر متر مربع) و گروه تمرین تناوبی با شدت زیاد (n = ۱۵، سن ۳/۷۱ ± ۴۹/۶۶ سال، قد ۰/۰۹ ± ۱۶۵/۹۳ سانتی‌متر، وزن

۱۳/۴۶ ± ۷۸/۷۴ کیلوگرم و شاخص توده‌ی بدن ۴/۱۴ ± ۲۸/۵۷ کیلوگرم بر متر مربع) تقسیم شدند.

برنامه‌ی تمرینی رایج (تداومی با شدت متوسط) شامل ۳ جلسه تمرین ۷۰-۵۰ دقیقه‌ای با شدت ۸۵-۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه در هفته به مدت ۸ هفته بود. در ابتدا و انتهای هر جلسه‌ی تمرینی، بیمار با شدت ۵۵-۵۰ درصد ضربان قلب بیشینه به مدت ۵ دقیقه بر روی تردمیل به گرم کردن و سرد کردن می‌پرداخت.

در برنامه‌ی تمرین تناوبی پر شدت، ابتدا بیمار به مدت ۵ دقیقه با شدت ۶۰-۵۰ درصد ضربان قلب بیشینه به گرم کردن می‌پرداخت و برنامه‌ی اصلی شامل ۶ تکرار ۴ دقیقه‌ای با شدت ۹۵-۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه بود که بین هر تناوب یا تکرار، ۳-۲ دقیقه استراحت فعال با شدت ۷۰-۵۰ درصد ضربان قلب بیشینه انجام می‌شد (دویدن روی تردمیل یا دوچرخه‌ی کارسنج). در انتهای هر جلسه، بیمار به مدت ۵ دقیقه با شدت ۶۰-۵۰ درصد ضربان قلب بیشینه برنامه را به پایان می‌رساند. شدت برنامه‌ی تمرینی از طریق ضربان قلب و به وسیله‌ی پایش ECG (Electrocardiography) ۳ اشتقاقی کنترل می‌شد. تمامی جلسات تمرینی تحت نظارت مستقیم محقق و دو پرستار متخصص بازتوانی قلب و با پایش مداوم ECG ۳ اشتقاقی صورت می‌گرفت و بروز هر گونه دیس‌آرتیمی، فیبریلاسیون بطنی و دهلیزی در پرونده‌ی بیمار ثبت می‌شد و به رؤیت پزشک متخصص می‌رسید.

معیارهای خروج از مطالعه شامل آنژین صدری ناپایدار، نارسایی قلبی جبران نشده، انفارکتوس قلبی طی ۴ هفته‌ی گذشته، آریتمی‌های بطنی پیچیده و یا هر گونه محدودیت دیگر برای انجام فعالیت ورزشی و شرایط ورود به مطالعه شامل گذشتن یک ماه از CABG بیمار و نداشتن معیارهای خروج بود.

وضعیت عملکردی (VO_2 peak یا مت)، مسافت طی شده، زمان رسیدن تا واماندگی و ضربان قلب بیشینه‌ی هر آزمودنی، هنگام اجرای آزمون ورزشی تعدیل شده‌ی Bruce قبل و پس از برنامه‌ی تمرینی تداومی و تناوبی برآورد شدند. ظرفیت عملکردی (VO_2 peak) به مت بیان می‌شود و یک مت بیانگر مصرف ۳/۵ لیتر اکسیژن به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن در دقیقه است.

داده‌های جمع‌آوری شده در نرم‌افزار SPSS (SPSS Inc., Chicago, IL) و با استفاده از آزمون One-way analysis of variance (One-way ANOVA) و تعقیبی LSD (Fisher's least significant difference) با سطح معنی‌داری P < ۰/۰۵۰۰ تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها

بر اساس داده‌های مطالعه‌ی حاضر، وضعیت عملکردی بیماران هنگام اجرای آزمون ورزشی Bruce پس از هر دو برنامه‌ی تمرینی تناوبی (P < ۰/۰۰۰۱) و تداومی (P = ۰/۰۰۵۰) نسبت به قبل از برنامه‌ی تمرینی بدون تفاوت معنی‌دار بین دو گروه (P = ۰/۱۱۰۰) افزایش معنی‌داری داشته است (جدول ۱).

زمان رسیدن تا واماندگی هنگام اجرای آزمون ورزشی Bruce در هر دو گروه تمرینی تداومی (P < ۰/۰۰۰۱) و تناوبی (P < ۰/۰۰۰۱) افزایش معنی‌داری داشته است که افزایش بیشتر در گروه تناوبی نسبت به گروه تداومی مشاهده شد

(P = ۰/۰۲۶۰) (جدول ۱).

ضربان قلب بیشینه هنگام آزمون ورزشی پس از هر دو فعالیت تداومی (P < ۰/۰۰۰۱) و تناوبی (P < ۰/۰۰۰۱) افزایش معنی‌داری پیدا کرد و افزایش بیشتر در گروه تناوبی نسبت به گروه تداومی مشاهده شد (P = ۰/۰۱۰۰) (جدول ۱).

مسافت طی شده هنگام آزمون ورزشی پس از هر دو گروه تمرین تداومی (P = ۰/۰۰۷۰) و تناوبی (P = ۰/۰۰۱۰) افزایش معنی‌داری پیدا کردند که افزایش بیشتر در گروه تناوبی نسبت به گروه رایج مشاهده شد (P = ۰/۰۰۲۰) (جدول ۱).

بحث

آمادگی قلبی- تنفسی و ظرفیت فعالیت ورزشی بیماران پس از بروز بیماری قلبی کاهش می‌یابد. از این رو، هدف اصلی اغلب مراکز بازتوانی قلبی و برنامه‌های مختلف تمرینی، بهبود وضعیت عملکردی بیماران قلبی است. کالج قلب‌شناسی آمریکا (American College of Cardiology) و انجمن قلب آمریکا (American Heart Association) برنامه‌ی بازتوانی قلبی را برای همه‌ی بیماران مبتلا به CAD واجد شرایط پس از عمل بای‌پس شریان کرونر توصیه می‌کنند (۱۵).

بازتوانی قلبی با تمرین فعالیت ورزشی می‌تواند ظرفیت فعالیت ورزشی، عوامل خطر قلبی و کیفیت زندگی را بهبود بخشد که این در نهایت، مرگ و میر بیماران مبتلا به بیماری شریان کرونر را به تأخیر می‌اندازد (۲). در همین راستا، برخی پژوهش‌ها ایمنی و اثربخشی هر دو برنامه‌ی تمرینی تداومی و تناوبی پر شدت را گزارش کرده‌اند (۱۶). اما، سؤال این است که «کدام برنامه‌ی تمرینی و با چه شدت و مدتی می‌تواند اثربخش‌تر و مفیدتر باشد؟». بنابراین، هدف از مطالعه‌ی حاضر، مقایسه‌ی هشت هفته تمرین تناوبی با شدت زیاد با تمرین تداومی رایج با شدت متوسط بر متغیرهای فیزیولوژیک آزمون ورزشی در بیماران قلبی پس از عمل پیوند بای‌پس شریان کرونر بود.

جدول ۱. تأثیر دو نوع تمرین تناوبی و تداومی بر پارامترهای آزمون ورزشی بیماران قلبی پس از عمل جراحی بای‌پس شریان کرونر

متغیر	گروه	تمرین تداومی	تمرین تناوبی
ظرفیت عملکردی (مت)	قبل	۷/۸۹ ± ۲/۵۱	۸/۱۹ ± ۱/۸۴
	بعد	۱۰/۲۳ ± ۲/۲۱*	۱۱/۵۱ ± ۲/۰۱*
مسافت طی شده (متر)	قبل	۵۴۵/۰۰ ± ۱۶۱/۵۰	۵۵۳/۶ ± ۱۳۲/۱
	بعد	۷۳۸/۱۰ ± ۱۵۵/۴*	۹۱۲/۱۰ ± ۱۵۴/۰۰#*
زمان تا واماندگی (ثانیه: دقیقه)	قبل	۱۱:۲۸	۱۱:۳۲
	بعد	۱۴:۳۳*	۱۵:۳۷#*
ضربان قلب بیشینه	قبل	۱۲۱/۰۰ ± ۱۵/۰۰	۱۲۰/۰۰ ± ۱۱/۰۰
	بعد	۱۲۸/۰۰ ± ۱۵/۰۰*	۱۴۱/۰۰ ± ۱۲/۰۰ #*

* تفاوت معنی‌دار قبل و بعد از برنامه‌ی تمرینی

تفاوت معنی‌دار بین دو گروه

یافته‌ی اصلی پژوهش حاضر این است که یک دوره‌ی هشت هفته‌ای بازتوانی قلبی تمرین تداومی با شدت متوسط موجب افزایش معنی‌دار ۳۰ درصدی و برنامه‌ی بازتوانی تناوبی با شدت زیاد موجب افزایش معنی‌دار ۴۰ درصدی ظرفیت عملکردی (مت) بیماران قلبی Post-CABG می‌شود. همسو با این یافته، Ghroubi و همکاران گزارش کردند که دو برنامه‌ی تمرینی قدرتی و تمرین تداومی هوازی، موجب افزایش یکسان ظرفیت عملکردی بیماران قلبی پس از عمل پیوند بای‌پس شریان کرونر می‌شوند (۷).

همچنین، در مطالعه‌ی Moholdt و همکاران افزایش معنی‌دار VO_2 peak بیماران Post-CABG به دنبال ۴ هفته تمرین تناوبی و تداومی بدون هیچ تفاوت معنی‌داری بین دو گروه گزارش شد، اما پس از گذشت ۶ ماه، گروه تمرین تناوبی نسبت به تمرین تداومی افزایش بالاتری در مقادیر VO_2 peak (شاخص آمادگی قلبی- تنفسی) داشته‌اند (۱۰).

در مطالعه‌ی Iellamo و همکاران نیز گزارش شده است که تمرین تناوبی و تداومی، آثار یکسانی بر ظرفیت عملکردی، همودینامیک مرکزی و پروفایل متابولیکی بیماران مبتلا به نارسایی قلبی دارد (۱۴). با این حال، هر چند در مطالعه‌ی حاضر اختلاف ۱۰ درصدی ظرفیت عملکردی بین دو گروه به لحاظ آماری معنی‌دار نبود، اما به راحتی هم نمی‌توان از برتری تمرین تناوبی با شدت زیاد نسبت به تمرین تداومی با شدت متوسط چشم‌پوشی کرد. در این باره، پژوهشگرانی که از برنامه‌ی بازتوانی تناوبی در مقابل تمرین استقامتی (تداومی) استفاده کردند، نشان داده‌اند که تمرین تناوبی با شدت زیاد نسبت به تمرین تداومی با شدت متوسط در بهبود ظرفیت فعالیت ورزشی، عملکرد اندوتلیالی و افزایش مقادیر PGC-1α (Peroxisome proliferator-activated receptor-γ coactivator 1α) یک تنظیم‌گر بیوژنز میتوکندریایی- بیماران مبتلا به سندرم متابولیک و نارسایی قلبی مزمن مؤثرتر است (۱۷، ۲). به تازگی، Haykowsky و همکاران پس از بررسی یک مطالعه‌ی فراتحلیلی به این نتیجه رسیدند که تمرین تناوبی نسبت به تمرین تداومی برای بهبود VO_2 peak بیماران مبتلا به نارسایی قلبی مؤثرتر است (۱۸).

همچنین، برخی مطالعات نشان داده‌اند که تمرین تناوبی با شدت زیاد در مقابل تمرین تداومی با شدت متوسط می‌تواند پیشرفت‌های زیادتری را در VO_2 max (بهترین پیشگویی کننده‌ی مرگ در میان بیماران قلبی) و دیگر پارامترهای فیزیولوژیک بیماران قلبی ایجاد کند (۱۷، ۸). Maiorana نشان داد که تمرین تناوبی (۴ اینتروال ۴ دقیقه‌ای با شدت ۹۵-۹۰ درصد ضربان قلب حداکثر)، در مقابل تمرین تداومی (۵۰ دقیقه با شدت ۷۰-۵۰ درصد ضربان قلب حداکثر) دستاوردهای بیشتر و بهتری در بهبود ظرفیت هوازی، مقیاس‌های منعکس کننده‌ی بطن چپ و عملکرد اندوتلیالی برای بیماران قلبی به همراه دارد (۱۳). یک دلیل احتمالی در تناقض یافته‌ها می‌تواند تفاوت در روش‌شناسی موضوع مورد مطالعه، نوع، شدت و مدت برنامه‌ی تمرینی و نیز تفاوت در پاتولوژی عارضه‌ی مورد بررسی و شدت بیماری باشد.

با این حال، ساز و کارهای بیولوژیکی که طی آن تمرین تناوبی به افزایش بیشتر در VO_2 peak منجر می‌شود، می‌تواند ناشی از پیشرفت‌های وابسته به

شدت در عملکرد عضله‌ی اسکلتی و قلبی- عروقی باشد (۱۸). در این باره، Tomczak و همکاران با به کارگیری MRI قلبی، افزایش کسر تزریقی بطن چپ و کاهش مقاومت عروق سیستمیک را ۳۰ دقیقه پس از توقف یک جلسه تمرین تناوبی پر شدت در بیماران قلبی مشاهده کردند (۱۹). علاوه بر این، مشاهده شده است که فعالیت ورزشی با شدت زیادتر با ایجاد فشار بیشتر بر سیستم عصبی- عضلانی، بهتر می‌تواند سازگاری‌هایی را در جهت افزایش قدرت و توده‌ی عضلانی، افزایش ظرفیت اکسیداتیو، مصرف اکسیژن دریافتی و آمادگی قلبی- تنفسی در افراد سالم و بیمار ایجاد کند (۲۰). یک توضیح دیگر احتمالی آثار برتر تمرین تناوبی با شدت زیاد نسبت به تداومی با شدت متوسط، این است که تمرین تناوبی با شدت زیاد با ایجاد فشار بر سیستم عصبی- عضلانی به طور مؤثری ظرفیت و کارایی هوازی بیماران قلبی را افزایش می‌دهد و عدم تحمل فعالیت ورزشی بیماران را از بین می‌برد (۲۱). از این رو، ظرفیت عملکردی بالاتر می‌تواند پتانسیل کمتری برای مرگ و میر بیماران قلبی به نمایش بگذارد و در ضمن، بار مالی نظام بهداشت و درمان را کاهش می‌دهد (۲۲).

یافته‌ی دیگر مطالعه‌ی حاضر، افزایش معنی‌دار ۶۴ درصدی در مقابل ۳۰ درصدی مسافت طی شده، ۴۵ درصدی در مقابل ۳۵ درصدی مدت زمان تا واماندگی (مدت زمان اجرای آزمون ورزش) و ۱۵ درصدی در مقابل ۵ درصدی ضربان قلب بیشنه هنگام اجرای آزمون ورزشی پس از هشت هفته تمرین تناوبی و تداومی به ترتیب نسبت به قبل از برنامه‌ی تمرینی بود. این تغییرات اغلب می‌توانند نتیجه‌ی سازگاری‌های سیستمیک قلبی- تنفسی، عصبی- عضلانی و متابولیکی به تمرین فعالیت ورزشی باشند. همچنین افزایش برون‌ده‌ی قلبی، افزایش حجم خون، افزایش حجم پایان دیاستولی، افزایش کسر تزریقی، کاهش مقاومت محیط عروق، بهبود شل شدگی و انبساط اندوتلیوم شریان‌های کرونری و محیطی، افزایش خون‌رسانی محیطی و عضلانی و افزایش ظرفیت اکسایشی عضلانی از جمله سازگاری‌هایی هستند که به دنبال تمرین ورزشی ایجاد می‌شوند. بهبود ظرفیت اکسیداتیو عضله‌ی اسکلتی می‌تواند نقش مهمی در افزایش مدت زمان فعالیت تا واماندگی و نیز مسافت طی شده پس از تمرین تناوبی نسبت به تمرین تداومی ایفا کند (۱۸).

Wisloff و همکاران نیز ثابت کردند که افزایش در مقادیر PGC-1α عضله‌ی اسکلتی بیماران قلبی پس از تمرین تناوبی نسبت به تمرین تداومی زیادتر بوده است (۹). PGC-1α یک هم‌فعال کننده‌ی رونویسی (Transcriptional coactivator) است که ژن‌های درگیر در متابولیسم انرژی را تنظیم می‌کند. همچنین، کاهش بیان پروتئین میواستاتین (ترمز رشد عضلانی و تنظیم‌گر کلیدی توده‌ی عضله‌ی اسکلتی) در عضله‌ی اسکلتی و میوکاردی به دنبال ۴ هفته تمرین تناوبی در بیماران قلبی مشاهده شده است (۲۳). این تغییرات می‌توانند در جهت افزایش توده‌ی میتوکندریایی و عضله‌ی اسکلتی و در نتیجه، بهتر شدن وضعیت متابولیکی، تحمل فعالیت ورزشی و ظرفیت ورزشی بیماران قلبی پس از تمرین تناوبی، مفید واقع شوند. از طرف دیگر، افزایش در حجم ضربه‌ای، برون‌ده قلبی و کاهش مقاومت عروق سیستمیک به دنبال تمرین تناوبی در مقایسه با تمرین

تداومی در بیماران قلبی گزارش شده است (۲۱)، که این وضعیت به نوبه‌ی خود موجب افزایش ظرفیت و تحمل فعالیت ورزشی بیمار هنگام اجرای آزمون ورزش می‌شود.

با این حال، ترس از مرگ ناگهانی هنگام اجرای این نوع تمرین‌های ورزشی (تمرین تناوبی پر شدت)، یکی از نگرانی‌های متخصصان بازتوانی و بیماران قلبی است. این در حالی است که مطالعات منظم کنترل شده، نشان می‌دهند خطر مرگ ناگهانی ناشی از روش‌های تمرینی با شدت زیاد، کم‌تر از ۱ به ۱/۵ میلیون است (۲۴). همچنین در یک مطالعه‌ی جدید از مجموع ۱۴۶۳۶۴ ساعت فعالیت ورزشی شدید تناوبی در ۴۸۴۶ بیماران قلبی پس از CABG، تنها ۲ ایست قلبی غیر کشنده مشاهده شد و نیز هنگام اجرای پروتکل ورزشی پر شدت هیچ انفارکتوس قلبی گزارش نشد (۱۶).

Beauchamp و همکاران بیان کردند که در بیمارانی که قادر به تحمل فعالیت ورزشی تداومی طولانی مدت نیستند، تمرین تناوبی می‌تواند برای فعالیت ورزشی تداومی به عنوان یک انتخاب تمرینی یا مکمل تمرینی مؤثر مطرح شود (۲۵). بنابراین، پیشنهاد می‌شود با توجه به این که تمرین تناوبی با شدت زیاد نسبت به تمرین استقامتی تداومی (شدت کم و مدت زیاد) در کسب مزایای قلبی- عروقی مؤثرتر است، نوع تمرین فعالیت ورزشی و سبک کنونی بازتوانی قلبی تا حدود زیادی می‌بایست تغییر کند. همچنین، به مراکز بازتوانی توصیه می‌شود جهت نیل به دستاوردهای بالاتر درمانی در کنار برنامه‌ی بازتوانی قلبی رایج (تداومی) از برنامه‌ی تمرین تناوبی با شدت زیاد (با توجه به اثبات ایمن بودن و مؤثر بودن در ایجاد سازگاری‌های قلبی- عروقی) نیز به عنوان یک روش تمرینی استفاده نمایند. عدم کنترل رژیم غذایی و عدم کنترل دقیق فعالیت‌های حرکتی روزانه‌ی آزمودنی‌ها از جمله محدودیت‌های این پژوهش بود.

نتیجه‌گیری

بر اساس یافته‌های مطالعه‌ی حاضر، هر دو برنامه‌ی تمرینی تداومی با شدت متوسط و برنامه‌ی تمرینی تناوبی با شدت زیاد، می‌توانند موجب بهبود وضعیت عملکردی بیماران قلبی پس از عمل بای‌پس شریان کرونر شوند. با این حال، برنامه‌ی تمرینی تناوبی با شدت زیاد نه تنها خطری برای بیمار ایجاد نمی‌کند، بلکه در برخی پارامترها مثل افزایش ضربان قلب بیشینه، زمان تا واماندگی و مسافت طی شده هنگام اجرای آزمون ورزشی، مؤثرتر از برنامه‌ی بازتوانی رایج (تداومی با شدت متوسط) می‌باشد.

تشکر و قدردانی

از دکتر کیانوش حسینی (جراح و متخصص قلب و عروق)، دکتر نجاتیان (فیزیوتراپ و متخصص بازتوانی قلب) و کلیه‌ی پرسنل زحمتکش بیمارستان مرکز قلب تهران به دلیل همکاری مؤثر در طول این پژوهش، کمال تشکر را داریم.

References

1. World Health Organization. Cardiovascular disease. Geneva, Switzerland: WHO; 2008.
2. Leon AS, Franklin BA, Costa F, Balady GJ, Berra KA, Stewart KJ, et al. Cardiac

rehabilitation and secondary prevention of coronary heart disease: an American Heart Association scientific statement from the Council on Clinical Cardiology (Subcommittee on Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention) and the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Subcommittee on Physical Activity), in collaboration with the American association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. Circulation 2005; 111(3): 369-76.

3. Reibis RK, Treszl A, Wegscheider K, Ehrlich B, Dissmann R, Voller H. Exercise capacity is the most powerful predictor of 2-year mortality in patients with left ventricular systolic dysfunction. Herz 2010; 35(2): 104-10.
4. Piepoli MF, Davos C, Francis DP, Coats AJ. Exercise training meta-analysis of trials in patients with chronic heart failure (ExTraMATCH). BMJ 2004; 328(7433): 189.
5. Dendale P, Berger J, Hansen D, Vaes J, Benit E, Weymans M. Cardiac rehabilitation reduces the rate of major adverse cardiac events after percutaneous coronary intervention. Eur J Cardiovasc Nurs 2005; 4(2): 113-6.
6. Conraads VM, Beckers PJ. Exercise training in heart failure: practical guidance. Heart 2010; 96(24): 2025-31.
7. 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.
8. 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. Am J Cardiol 2005; 95(9): 1080-4.
9. Wisloff U, Stoylen A, Loennechen JP, Bruvold M, Rognmo O, Haram PM, et al. Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: a randomized study. Circulation 2007; 115(24): 3086-94.
10. Moholdt TT, Amundsen BH, Rustad LA, Wahba A, Lovo 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. Am Heart J 2009; 158(6): 1031-7.
11. Munk PS, Staal EM, Butt N, Isaksen K, Larsen AI. High-intensity interval training may reduce in-stent restenosis following percutaneous coronary intervention with stent implantation A randomized controlled trial evaluating the relationship to endothelial function and inflammation. Am Heart J 2009; 158(5): 734-41.
12. Stewart KJ, Badenhop D, Brubaker PH, Keteyian SJ, King M. Cardiac rehabilitation following percutaneous revascularization, heart transplant, heart valve surgery, and for chronic heart failure. Chest 2003; 123(6): 2104-11.
13. Maiorana A. Interval training confers greater gains than continuous training in people with heart failure. J Physiother 2012; 58(3): 199.
14. Iellamo F, Manzi V, Caminiti G, Vitale C, Castagna C, Massaro M, et al. Matched dose interval and continuous exercise training induce similar cardiorespiratory and metabolic adaptations in patients with heart failure. Int J Cardiol 2013; 167(6): 2561-5.
15. Eagle KA, Guyton RA, Davidoff R, Edwards FH, Ewy GA, Gardner TJ, et al. ACC/AHA 2004 guideline update for coronary artery bypass graft surgery: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to Update the 1999 Guidelines for Coronary Artery Bypass Graft Surgery). Circulation 2004; 110(14): e340-e437.
16. Rognmo O, Moholdt T, Bakken H, Hole T, Molstad P, Myhr NE, et al. Cardiovascular risk of high- versus moderate-intensity aerobic exercise in coronary heart disease patients. Circulation 2012; 126(12): 1436-40.
17. Tjonna AE, Lee SJ, Rognmo O, Stolen TO, Bye A, Haram PM, et al. Aerobic interval training versus continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome: a pilot study. Circulation 2008; 118(4): 346-54.
18. Haykowsky MJ, Timmons MP, Kruger C, McNeely M, Taylor DA, Clark AM. Meta-analysis of aerobic interval training on exercise capacity and systolic function in patients with heart failure and reduced ejection fractions. Am J Cardiol 2013; 111(10): 1466-9.
19. Tomczak CR, Thompson RB, Paterson I, Schulte F, Cheng-Baron J, Haennel RG, et al. Effect of acute high-intensity interval exercise on postexercise biventricular function in mild heart failure. J Appl Physiol (1985) 2011; 110(2): 398-406.
20. Gibala MJ, Little JP, Macdonald MJ, Hawley JA. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. J Physiol 2012; 590(Pt 5): 1077-84.
21. 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.
22. Carvalho VO, Mezzani A. Aerobic exercise training intensity in patients with chronic heart failure: principles of assessment and prescription. Eur J Cardiovasc Prev Rehabil 2011; 18(1): 5-14.
23. Lenk K, Schur R, Linke A, Erbs S, Matsumoto Y, Adams V, et al. Impact of exercise training on myostatin expression in the myocardium and skeletal muscle in a chronic heart failure model. Eur J Heart Fail 2009; 11(4): 342-8.
24. Albert CM, Mittleman MA, Chae CU, Lee IM, Hennekens CH, Manson JE. Triggering of sudden death from cardiac causes by vigorous exertion. N Engl J Med 2000; 343(19): 1355-61.
25. Beauchamp MK, Nonoyama M, Goldstein RS, Hill K, Dolmage TE, Mathur S, et al. Interval versus continuous training in individuals with chronic obstructive pulmonary disease--a systematic review. Thorax 2010; 65(2): 157-64.

Journal of Isfahan Medical School Received: 27.10.2013

Vol. 31, No. 267, 1st Week, March 2014 Accepted: 21.01.2014

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

Abbas Ali Gaeini PhD[1], Sadegh Satarifard MSc[2], Ali Heidary MSc[3]

Original Article

Abstract

Background: Cardiac rehabilitation improves functional capacity in cardiac patients after coronary artery bypass. The aim of this study was to compare the eight weeks of interval training with continuous training on stress test physiological variables in patient with cardiac diseases after coronary artery bypass graft (CABG) surgery .

Methods: In this clinical trial study, 30 patient with cardiac diseases in Tehran Heart Center (Iran) having had CABG surgery were randomly divided into two groups, high-intensity interval and continuous moderate-intensity training (program common). The program of interval group was included 4 repeats × 4 minutes at 90-95% peak of heart rate (HR) and continuous group, 60-80 minute at 70-85% peak HR, three sessions per week for 8 weeks. Functional capacity (VO2 peak), distance traveled, time to exhaustion and maximum heart rate (HRmax) were assessed during the Bruce exercise stress test before and after the training program. The collected data were analyzed using the one-way analysis of variances (ANOVA) and post hoc Fisher's least significant difference (LSD) tests.

Findings: Functional capacity was increased significantly following the both of training programs with no significant difference between the two groups ($P < 0.05$). The increases in traveled distance, time to exhaustion, and HRmax after interval program were more in interval program group ($P < 0.05$).

Conclusion: It seems that both high-intensity interval and moderate-intensity continuous training improve functional capacity in cardiac patient with cardiac diseases after coronary artery bypass sugery. However, interval training was more beneficial than continuous training in some parameters such as traveled distance, time to exhaustion, and HRmax during exercise stress test.

Keywords: Exercise stress test, Interval training, Coronary artery bypass graft (CABG) surgery

Citation: 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.** J Isfahan Med Sch 2014; 31(267): 2171-81

1- Professor, Department of Exercise Physiology, School of Physical Education, University of Tehran, Tehran, Iran
2- PhD Student, Department of Exercise Physiology, School of Physical Education, University of Tehran, Tehran, Iran
3- Department of Exercise Physiology, School of Physical Education, University of Tehran, Tehran, Iran
Corresponding Author: Sadegh Satarifard MSc, Email: satarifard@ut.ac.ir