

تأثیر هشت هفته تمرین تناوبی با شدت زیاد و تمرین تداومی با شدت متوسط بر ضربان قلب بازیافت دقایق ۲،۱ و ۳ و نیمرخ لیپیدی بیماران قلبی پس از عمل پیوند بای پس شریان کرونر عباسعلی گائینی^۱، *صادق ستاری فرد^۲، محمدرضا کردی^۳، علی حیدری^۴

۱. استاد گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۲. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۳. دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۴. دانش آموخته کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

* نویسنده مسؤل: تهران، خیابان کارگر شمالی، روبروی کوی دانشگاه، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی
پست الکترونیک: satarifard@ut.ac.ir

چکیده

مقدمه: تمرین تناوبی با شدت زیاد روش تمرینی جدیدی است که کمتر در بیماران قلبی بررسی شده است.

هدف: مقایسه تأثیر هشت هفته تمرین تناوبی با تمرین تداومی بر تغییرات ضربان قلب بازیافت و نیمرخ لیپیدی بیماران قلبی پس از عمل پیوند بای پس شریان کرونر.

روش: در این کارآزمایی بالینی، ۳۰ بیمار قلبی مرکز قلب تهران که جراحی بای پس شریان کرونر بر روی آنها انجام شد به طور تصادفی به دو گروه برنامه تمرینی تناوبی و تمرین تداومی تقسیم شدند. برنامه تناوبی شامل ۶ تکرار ۴ دقیقه‌ای با شدت ۹۰ تا ۹۵ تداومی ۶۰ تا ۸۰ دقیقه با شدت ۷۰ تا ۸۵ درصد ضربان قلب حداکثر بود. قبل و بعد از برنامه تمرینی، ضربان قلب اوج و بازیافت دقایق ۱، ۲ و ۳ هنگام اجرای آزمون بروس اندازه‌گیری شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ و آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه تحلیل شد ($p < 0.05$).

یافته‌ها: ضربان قلب بازیافت دقایق ۱ و ۲ دو گروه تناوبی و تداومی نسبت به قبل از برنامه تمرینی کاهش زیادتری داشت ($p < 0.05$). کاهش ضربان قلب بازیافت دقایق ۱ و ۲ پس از آزمون ورزش در گروه تناوبی زیادتر بود ($p < 0.05$). تغییرات ضربان قلب بازیافت دقیقه سوم دو گروه نسبت به قبل از برنامه تمرینی معنادار نبود ($P = 0.1$).

نتیجه‌گیری: هر دو برنامه تناوبی با شدت زیاد و تداومی با شدت متوسط موجب بهبود عملکرد اتونوم قلب و نیمرخ لیپیدی بیماران قلبی پس از عمل بای پس شریان کرونر می‌شود. با این حال، تمرین تناوبی نسبت به تمرین تداومی اثر بیشتری بر کاهش ضربان قلب بازیافت دارد.

کلیدواژه‌ها: بای پس شریان کرونر، تمرین تناوبی، ضربان قلب بازیافت، نیمرخ لیپیدی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۵/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۲/۰۶

مقدمه

بیماری‌های قلبی، عروقی -از جمله بیماری شریان کرونر- یکی از عوامل اصلی مرگ‌ومیر در ایران و جهان است (۱). عمل بای‌پس شریان کرونر (CABG) به منظور بهبود وضعیت عملکرد قلبی-عروقی در آن دسته از بیماران شریان کرونری انجام می‌شود که مبتلا به گرفتگی عروق کرونر باشند. با این حال، نشان داده شده است که آسیب مکانیکی به تارهای اتونوم هنگام جراحی می‌تواند با رفلکس واگی قلبی تداخل ایجاد کند و موجب اختلال عملکرد اتونوم قلب شود (۲).

سیستم عصبی اتونوم (خودکار) و عملکرد قلبی، عروقی به طور نزدیکی با هم در ارتباط است. افزایش فعالیت سمپاتیکی و کاهش فعالیت پاراسمپاتیکی با افزایش خطر مرگ ناگهانی و استعداد ابتلای به آریتمی‌های بطنی ارتباط دارد. این ارتباط بین سیستم عصبی اتونوم و مرگ ناگهانی موجب علاقه به ارزیابی عملکرد اتونوم قلب به عنوان یک روش بالقوه برای شناسایی بیماران در معرض خطر بالای مرگ ناگهانی شده است (۳).

ضربان قلب بازیافت (HRR) پس‌ورزشی یکی از تکنیک‌های غیرتهاجمی، ارزان و کارا است؛ که به عنوان معیاری برای سنجش فعالیت سیستم اتونوم قلبی و واگی استفاده می‌شود و وقایع نامطلوب قلبی، عروقی، مرگ‌ومیر و یا حتی بی‌نظمی‌های قلبی، عروقی را پیشگویی می‌کند (۴). ضربان قلب بازیافت، کاهش ضربان قلب پس از توقف آزمون استرس ورزش تعریف می‌شود و به عنوان یک شاخص پیش‌آگهی و جدید در حال ظاهر شدن است.

مشاهده شده است که افراد دارای ضربان قلب بازیافت غیرطبیعی در معرض یک خطر $2/58$ برابری مرگ‌ومیر قرار دارند (۳). همچنین، نشان داده شده است که HRR غیرطبیعی با عوارض و مرگ‌ومیر قلبی، عروقی در افراد سالم و مبتلا به بیماری دیابت و شریان کرونر ارتباط دارد. علاوه بر این، گزارش شده است که ورزشکاران خوب تمرین کرده به دلیل داشتن فعالیت واگی بالا، دارای کاهش ضربان قلب بازیافت زیادتری هستند (۵).

در همین رابطه، ترویژانی و همکارانش (۲۰۱۲) نشان داده‌اند که افراد سالم نسبت به افراد بی‌تحرک دارای HRR پس‌ورزشی زیادتر و سریعتری هستند (۶). گزارش‌هایی وجود دارد مبنی بر این که HRR افراد بیمار نسبت به افراد سالم دارای تأخیر است؛ که نشان‌دهنده اختلال عملکرد اتونومیک قلبی است و به طور مستقیم با میزان آمادگی هوایی فرد ارتباط دارد (۷ و ۸).

شواهد موجود حکایت از بهبود HRR پس‌ورزشی به عنوان یک نشانگر فعالیت واگ و عملکرد اتونوم قلب پس از بازتوانی در افراد مبتلا به بیماری کرونر قلب (CHD) دارد (۲ و ۹). به

علاوه، به خوبی ثابت شده است که افزایش در مقادیر کلسترول تام، کلسترول-LDL، تری‌گیلیسرید با کاهش در کلسترول-HDL، نقش مهمی در پیشبرد روند آترواسکلروز و انسداد عروق کرونری دارد. بنابراین، یکی از اهداف اصلی برنامه‌های بازتوانی قلبی اصلاح عوامل خطرناک (بهبود عملکرد اتونوم و نیمرخ لیپیدی) است.

پروتکل تمرینی رایج در مراکز بازتوانی، برنامه تمرین پرحجم تداومی با شدت متوسط است؛ که موجب بهبود وضعیت عملکردی، آمادگی قلبی، تنفسی و نیمرخ لیپیدی بیماران می‌شود (۱۰)؛ اما به تازگی، تمرین کم‌حجم تناوبی با شدت زیاد مورد توجه پژوهشگران قلبی، عروقی قرار گرفته است.

با این حال، با وجود فراگیر شدن استفاده از عمل پیوند بای‌پس شریان کرونر، مطالعات کنترل شده کمی به ارزیابی آثار برنامه‌های بازتوانی مختلف بر تندرستی بیماران قلبی-POST CABG پس از این روش‌ها پرداخته است (۱۱). در همین راستا، کوری و همکارانش (۲۰۱۳) به تازگی گزارش کرده‌اند که ضربان قلب بازیافت دقیق اول و دوم بیماران مبتلا به CAD پس از ۱۲ هفته تمرین تناوبی با شدت زیاد و تداومی با شدت متوسط نسبت به قبل از برنامه تمرینی تغییر معناداری نداشته است (۱۲).

در مقابل، وولگاری و همکارانش (۲۰۱۳) نشان داده‌اند که تمرین منظم ورزشی می‌تواند موجب بهبود تغییرپذیری ضربان قلب و عملکرد اتونوم قلبی افراد چاق و دیابتی شود (۱۳). همچنین، در مطالعه استروبر و همکارانش (۲۰۰۶) نشان شده است که ۱۲ هفته تمرین تداومی با شدت متوسط موجب افزایش معنادار ضربان قلب بازیافت بیماران مبتلا به نارسای قلبی دارای HRR غیرطبیعی می‌شود (۱۴).

هرچند ثابت شده است که هر دو تمرین تناوبی با شدت زیاد و تمرین تداومی با شدت متوسط در افراد مبتلا به CAD، نارسای قلبی، سندروم متابولیک و افراد چاق ایمن هستند و در جهت بهبود وضعیت بالینی بیمار سودمند هستند (۱۷-۱۵). با این حال، امروزه پژوهشگران با این پرسش عمده روبه‌رو هستند 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 القا کند؟

بنابراین، لزوم اجرای مطالعات کنترل شده منظم که به بررسی و ارزیابی یک برنامه تمرینی بازتوانی قلبی بهتر و مفیدتر پردازند بیش از پیش احساس می‌شود. بنابراین، هدف مطالعه حاضر، مقایسه تأثیر دو شیوه تمرینی تداومی پرحجم با شدت متوسط و با تمرین تناوبی کم‌حجم با شدت زیاد به مدت هشت هفته بر ضربان قلب بازیافت دقیق ۱، ۲ و ۳ (شاخص عملکرد اتونوم

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 دیس‌آرتمی، فیبریلاسیون بطنی و دهلیزی در پرونده بیمار ثبت و به رؤیت پزشک متخصص می‌رسید.

قبل و ۲۴ ساعت بعد از برنامه تمرینی به منظور ثبت ضربان قلب اوج و ضربان قلب بازیافت دقیق اول، دوم و سوم از هر بیمار یک آزمون ورزشی تعدیل‌شده بروس به کمک ضربان‌سنج پلار (F55) و ترانس‌میتور سینه‌ای گرفته می‌شد. همچنین، مقادیر لیوپروتئین با چگالی بالا و پایین، مقادیر تام‌کلیسترول و تری‌گلیسرید پلاسمای بیماران قبل و بعد از برنامه تمرینی به روش آنزیماتیک اندازه‌گیری شد. داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ و آزمون آماری تحلیل واریانس یک‌طرفه و تعقیبی LSD با سطح معناداری <0.05 تجزیه و تحلیل شد.

یافته‌ها

داده‌های حاصل از مشخصات آنترپومتریک دو گروه برنامه بازتوانی رایج ($n=15$)، با سن $47/7 \pm 5/3$ سال، قد $168/5 \pm 0/09$ سانتی‌متر، وزن $78/7 \pm 12/3$ کیلوگرم و شاخص توده بدن $27/6 \pm 2/3$ کیلوگرم بر متر مربع؛ انحراف استاندارد \pm میانگین) و گروه تمرین تناوبی با شدت زیاد ($n=15$)، با سن $49/6 \pm 3/7$ سال، قد $165/9 \pm 0/09$ سانتی‌متر، وزن $78/7 \pm 13/4$ کیلوگرم و شاخص توده بدن $28/5 \pm 4/1$ کیلوگرم بر متر مربع؛ انحراف استاندارد \pm میانگین) تفاوت معناداری با هم نداشتند و دو گروه از نظر متغیرهای مذکور همگن بودند.

کاهش ضربان قلب بازیافت دقیقه اول آزمون ورزشی بروس در هر دو گروه تمرین تناوبی (کاهش ۲۳ ضربه در دقیقه، $p < 0/001$) و تناوبی (کاهش ۲۹ ضربه در دقیقه، $p < 0/005$) نسبت به قبل از برنامه تمرینی (به ترتیب کاهش ۹ و ۱۱ ضربه در دقیقه) بدون هیچ گونه تفاوت معناداری بین دو گروه در حد معناداری زیادتر بود ($p < 0/001$ و $p < 0/001$).

کاهش ضربان قلب بازیافت دقیقه دوم گروه تناوبی (کاهش ۱۹ ضربه در دقیقه، $p < 0/001$) و تناوبی (کاهش ۲۶ ضربه در دقیقه، $p < 0/005$) نسبت به قبل از برنامه تمرینی (به ترتیب، کاهش ۱۱ و ۱۲ ضربه در دقیقه) بدون تفاوت معناداری بین دو گروه در حد معناداری زیادتر بود ($p < 0/001$ و $p < 0/011$).

تغییرات ضربان قلب بازیافت دقیقه سوم گروه تناوبی (کاهش ۱۱ ضربه در دقیقه) و تناوبی (کاهش ۱۱ ضربه در دقیقه) نسبت به قبل از برنامه تمرینی (به ترتیب کاهش ۹ و ۱۱ ضربه در دقیقه) تغییر معناداری نداشته است ($P=0/1$).

قلب و نشانگر فعالیت واگ) و نیمرخ لیپیدی (عامل انسداد عروق کرونر) بیماران قلبی پس از عمل پیوند بای‌پس شریان کرونر می‌باشد.

روش‌ها

در این مطالعه کارآزمایی بالینی که در سال ۱۳۹۲ انجام گرفت؛ از ۱۲۰ بیمار قلبی مرکز قلب تهران، ۳۰ بیمار که دارای شرایط ورود به مطالعه بودند، پس از ارزیابی‌های بالینی لازم توسط پزشک متخصص، گردآوری داده‌ها آغاز شد. سپس پرسشنامه‌های داده‌های شخصی، سوابق پزشکی و ورزشی و فرم رضایت‌نامه با آگاهی کامل از نحوه اجرای کار که داوطلبانه تمایل به همکاری و شرکت در پژوهش را داشتند تکمیل شد.

افراد مورد مطالعه به طور مساوی و به صورت تصادفی (ساده) به دو گروه برنامه بازتوانی رایج ($n=15$) و گروه تمرین تناوبی با شدت زیاد ($n=15$) تقسیم شدند. معیارهای خروج از مطالعه شامل: آئین صدری ناپایدار، نارسایی قلبی جبران نشده، آنفارتوس قلبی طی ۴ هفته گذشته، آریتمی‌های بطنی پیچیده و یا هر گونه محدودیت دیگر برای انجام فعالیت ورزشی بود. شرایط ورود به مطالعه شامل: گذشتن یک ماه از CABG شدن بیمار و نداشتن معیارهای خروج از مطالعه بود.

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

در برنامه تمرین تناوبی پرشدت، ابتدا بیمار به مدت ۵ دقیقه با شدت ۵۰ تا ۶۰ درصد ضربان قلب بیشینه به گرم کردن می‌پرداخت و برنامه اصلی شامل ۶ تکرار ۴ دقیقه‌ای با شدت ۹۰ تا ۹۵ درصد ضربان قلب بیشینه بود؛ که بین هر تناوب یا تکرار ۲ تا ۳ دقیقه استراحت فعال با شدت ۵۰ تا ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه انجام می‌شد (دویدن روی تردمیل یا دوچرخه کارسنج).

در انتهای هر جلسه، بیمار به مدت ۵ دقیقه با شدت ۵۰ تا ۶۰ درصد ضربان قلب بیشینه برنامه را به پایان می‌رساند (تبدیل درصد حداکثر اکسیژن مصرفی به ضربان قلب هدف برای تمرین ورزشی بر اساس معادله کارونن $(29/95) +$ (درصد حداکثر اکسیژن مصرفی) $= 0/7305$ درصد ضربان قلب ذخیره (ضربان قلب استراحت - ضربان قلب حداکثر) درصد ضربان قلب ذخیره + ضربان قلب استراحت = ضربان قلب هدف) محاسبه شد. شدت برنامه تمرینی از طریق ضربان قلب و به وسیله پایش ECG ۳ اشتقاقی کنترل

حضور در برنامه بازتوانی، افزایش معناداری داشته است ($p < 0.01$ و $p < 0.009$) و غلظت تری گلیسرید پلاسما هر دو گروه تمرین رایج و تناوبی بدون تفاوت معنادار بین دو گروه ($P = 0.7$) پس از ۸ هفته نسبت به قبل از حضور در برنامه بازتوانی کاهش معناداری داشته است ($p < 0.03$ و $p < 0.02$).

حد اکثر ضربان قلب هنگام آزمون ورزشی پس از هر دو فعالیت تناوبی ($p < 0.01$) و تناوبی ($P < 0.001$) افزایش معناداری پیدا کرد و افزایش بیشتری در گروه تناوبی (۲۱ ضربه) نسبت به گروه تناوبی (۸ ضربه) مشاهده شد ($p < 0.01$) (جدول ۱). همان طور که در جدول ۲ نشان داده شده است، مقادیر HDL-C پلاسما هر دو گروه تمرین رایج و تناوبی بدون تفاوت معنادار بین دو گروه ($P = 1$) پس از ۸ هفته نسبت به قبل از

جدول ۱: تغییرات ضربان قلب اوج و بازیافت دقیق ۱،۲ و ۳ و دو گروه تمرین تناوبی و تناوبی به دنبال اجرای آزمون ورزشی بروس

گروه	قبل از برنامه تمرینی			بعد از برنامه تمرینی		
	ضربان اوج	دقیقه اول بازیافت	دقیقه دوم بازیافت	ضربان اوج	دقیقه اول بازیافت	دقیقه دوم بازیافت
تمرین	۱۲۱ ± ۱۵	۱۱۲ ± ۹	۱۰۱ ± ۱۳	۱۲۹ ± ۱۵	۱۰۵ ± ۱۷	۸۶ ± ۱۲
تناوبی	۱۲۰ ± ۱۱	۱۰۹ ± ۱۰	۹۷ ± ۱۰	۱۴۱ ± ۱۲	۱۱۲ ± ۷	۸۶ ± ۴
تفاوت	# (۱۱ ضربه کاهش)*	# (۱۲ ضربه کاهش)*	# (۱۱ ضربه کاهش)*	# (۲۹ ضربه کاهش)*	# (۲۶ ضربه کاهش)*	# (۱۱ ضربه کاهش)*

* تفاوت معنادار نسبت به قبل از برنامه تمرینی
تفاوت معنادار بین دو گروه

متغیر	HDL-C		LDL-C		TG		TC	
	قبل	بعد	قبل	بعد	قبل	بعد	قبل	بعد
تمرین تناوبی	۳۷/۳ ± ۳/۳	۴۰/۳ ± ۳/۲	۱۱۹/۶ ± ۱۸/۱	۱۱۲/۷ ± ۱۷/۵	۱۴۱/۸ ± ۳۰/۲	۱۲۴/۱ ± ۲۷/۴	۱۴۷/۷ ± ۳۶/۲	۱۴۱/۶ ± ۳۴
تمرین تناوبی	۳۷/۲ ± ۳/۱	۴۰/۱ ± ۲/۹	۱۲۰/۱ ± ۲۱/۹	۱۱۳/۶ ± ۲۰/۳	۱۴۶/۵ ± ۴۲/۹	۱۱۶/۵ ± ۲۶/۲	۱۵۴/۹ ± ۳۱/۸	۱۴۵/۷ ± ۲۹/۶

جدول ۲: تغییرات مقادیر نیمرخ لیبیدی دو گروه تمرین تناوبی و تناوبی

* تفاوت معنادار قبل و بعد از برنامه تمرینی
تفاوت معنادار بین دو گروه

بحث

عملکرد سیستم اتونوم قلب و فعالیت عصب واگ بیماران قلبی پس از عمل پیوند بای پس شریان کرونر مختل می شود. تنظیم سیستم اتونوم مختل شده قلب، به ضربان قلب بازیافت غیرطبیعی و یا کاهش کمتر ضربان قلب پس از توقف تمرین منجر می شود؛ که با خط بالاتر وقایع نامطلوب قلبی و مرگ ناگهانی مرتبط است (۱۸).

علاوه بر این، افزایش مقادیر لیبیدی نیز نقش مهمی در ایجاد خطر ثانویه بیماری های قلبی و ایجاد انسداد مجدد عروقی ایفا می کند. بنابراین، یکی از اهداف عمده مراکز بازتوانی قلبی و برنامه های تمرینی، بهبود وضعیت کارکردی قلب و لیبیدی بیماران قلبی است. گایدا و همکارانش (۲۰۱۲) گزارش کرده اند که ضربان قلب بازیافت در سه دقیقه اول دوره بازیافت مرگومیر قلبی، عروقی افراد مبتلا به بیماری شریان کرونر را در طولانی مدت پیشگویی می کند (۱۹).

نشان داده شده است که بازتوانی قلبی با تمرین فعالیت ورزشی می تواند ظرفیت فعالیت ورزشی، عملکرد قلبی، عروقی، عملکرد آندوتلیالی و سیستم اتونوم قلبی را بهبود بخشد و موجب تأخیر مرگومیر بیماران مبتلا به CAD شود (۱۶، ۱۷ و ۲۰). هرچند برنامه تمرینی اغلب مراکز بازتوانی تمرین تناوبی با شدت متوسط است؛ اما مطالعات جدید اثربخشی و ایمنی تمرین تناوبی با شدت زیاد برای بیماران قلبی را تأیید کرده است (۱۰، ۱۶ و ۱۷).

با این حال، امروزه پرسش پژوهشگران حوزه قلبی، عروقی این است که کدام نوع تمرین فعالیت ورزشی و با چه شدت و مدتی می تواند برای بهبود وضعیت بیمار قلبی اثربخش تر و مناسب تر باشد؟ بنابراین، هدف از مطالعه حاضر، مقایسه تأثیر هشت هفته تمرین تناوبی با شدت زیاد با تمرین تناوبی با شدت متوسط بر ضربان قلب بازیافت دقیق ۱، ۲ و ۳ به عنوان یک شاخص عملکرد اتونوم قلب و یک نشانگر فعالیت واگ - و نیمرخ

تمرین تناوبی است که توانسته موجب بهبود این شاخص شود و در مقابل، تمرین تداومی در این امر ناتوان بود (به ترتیب از ۲۳ به ۵۵ و از ۲۰ به ۴۲ ضربه در دو دقیقه).

به علاوه، پژوهشگران نشان داده‌اند که ضربان قلب بازیافت غیرطبیعی با تمرین ورزشی قابل اصلاح است و تمرین ورزشی منظم می‌تواند موجب بهبود کنترل اتونوم ضربان قلب از طریق افزایش تون پاراسمپاتیک، تغییرپذیری ضربان قلب و حساسیت بارورفلکس در افراد مبتلا به بیماری شریان کرونری شود (۲۶). از سوی دیگر، در یک مطالعه جدید، کوری و همکارانش (۲۰۱۳) به بررسی HRR در دقایق ۱ و ۲ بیماران شریان کرونری پس از ۱۲ هفته تمرین تناوبی (۱۰ تناوب ۱ دقیقه‌ای با شدت ۸۰ درصد اوج توان خروجی) و تداومی (۵۰-۳۰ دقیقه با شدت ۶۰ درصد اوج توان خروجی) پرداختند و مشاهده کردند که هیچ کدام از این دو نوع تمرین، بهبودی در عملکرد اتونوم قلبی (HRR) در بیماران مبتلا به CAD ایجاد نکرد (۱۲).

آن‌ها گزارش کردند که این عدم بهبود با تمرین می‌تواند به دلیل مدیریت پزشکی مطلوب و وضعیت پیش‌تمرینی طبیعی HRR (40 ± 12 و 31 ± 8 ضربه در دقیقه: قبل از تمرین دو گروه تداومی و تناوبی) بیماران مورد مطالعه باشد (۱۲).

در مطالعه حاضر وضعیت HRR پیش از تمرین هر دو گروه نامطلوب و غیرطبیعی بود (۹ و ۱۱ ضربه در دقیقه در دو گروه)؛ که این عامل می‌تواند علت ناهمسویی این دو مطالعه باشد. در تأیید این ادعا، نشان داده شده است که دوازده هفته تمرین استقامتی موجب تغییر معناداری در HRR بیماران مبتلا به نارسایی قلبی دارای ضربان قلب بازیافت طبیعی (21 ± 2) نمی‌شود (۱۴). این به این معنی است که اثر بازتوانی قلبی با تمرین ورزشی بر HHR عمدتاً مربوط به مقادیر غیرطبیعی ضربان قلب بازیافت بیماران می‌شود.

به‌علاوه، به تازگی وولگاری و همکارانش (۲۰۱۳) در یک مطالعه مروری گزارش کردند تمرین منظم ورزشی موجب بهبود تغییرپذیری ضربان قلب، عملکرد اتونوم قلب و حساسیت بارورفلکس افراد دیابتی و چاق می‌شود (۱۳). همچنین، نشان داده شده است که تمرین منظم، تغییرپذیری ضربان قلب را به وسیله افزایش کامپلینانس شریان بزرگ از جمله سینوس کاروتید و قوس آئورت تقویت می‌کند؛ که این به نوبه خود، ترافیک عصب بارورسپتور و تون پاراسمپاتیک را افزایش می‌دهد (۱۳).

در مطالعه ساتو و همکارانش (۲۰۰۵)، دو هفته فعالیت جسمانی در یک برنامه بازتوانی، موجب بهبود در ضربان قلب بیماران قلبی پس از عمل پیوند بای‌پس شریان کرونر شد (۲۰). نشان داده شده است که رهایش فرمان‌های مهاری از کورتکس حرکتی (فرمان‌های مرکزی مهاری) به مرکز پاراسمپاتیک

لیبیدی بیماران قلبی پس از عمل پیوند بای‌پس شریان کرونر بود.

یافته اصلی پژوهش حاضر این است که یک دوره هشت هفته‌ای بازتوانی قلبی تمرین تداومی با شدت متوسط موجب افزایش زیادتر در کاهش ضربان قلب بازیافت دقیقه اول نسبت به قبل از تمرین می‌شود (۲۳ ضربه در مقابل ۹ ضربه در دقیقه: بهبود ۲/۵ برابری). همچنین، تمرین تناوبی موجب شتاب بیشتر در افت ضربان قلب بازیافت نسبت به قبل از تمرین می‌شود (۲۹ ضربه در مقابل ۱۱ ضربه: بهبود ۲/۶ برابری)؛ که تمرین تناوبی موجب افزایش ۲۶ درصدی در این افت HRR نسبت به تمرین تداومی شده است (۲۹ ضربه در مقابل ۲۶ ضربه).

همچنین، در دقیقه دوم بازیافت هر دو تمرین تداومی و تناوبی موجب افزایش سریعتر افت HHR شده است (به ترتیب بهبود ۰/۷۲ درصدی و ۲/۱ برابری)؛ که باز هم تمرین تناوبی در این کاهش مؤثرتر بود (۲۶ ضربه در مقابل ۱۹ ضربه در دقیقه: افزایش ۵۰ درصدی). فعالیت ورزشی با افزایش فعالیت سمپاتیک و کاهش فعالیت پاراسمپاتیک همراه است و در دوره بازیافت پس از ورزش بیشینه ترکیبی از فعالیت مجدد پاراسمپاتیک و متعاقباً خروج سیستم سمپاتیک موجب بازگشت به حالت اولیه سیستم قلبی، عروقی می‌شود (۴).

مطالعات جدید نشان می‌دهد که تغییرات قابل توجه در ضربان قلب هنگام ورزش هوازی و پس از مداخلات تمرینی، عمدتاً ناشی از تغییرات در فعالیت سیستم عصبی اتونوم است (۱۳). در همین راستا، نشان داده شده است که تمرین هوازی طولانی‌مدت (مزم) تعادل سیستم اتونوم را در جهت غلبه پاراسمپاتیک از طریق افزایش مدولاسیون واگی ضربان قلب و کاهش فعالیت سیستم عصبی سمپاتیکی سازگار می‌کند (۲۱) و (۲۲).

همسو با یافته پژوهش حاضر، استروبر و همکارانش (۲۰۰۶) پس از بررسی تأثیر ۱۲ هفته تمرین تداومی (۴۵-۴۰ دقیقه با شدت ۶۰ درصد ضربان قلب ذخیره) در بیماران مبتلا به نارسایی قلبی دارای ضربان قلب بازیافت غیرطبیعی گزارش کرده‌اند، برنامه تمرینی تداومی می‌تواند موجب افزایش ضربان قلب بازیافت دقیقه اول (از ۷ ضربه به ۱۲ ضربه در دقیقه) شود (۱۴). برخی مطالعات، ضربان قلب غیرطبیعی را $HHR \leq 12$ (۴، ۲۰ و ۲۳) تعریف کردند و برخی دیگر، $HHR < 18$ (۲۴) ضربه در دقیقه در دقیقه اول بازیافت را ملاک غیرطبیعی بودن HRR قرار دادند.

بر اساس تعریف یک مطالعه اولیه، $HHR \leq 42$ در دو دقیقه اول بازیافت نشان‌دهنده HRR غیرطبیعی است (۲۵)؛ که در مقام قیاس مطالعه حاضر با این تعریف، به نظر می‌رسد که این

موجب افزایش مقادیر HDL-C و کاهش مقادیر تام تری گلیسرید پلازما و نیمرخ لیپیدی می‌شود. از سوی دیگر، ویسلوف (۲۰۰۷) ثابت کرد که افزایش در مقادیر PGC-1 α عضله اسکلتی بیماران قلبی پس از تناوبی نسبت به تمرین مداومی زیادتر بوده است (۱۶). همچنین، کاهش بیان پروتئین میواستاتین (عامل مهار رشد عضلانی و تنظیم‌گر کلیدی توده عضله اسکلتی) در عضله اسکلتی و میوکاردی به دنبال ۴ هفته تمرین تناوبی در بیماران قلبی مشاهده شده است (۳۳).

این تغییرات می‌تواند موجب افزایش توده میتوکندریایی و عضله اسکلتی - به ترتیب - و نیز بهبود وضعیت لیپیدی، متابولیسمی بیمار قلبی پس از تمرین تناوبی شود. هرچند، در مورد اثر تمرینات مختلف بر این شاخص‌ها اجماع نظر وجود ندارد؛ اما به نظر می‌رسد که هر دو نوع تمرینی مداومی و تناوبی در بهبود وضعیت لیپیدی بیماران قلبی مؤثر است.

از محدودیت‌های مطالعه حاضر، عدم کنترل دقیق رژیم غذایی بیماران بود. هرچند، آزمودنی‌ها توافق کردند که از رژیم غذایی پرچرب و شیرینی‌جات استفاده نکنند؛ اما چون تحت نظر نبودند نمی‌توان بر نحوه عملکرد آن‌ها قضاوتی واقع‌بینانه داشت. بنابراین، پیشنهاد می‌شود که مطالعات آینده با رفع محدودیت پژوهش حاضر با استفاده از حجم نمونه زیادتر به بررسی مقایسه اثر تمرین تناوبی با تمرین مقاومتی یا ترکیبی بپردازند.

نتیجه‌گیری

در مجموع، یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که هر دو برنامه تمرینی مداومی و تناوبی می‌تواند موجب افت سریعتر ضربان قلب بازیافت (بهبود وضعیت اتونوم قلب و فعالیت واگی) و بهبود نیمرخ لیپیدی بیماران قلبی پس از عمل بای‌پس شریان کرونر شود. با این حال، به نظر می‌رسد در رابطه با بهبود ضربان قلب غیرطبیعی بیماران برنامه تناوبی کم‌حجم با شدت زیاد نسبت به برنامه مداومی پرحجم با شدت متوسط مؤثرتر بود. بنابراین، توصیه می‌شود که در مراکز بازتوانی قلبی برای کسب دستاوردهای زیادتر، در کنار برنامه بازتوانی قلبی رایج (مداومی)، از برنامه تمرینی تناوبی با شدت زیاد نیز استفاده شود.

تشکر و قدردانی

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

References

1. World Health Organisation. The World Health Report: Cardiovascular Disease. Report of the Director-General. WHO 2008; Geneva

نسبت به تحریک بارو یا کمورسپتور نقش مهمی در فعال‌سازی مجدد واگی پس‌ورزشی ایفا می‌کند (۲۷ و ۲۸). بنابراین، گفته شده که بهبود HRR ناشی از تمرین ورزشی منظم همچنین می‌تواند وابسته به تغییرات در مکانیزم‌های فرمان مرکزی باشد (Sato). علاوه بر این، آمادگی قلبی، تنفسی پایین احتمالاً از طریق تغییر تعادل سمپاتیکی، واگی می‌تواند با اختلال ضربان قلب بازیافت در ارتباط باشد (۱۹). بر این اساس، ناگاشیما و همکارانش (۲۰۱۰) گزارش کردند که بهبود در عملکرد قلبی، تنفسی به وسیله تمرین ورزشی منظم عامل اصلی در بهبود HHR است (۲۹).

همچنین، ترویزانی و همکارانش (۲۰۱۲) نشان داده‌اند که سطوح بهتر و بالاتر آمادگی هوازی برای کنترل اتونومیک ضربان قلب پس‌ورزشی و حفظ سرعت برگشت دوباره واگ سودمند است (۶). بر همین اساس، برخی مطالعات جدید، برتری تمرین تناوبی نسبت به تمرین مداومی را در افزایش ظرفیت قلبی، تنفسی یا آمادگی هوازی و ظرفیت فعالیت ورزشی بیماران قلبی را گزارش کرده است (۱۰، ۱۶ و ۳۰).

نتیجه دیگر مطالعه حاضر افزایش معنادار مقادیر HDL-C و کاهش مقادیر تام تری گلیسرید هر دو گروه تمرینی مداومی و تناوبی بدون تفاوت معنادار بین دو گروه بود. یافته‌های مطالعات در این باره بسیار ضدونقیض است. برای مثال، در مطالعه فو و همکارانش (۲۰۱۳)، از میان دو نوع تمرین تناوبی و مداومی، فقط تمرین تناوبی موجب افزایش مقادیر HDL بیماران مبتلا به نارسایی قلبی شد (۳۰). همچنین، در مطالعه للامو و همکارانش (۲۰۱۳) نیز نیمرخ لیپیدی پس از ۱۲ هفته تمرین تناوبی و مداومی در بیماران دارای نارسایی قلبی تغییر معناداری نداشت (۳۱).

موهولدت و همکارانش (۲۰۰۹) نیز پس از ۴ هفته تمرین تناوبی و مداومی تغییر معناداری در مقادیر HDL, LDL, TG مشاهده نکردند (۱۷). علت تناقض در این یافته می‌تواند به تفاوت در برنامه و نوع تمرین و وضعیت بیماران و سطوح پیش از فعالیت مقادیر لیپیدی بیماران مربوط باشد. با این حال، به طور کلی، پذیرفته شده است که در بیماران قلبی دارای مقادیر بالای نیمرخ لیپیدی مضر برنامه بازتوانی همراه با تمرین ورزشی می‌تواند موجب بهبود وضعیت لیپیدی، متابولیسمی شود.

افزایش فعالیت لیپوپروتئین لیپاز، لیستین کلاسترول آسیل‌ترانسفراز و کاهش کلاسترول استرترانسفراز به دنبال فعالیت ورزشی منظم گزارش شده است (۳۲). این تغییرات

2. Airaksinen KE, Ikaheimo MJ, Takkunen JT. Heart Rate after Coronary Artery Bypass Grafting. *Am J Cardiol* 1987; 60: 1395-7.
3. Lahiri MK, Kannankeril PJ, Goldberger JJ. Assessment of Autonomic Function in Cardiovascular Disease: Physiological Basis and Prognostic Implications. *J Am Coll Cardiol*. 2008 May 6; 51(18):1725-33.
4. Cole CR, Blackstone EH, Pashkow FJ, Snader CE, Lauer MS. Heart-Rate Recovery Immediately after Exercise as a Predictor of Mortality. *N Engl J Med*. 1999; 341(18): 1351-7.
5. Imai K, Sato H, Hori M, Kusuoka H, Ozaki H, Yokoyama H, Takeda H, Inoue M, Kamada T. Vagally Mediated Heart Rate Recovery after Exercise is Accelerated in Athletes but Blunted in Patients with Chronic Heart Failure. *J Am Coll Cardiol* 1994; 24: 1529 -35.
6. Trevizani GA, Benchimol-Barbosa PR, Nadal J. Effects of Age and Aerobic Fitness on Heart Rate Recovery in Adult Men. *Arq Bras Cardiol*. 2012; 99(3): 802-10.
7. Myers J, Hadley D, Oswald U, Bruner K, Kottman W, Hsu L, et al. Effects of Exercise Training on Heart Rate Recovery in Patients with Chronic Heart Failure. *Am Heart J*. 2007; 153(6): 1056-63.
8. Carnethon MR, Jacobs DR Jr, Sidney S, Sternfeld B, Gidding SS, Shoushtari C, et al. A Longitudinal Study of Physical Activity and Heart Rate Recovery: CARDIA, 1987-93. *Med Sci Sports Exerc*. 2005; 37(4): 606-12.
9. Niemela MJ, Airaksinen KEJ, Tahvanainen KUO, Linnaluoto MK, Takkunen T. Effect of Coronary Artery Bypass Grafting on Cardiac Parasympathetic Nervous Function. *Eur Heart J*. 1992; 13: 932-5.
10. 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
11. Stewart KJ, Badenhop D, Brubaker PH, Keteyian SJ, King M. Cardiac Rehabilitation Following Percutaneous Revascularization, Teart Transplant, Heart Valve Surgery, and for Chronic Heart Failure. *Chest* 2003; 123(6): 2104-11.
12. Currie KD, Rosen LM, Millar PJ, McKelvie RS, Macdonald MJ. Heart Rate Recovery and Heart Rate Variability are Unchanged in Patients with Coronary Artery Disease Following 12 Weeks of High-Intensity Interval and Moderate-Intensity Endurance Exercise Training. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2013; 38(6): 644-50.
13. Voulgari C, Pagoni S, Vinik A, Poirier P. Exercise Improves Cardiac Autonomic Function in Obesity and Diabetes. *Metabolism*. 2013; 62(5): 609-21.
14. Streuber SD, Amsterdam EA, Stebbins CL. Heart Rate Recovery in Heart Failure Patients after a 12-Week Cardiac Rehabilitation Program. *Am J Cardiol*. 2006 (1); 97(5): 694-8.
15. Warburton DE, McKenzie DC, Haykowsky MJ, Taylor A, Shoemaker P, Ignaszewski AP & Chan SY. Effectiveness of High-Intensity Interval Training for the Rehabilitation of Patients with Coronary Artery Disease. *Am J Cardiol* 2005; 95: 1080-4.
16. Wisloff U, Stoylen A, Loennechen JP, Bruvold M, Rognum 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: 3086-94.
17. 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. *Am Heart J* 2009; 158(6):1031-7.

18. Sato S, Takahashi M, Makita S. Changes in Heart Rate Recovery (T30) on Cardiac Rehabilitation in Patients after Coronary Artery Bypass Surgery. *Jpn J Phys Fitness Sports Med* 2002; 51: 275-82.
19. Gayda M, Bourassa MG, Tardif JC, Fortier A, Juneau M, Nigam A. Heart Rate Recovery after Exercise and Long-Term Prognosis in Patients with Coronary Artery Disease. *Can J Cardiol*. 2012; 28(2): 201-7.
20. Sato S, Makita S, Majima M. Additional Physical Activity during Cardiac Rehabilitation Leads to an Improved Heart Rate Recovery in Male Patients after Coronary Artery Bypass Grafting. *Circ J*. 2005; 69(1): 69-71.
21. Billman GE, Kukielka M. Effect of Endurance Exercise Training on Heart Rate Onset and Heart Rate Recovery Responses to Submaximal Exercise in Animals Susceptible to Ventricular Fibrillation. *J Appl Physiol* 2007; 102: 231-40.
22. Hautala AJ, Kiviniemi AM, Tulppo MP. Individual Responses to Aerobic Exercise: the Role of the Autonomic Nervous System. *Neurosci Biobehav Rev* 2009; 33: 107-15.
23. Nishime EO, Cole CR, Blackstone EH, Pashkow FJ, Lauer MS. Heart Rate Recovery and Treadmill Exercise Score as Predictors of Mortality in Patients Referred for Exercise ECG. *JAMA* 2000; 284: 1392-8.
24. Bilsel T, Terzi S, Akbulut T, Sayar N, Hobikoglu G, Yesilcimen K. Abnormal Heart Rate Recovery Immediately after Cardiopulmonary Exercise Testing in Heart Failure Patients. *Int Heart J*. 2006; 47(3): 431-40.
25. Cole C, Foody J, Blackstone E, Lauer M. Heart Rate Recovery after Submaximal Exercise Testing as a Predictor of Mortality in a Cardiovascularly Healthy Cohort. *Ann Intern Med* 2000; 132: 552-5.
26. Iellamo F, Legramante JM, Massaro M, Raimondi G, Galante A. Effects of a Residential Exercise Training on Baroreflex Sensitivity and Heart Rate Variability in Patients with Coronary Artery Disease: A Randomized, Controlled Study. *Circulation* 2000; 102: 2588-92.
27. Toska K, Eriksen M. Peripheral Vasoconstriction Shortly after Onset of Moderate Exercise in Human. *J Appl Physiol* 1994; 77: 1519-25.
28. Walgenbach SC, Donald DE. Inhibition by Carotid Baroreflex of Exercise-Induced Increases in Arterial Pressure. *Circ Res* 1983; 52(3): 253-62.
29. Nagashima J, Musha H, Takada H, Takagi K, Mita T, Mochida T et al. Three-Month Exercise and Weight Loss Program I Heart Rate Recovery in Obese Persons along with Cardiopulmonary Function. *J Cardiol*. 2010; 56(1): 79-84.
30. Fu TC, Wang CH, Lin PS, Hsu CC, Cherng WJ, Huang SC, Liu MH, 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
31. Iellamo F, Manzi V, Caminiti G, Vitale C, Castagna C, Massaro M, Franchini A, Rosano G, Volterrani M. 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.
32. Weise SD, Grandjean PW, Rohack JJ, Womack JW, Crouse SF. Acute Changes in Blood Lipids and Enzymes in Postmenopausal Women after Exercise. *J Appl Physiol*. 2005; 99(2): 609-15.
33. Lenk K, Schur R, Linke A, Erbs S, Matsumoto Y, Adams V, Schuler G. 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.

Effect of Eight Weeks of High-Intensity Interval Training and Moderate-Intensity Continuous Training on HRR at 1, 2 and 3 minutes and Lipid Profile in Cardiac Patients Post-Coronary Artery Bypass Graft

Abbas Ali Gaeini¹, *Sadeh Satarifard², Mohammad Reza Kodi³, Ali Haydari⁴

1. Professor of Exercise Physiology, School of Physical Education, University of Tehran, Tehran, Iran
2. PhD Student of Exercise Physiology, School of Physical Education, University of Tehran, Tehran, Iran
3. Associated Professor of Exercise Physiology, School of Physical Education, University of Tehran, Tehran, Iran
4. MSc of Exercise Physiology, School of Physical Education, University of Tehran, Tehran, Iran

* Corresponding author, Email: satarifard@ut.ac.ir

Abstract

Background: High-intensity interval training is a new training method that has been less explored in patients.

Aim: The purpose of this study was to compare the effect of eight weeks of interval training with continuous training on changes in HRR and lipid profile in cardiac patients post-coronary artery bypass graft.

Methods: In this clinical study, 30 cardiac patients of Tehran Heart Center that had undergone CABG surgery were randomly divided into two groups, interval and continuous training. The protocols included 4rep × 4 min at 90-95% for interval group, and 60-80 minutes at 70-85% peak HR for continuous group. HRmax, HRR at 1, 2 and 3 min following Bruce test was assessed before and after the training program. The collected data were analyzed using SPSS software version 16 and ANOVA test (p<0.05).

Results: HRR at 1 & 2 minute was reduced more in both interval and continuous groups than that of before the training program (p<0.05). The HHR reduction at 1&2 minutes was more significant in the interval group than the continuous group after exercise stress test (p<0.05). The changes in HRR at 3 min in both groups were not significant compared to that of before the training program (p=0.1).

Conclusion: Both high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training improve HRR and lipid profile in cardiac patients after coronary artery bypass. Interval training is more effective on HHR reduction than continuous training.

Keywords: Interval training, HHR, Lipid Profile, Cardiac patients Post- CABG

Received: 20/08/2013

Accepted: 25/03/2014