

تاثیر تمرین ورزشی تناوبی بر ضربان قلب دوره ریکاوری و تغییرپذیری ضربان قلب افراد پس از عمل بای پس شریان کرونر

* احد شفیعی: دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزش، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه شیراز، ایران (*نویسنده مسئول).

ahad.shafie312@yahoo.com

عادل جوهری مقدم: استادیار قلب و عروق، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی ارتش، تهران، ایران. gohari Moghadam 21@yahoo.com

مهلاسادات نبوی زاده: کارشناس ارشد آسیب شناسی و حرکات اصلاحی، گروه آسیب شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، ایران. nmahla14@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۹۵/۵/۱۷

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۲/۱۵

چکیده

زمینه و هدف: در واقع بعد از عمل بای پس عروق کرونری بی‌نظمی و اختلال در ضربان قلب، اختلال در تون عصب واگی و تغییرپذیری ضربان قلب (HRV) به وجود می‌آید هدف از این پژوهش تاثیر تمرین تناوبی بر ضربان قلب دوره ریکاوری (HRR) و تغییرپذیری ضربان قلب پس از عمل بای پس عروق کرونر است.

روش کار: بدین منظور ۲۴ نفر بیمار POST CABG که حداقل یک ماه از عمل جراحی آنها گذشته بود. داوطلبین به دو گروه کنترل (n=12) و تمرین (n=12) تقسیم شدند. ابتدا از کلیه داوطلبین ارزیابی‌های بالینی اولیه به عمل آمد. پس از تست ورزش اولیه و سنجش HRR و HRV، آزمودنی‌ها به قسمت بازتوانی مرکز قلب تهران مراجعه و به مدت ۴ هفته و ۳ جلسه در هفته به انجام فعالیت ورزشی پرداختند. از آزمون t وابسته برای تغییرات درون گروهی و آزمون t مستقل جهت مقایسه بین دو گروه، در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج مطالعه نشان داد چهار هفته تمرین تناوبی تأثیرات سودمندی در پارامترهای تغییرپذیری ضربان قلب (HRV) از قبیل TP، LF، HF، LF/HF دارد. همین طور پروتکل تمرینی طراحی شده موجب کاهش معنی‌داری در ضربان قلب دوره بازافت (HRR) در دقایق ۱-۳ می‌شود. **نتیجه‌گیری:** با بهبود وضعیت دو شاخص مهم (HRV، HRR) مرگ و میر پس از پروتکل تمرینی این مطالعه، می‌توان به منظور بازتوانی افراد POST CABG جهت کاهش عوارض عمل جراحی از این پروتکل تمرینی استفاده کرد.

کلیدواژه‌ها: ضربان قلب دوره ریکاوری، تغییرپذیری ضربان قلب، تمرین ورزشی تناوبی

مقدمه

جراحی قرار می‌گیرند. در صورت گرفتگی عروق کرونر بیمار، عمل بای پس عروق کرونری (Bypass Grafting Coronary Artery) صورت می‌گیرد. جراحی بای پس عروق کرونری عوارض جانبی برای قلب بیمار به همراه دارد. از جمله مهم‌ترین پیامدهای نامطلوب بعد از عمل در بیماران عروق کرونری بی‌نظمی و اختلال در ضربان قلب، اختلال در تون عصب واگ و تغییرپذیری ضربان قلب است (۳). کاهش تغییرپذیری ضربان قلب غالباً نشان دهنده‌ی تضعیف تنظیم خودمختار گره سینوسی دهلیزی یا نارسایی گره سینوسی دهلیزی در پاسخ به چنین تنظیماتی است. همان‌طور که هون و لی نشان دادند، کاهش

بیماری قلبی-عروقی یکی از مهم‌ترین بیماری‌های مزمن است که روند رو به گسترش آن با توسعه جوامع شهری، تغییر رژیم غذایی و کاهش فعالیت بدنی ارتباط مستقیم دارد (۱). همچنین این بیماری، علت اصلی مرگ و میر در سراسر جهان است که هر ساله ۱۷ میلیون نفر را به کام مرگ می‌فرستد (یک‌سوم مرگ‌ومیرها) و ۸۰ درصد از مرگ‌ومیرها در کشورهای در حال توسعه رخ می‌دهد (۲). پس از بروز بیماری قلبی یا عروقی، سکتة قلبی یا آنژین صدری و مشخص شدن میزان گرفتگی که بر اثر سازوکارهای پیچیده‌ای رخ می‌دهند اغلب بیماران تحت عمل

به اثر مثبت فعالیت بدنی به نظر می‌آید که این گونه پژوهش‌ها با عملکرد کاربردی ناشی از ورزش بتواند در آینده به استفاده از فعالیت بدنی به‌عنوان یک برنامه بازتوانی هدفمند و بدون عوارض منجر شود. با این حال، شواهد بالینی اندکی مربوط به مقدار فعالیت بدنی لازم برای جلوگیری از پیشرفت بیماری و یا بازتوانی پس از عمل جراحی در بیماران قلبی-عروقی وجود دارد و اطلاعات در رابطه با اثر تمرین تناوبی بر روی HRR و HRV در بیماران دچار گرفتگی شریان کرونر پس از CABG وجود ندارد. لذا دستیابی به شیوه‌های تمرین مناسب و شدت‌های متفاوت تمرینات هوازی در این فرایند در سال‌های اخیر مورد توجه محققان حوزه فیزیولوژی ورزش قرار گرفته است. با توجه به مطالب فوق به دنبال پاسخ این سؤال که آیا تمرین هوازی تناوبی اثر متفاوتی دارد؟ و تمرین هوازی (تناوبی) در بهبود عوارض ناشی از عمل جراحی تا اندازه کاربرد دارد. از این رو محققان به دنبال کشف تأثیر شدت‌های مختلف فعالیت ورزشی بر عوامل ایجادکننده بیماری‌های قلبی-عروقی و بازتوانی بیماران قلبی پس از عمل جراحی هستند.

روش کار

این مطالعه از نوع آینده‌نگر و نیمه تجربی می‌باشد که در آن متغیرهای موردنظر در دو گروه کنترل و تمرین با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون مورد ارزیابی قرار گرفتند. جامعه آماری این تحقیق را افراد POST CABG که به بیمارستان ۵۰۱ ارتش مراجعه کرده و حداقل یک ماه از عمل جراحی آن‌ها گذشته بود تشکیل دادند. پس از فراخوان از این داوطلبین ۲۴ نفر از آن‌ها به صورت تصادفی انتخاب شده و به دو گروه: کنترل (۱۲ نفر) و تمرین ورزشی تناوبی (۱۲ نفر) تقسیم شدند. قبل از هرگونه آزمایشی آزمودنی‌ها پرسشنامه اطلاعات شخصی را تکمیل کردند و از هدف پژوهش آگاه شدند سپس از کلیه داوطلبین ارزیابی‌های بالینی اولیه (شرح حال، سابقه قلبی بیماری‌های قلب و عروق، معاینات بالینی و اقدامات تشخیصی ECG و تست ورزش) توسط پزشک

تغییرپذیری ضربان قلب در افراد با سبک زندگی کم‌تحرک و در برخی اختلالات نورولوژیکی، متابولیکی، التهابی و قلبی-عروقی دیده می‌شود (۴). همچنین نشان داده شده است در اکثر این اختلالات، کاهش تغییرپذیری ضربان قلب، یک پیش‌بینی کننده مستقل مرگ می‌باشد. به‌ویژه، اغلب در بیماران مبتلا به نارسایی قلبی تغییرپذیری ضربان قلب کاهش چشمگیری می‌یابد (۵). نیمل و همکارانش گزارش کردند CABG باعث افت قابل توجه تغییرپذیری ضربان قلب (Heart Rate Variability) می‌شود (۶). کاهش تغییرپذیری ضربان قلب در بیماران مبتلا به نارسایی قلبی حمله‌های قلبی را پیش‌بینی می‌کند. به‌ویژه، نشان داده شده است اختلال در پارامتر تغییرپذیری ضربان قلب، پیش‌بینی کننده مهم مرگ ناگهانی قلبی می‌باشد (۵). از طرف دیگر اخیراً برای بررسی عملکرد اعصاب واگی و میزان این اختلالات از ضربان قلب دوره ریکاوری (Heart Rate Recovery) استفاده می‌شود. پژوهش‌های یک دهه اخیر نشان داده‌اند ضربان قلب دوره ریکاوری یا سرعت کاهش ضربان قلب پس از آزمون ورزشی با مرگ و میر پس از حوادث قلبی ارتباط بالایی دارد به‌طوری‌که می‌تواند میزان مرگ و میر را مستقل از ارزیابی‌های بالینی دیگر همانند آنژیوگرافی پیش‌بینی کند، ازاین‌رو ارزش تشخیصی بسیار بالایی دارد (۷). هرچند سازوکار دقیق این پدیده هنوز روشن نشده است، نشان داده شده که در بیماران قلبی ضربان قلب بازیافت پس از فعالیت ورزشی دچار اختلال می‌شود یکی از علل ممکن، کاهش تون سمپاتیکی مرتبط با سکتة قلبی است (۸). به دلیل عوارض ناشی از عمل جراحی همچنین بی‌تحرکی ناخواسته توانایی عملکردی بیماران به میزان قابل توجهی پس از عمل کاهش می‌یابد، ازاین‌رو شرکت در برنامه‌های ورزشی و بازتوانی به بیماران توصیه می‌شود. برنامه‌های بازتوانی قلبی (CR) با هدف پیشگیری ثانویه، شامل: پیشگیری از عواقب بعدی و کاهش پیشرفت بیماری قلبی، طراحی می‌شوند. از بدو پیدایش برنامه‌های بازتوانی قلبی-عروقی فعالیت ورزشی جزء اصلی این نوع برنامه‌ها بوده است (۹). با توجه

نظر محقق، پزشکان و کارکنان مرکز به انجام فعالیت ورزشی پرداختند. پروتکل ورزشی این تحقیق مشابه پروتکل ویسلوف و همکارانش (۱۰) و استانداردهای ACSM طراحی و طبق وضعیت و شرایط اولیه بیمار و نتایج تست ورزش محدود شده ضربان قلب و سطح و شدت یا میزان سرعت بر روی نوار گردان برای هر بیمار بر روی برگ کنترل ورزشی پرونده وی ثبت شد. شدت تمرین بین ۷۰-۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه و مدت آن ۲-۵ تکرار ۴ دقیقه‌ای بود. بین تناوب استفاده از تردمیل بیماران با توجه به شرایط فردی ۵ تا ۱۰ دقیقه استراحت کردند.

در انتها پس از اتمام پروتکل ۴ هفته‌ای تمام متغیرهای سنجیده شده در پیش‌آزمون به‌منظور مقایسه یک‌بار دیگر مورد اندازه‌گیری و ارزیابی قرار گرفت. لازم به ذکر است کلیه آزمایشات قبل و بعد از ورود به مطالعه در زمینه انجام این طرح تحقیقاتی بر اساس رعایت تمامی اصول اخلاقی و به صورت کاملاً داوطلبانه در طی انجام تحقیق از بیمارانی که عمل بای پس عروق کرونر انجام داده بودند به عمل آمد.

از آمار توصیفی برای توصیف داده‌های هر گروه و تعیین شاخص‌های گرایش از مرکز (میانگین، انحراف معیار) استفاده شد. برای بررسی توزیع داده‌های کمی متغیرها، از آزمون شاپیرو-ویلک (S-W) استفاده شد. برای ارزیابی تغییرات درون گروهی در اندازه‌گیری‌های قبل و بعد از دوره، از آزمون آماری تی (t) همبسته و جهت مقایسه نتایج دو گروه از آزمون تی مستقل در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد.

یافته‌ها

مشخصات فیزیکی آزمودنی‌ها در جدول ۱ ارائه

متخصص به عمل آمد. تعداد آزمودنی‌ها برای به دست آوردن نتایج آماری مطلوب با توجه به نتایج پژوهش‌های قبلی محاسبه شده است (۸).

پیش از گروه بندی از هر آزمودنی بر روی نوارگردان آزمون استاندارد بروس تعدیل یافته به عمل آمد. پاسخ قلبی افراد به آزمون با استفاده از یک الکتروکاردیوگرام ۱۲ - اشتقاقی به‌طور پیوسته هنگام آزمون پایش شد. همچنین فشارخون به‌طور دستی در انتهای هر مرحله از آزمون اندازه‌گیری و ثبت شد. آزمون تا حد خستگی و درماندگی ارادی تداوم یافت. ضربان قلب پیش از آزمون، هنگام آزمون و دقایق ۱ - ۳ بازیافت پس از تست ورزش در حالت نشسته اندازه‌گیری و ثبت شد.

برای اندازه‌گیری تغییرپذیری ضربان قلب، از روش فرکانس محور فوریه به‌منظور تشخیص وجود تغییرات در فرکانس‌های مختلف استفاده شد. هر شرکت‌کننده به یک مانیتور قلبی متصل شد و از او خواسته شد در یک اتاق ساکت با نور کم به مدت ۱۵ دقیقه دراز بکشد. سپس به مدت ده دقیقه به وسیله هولتر ضربان قلب استراحتی فرد در حالت طاق باز مانیتور شد سپس آنالیز طیفی بر روی تغییرات خودبخودی ضربان قلب انجام گرفت و از نتایج آن برای محاسبه محدوده‌ی فرکانسی پارامترهای تغییرپذیری ضربان قلب [LF (High Frequency)، HF (Low Frequency)]، با استفاده از نرم‌افزار استفاده شد. ضمناً آزمودنی‌هایی که ریتم غیر سینوسی داشتند (از قبیل فیبریلاسیون) از پژوهش خارج شدند زیرا تغییرپذیری ضربان قلب در این افراد قابل اندازه‌گیری نیست. پس از تست ورزش اولیه و سنجش HRR و HRV، آزمودنی‌ها برای شرکت در فعالیت ورزشی به قسمت بازتوانی مرکز قلب تهران مراجعه و به مدت ۴ هفته و ۳ جلسه در هفته زیر

جدول ۱- مقایسه میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های فیزیکی گروه کنترل و تجربی

متغیرها	گروه کنترل (n=۱۲)		گروه تجربی (n=۱۲)	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
سن	۵۷	۶	۵۴	۸
وزن (کیلوگرم)	۷۶	۹	۷۸	۷
قد (سانتی متر)	۱۷۲	۱	۱۶۸	۰/۷۶
BMI (کیلوگرم / متر مربع)	۲۵/۶۷	۳	۲۷/۶۶	۲

جدول ۲- نتایج آزمون t مستقل و t وابسته برای تغییرات HRR در دقایق ۱-۳ بین دو گروه کنترل و تجربی

ضربان قلب	نوع مقایسه	گروه ها	قبل از تمرین	پس از تمرین	مقادیر P
استراحت	درون گروهی	تجربی	۸۲,۱۵±۶,۴۱	۷۸,۲۴±۵,۲۱	۰,۰۷۲
	کنترل	کنترل	۸۵,۰۱±۸,۱۱	۸۴,۱۲±۶,۱۸	۰,۶۵۲
باز یافت ۱	بین گروهی	مقادیر احتمالی	۰,۳۲۷	۰,۰۶۴	
	درون گروهی	تجربی	۱۲,۲۴±۶,۴۱	۱۷,۰۱±۵,۲۱	*۰,۰۲۴
باز یافت ۲	کنترل	کنترل	۱۳,۸۷±۷,۱۰	۱۳,۷۵±۶,۷۴	۰,۸۱۶
	بین گروهی	مقادیر احتمالی	۰,۶۱۳	*۰,۰۳۲	
باز یافت ۳	درون گروهی	تجربی	۳۳,۷۱±۱۱,۱۰	۳۹,۱۲±۱۰,۰۵	*۰,۰۱۸
	کنترل	کنترل	۳۰,۲۱±۱۲,۰۱	۳۴,۷۶±۱۱,۹۱	۰,۷۷۴
باز یافت ۳	بین گروهی	مقادیر احتمالی	۰,۰۷۳	*۰,۰۴۱	
	درون گروهی	تجربی	۳۹,۸۱±۱۳,۳۵	۴۹,۴۷±۱۲,۶۶	*۰,۰۲۹
باز یافت ۳	کنترل	کنترل	۴۱,۲۴±۱۵,۰۶	۴۴,۷۴±۱۳,۱۹	۰,۱۱۶
	بین گروهی	مقادیر احتمالی	۰,۲۴۷	*۰,۰۲۵	

جدول ۳- نتایج آزمون t مستقل و t وابسته برای تغییرات پارامترهای HRV در دو گروه کنترل و تجربی

پارامترها	نوع مقایسه	گروه ها	قبل از تمرین	پس از تمرین	مقادیر P
HF (Hz/ms ²)	درون گروهی	تجربی	۶۷۵±۷۳۵	۱۸۸۴±۱۹۰۵	*۰,۰۰۰
	کنترل	کنترل	۶۸۱±۷۴۱	۸۷۹±۸۹۱	۰,۳۷۱
LF (Hz/ms ²)	بین گروهی	مقادیر احتمالی	۰,۴۱۳	*۰,۰۱۷	
	درون گروهی	تجربی	۱۸۸±۱۹۰	۲۳۴±۲۴۰	۰,۰۸۷
HF/LF	کنترل	کنترل	۱۸۲±۱۸۹	۲۰۲±۲۱۰	۰,۷۵۳
	بین گروهی	مقادیر احتمالی	۰,۶۹۵	۰,۱۲۷	
HF/LF	درون گروهی	تجربی	۱,۰۱±۱,۱۰	۰,۹۲±۱,۰۲	*۰,۰۱۱
	کنترل	کنترل	۱,۱۱±۱,۲۸	۱,۰۴±۱,۱۱	۰,۴۵۱
TP (ms ²)	بین گروهی	مقادیر احتمالی	۰,۰۷۵	*۰,۰۰۰	
	درون گروهی	تجربی	۸۹۵±۹۹۹	۲۴۳۱±۲۶۵۵	*۰,۰۰۰
TP (ms ²)	کنترل	کنترل	۹۰۲±۱۰۰۵	۱۵۲۱±۱۷۴۶	۰,۰۶۲
	بین گروهی	مقادیر احتمالی	۰,۸۱۳	*۰,۰۲۶	

توقف تمرین و اختلال در تغییرپذیری ضربان قلب حین فعالیت و زمان استراحت منجر می شود؛ این رخداد با خطر بالاتر رفتن وقایع نامطلوب قلبی و مرگ ناگهانی مرتبط است. پژوهش حاضر اثربخشی تمرین ورزشی تناوبی را بر HRR در دقایق ۱ تا ۳ و ضربان قلب استراحت بیماران پس از CABG نشان می دهند. یافته های این پژوهش با یافته های لگزامنته و همکاران (۸) و تسایی و همکاران (۱۱) همخوانی دارد. لذا به نظر می رسد تمرین ورزشی اثرات مثبت غیر دارویی بر ضربان قلب باز یافت بیماران CABG و بهبود اختلال ایجاد شده پس از عمل در تون واگی این بیماران دارد. به واسطه ارتباط قوی بین ضربان قلب باز یافت و میزان مرگ و میر (۱۲، ۱۳) و همچنین ارتباط ضربان قلب باز یافت با ظرفیت تمرینی یا فعالیت

شده است. در جدول ۲ جهت بررسی تأثیر ۴ هفته تمرین ورزشی تناوبی بر مقادیر ضربان قلب دوره باز یافت در نتایج آزمون t مستقل و وابسته نشان داده شده است.

همچنین جهت بررسی تأثیر ۴ هفته تمرین ورزشی تناوبی بر پارامترهای تغییرپذیری ضربان قلب (HRV) در جدول ۳ نتایج آزمون t مستقل و وابسته به نمایش گذاشته شده است.

بحث و نتیجه گیری

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 دوره باز یافت غیرطبیعی یا کاهش کمتر ضربان قلب پس از

سال گذشته، نشان داده شده است که کاهش تغییرپذیری ضربان قلب علامت مشخص خطر مرگ ناگهانی در بیماران پس از آنفارتوس قلبی است (۱۷) و در طبقه بندی خطر بیماران پس از آنفارتوس قلبی، ارزش پیش بینی کنندگی کاهش تغییرپذیری ضربان قلب مشابه حجم کسر تریقی است (۱۸). دستگاه عصبی خودمختار، دائماً تحت تأثیر انواع محرک‌ها با منشأ داخلی و خارجی است. سن و وضعیت سلامتی از جمله محرک‌های درونی می‌باشند و شرایط جوی، دوره شب و روز، بار کار فیزیکی و روانی یا تغییرات وضعیت بدن محرک‌هایی با منشأ بیرونی‌اند (۱۹). بیماران POST CABG غالباً دچار اختلال دستگاه خودمختار قلبی‌اند که به صورت کاهش HRV تظاهر می‌یابد (۲۰). به نظر می‌رسد که این با فعال سازی نوروهورمونی و تضعیف تون واگی قلبی در ارتباط باشد (۲۱). در بیماران سالمند مبتلا به POST CABG، اختلال HRV بیشتر است که تا حدی با اختلال دستگاه خودمختار وابسته به سن و همچنین با ناراحتی‌های مرتبط با آن مانند پرفشار خونی، دیابت ملیتوس، بیماری قلبی آترواسکلروز و عوارض التهابی، توضیح داده می‌شود (۲۲). با افزایش وقوع بیماری‌های قلبی-عروقی در بین سالمندان به ویژه سالمندانی که جراحی بای پس عروق انجام داده‌اند و تغییرپذیری ضربان قلبشان مختل شده، اثبات فواید تمرین ورزشی بر اختلال عملکرد دستگاه خودمختار قلبی در این دسته از افراد حائز اهمیت بود. سازوکاری که تمرین ورزشی از راه آن HRV را بهبود می‌بخشد به درستی معلوم نیست. با وجود این، باور بر این است که تمرین ورزشی تون واگی را افزایش می‌دهد و تأثیر سمپاتیکی قلبی را کاهش می‌دهد که منجر به بهبود HRV می‌گردد (۲۳، ۲۴). به نظر می‌رسد حداقل دو میانجی در افزایش تون واگی قلبی در پاسخ به تمرین ورزشی نقش دارد: نیتریک اکساید (NO) و آنژیوتانسین ۲. NO تأثیر مستقیمی بر تون واگی قلبی دارد و تأثیر غیرمستقیمی بر تأثیر سمپاتیکی قلبی (۲۵). نشان داده شده است که تمرین ورزشی مقادیر NO و عملکرد اندوتلیالی را افزایش می‌دهد (۲۶).

جسمانی، ضربان قلب بازیافت به‌عنوان یک نشانگر بالقوه کارایی برنامه تمرینی و سطح‌بندی خطر در افراد شرکت‌کننده در برنامه بازتوانی قلبی مطرح شده است. همان‌گونه که قبلاً ذکر شد اغلب پژوهش‌های انجام شده در رابطه با تأثیر فعالیت ورزشی بر HRR این متغیر را در دقیقه یک مورد بررسی قرار داده‌اند، ولی این پژوهش نشان داد که فعالیت ورزشی تناوبی بر HRR در دقایق ۲ و ۳ نیز تأثیر مثبت می‌گذارد که یکی از تفاوت‌های این پژوهش با دیگران در دقیقه موردنظر بازیافت ضربان قلب دوره ریکاوری می‌باشد. از این رو بر اساس نتایج این پژوهش HRR در هر سه زمان ۱، ۲ و ۳ دقیقه پس از فعالیت می‌تواند اثربخشی تمرین تناوبی بر ورزشی بر تون واگی و تنظیم مجدد واگی را نشان دهند. قابلیت بازیافت ضربان قلب پس از فعالیت ورزشی به ظرفیت سیستم قلبی عروقی در معکوس نمودن تحریکات سیستم عصبی خودکار و سازگاری‌های گیرنده‌های فشار (مهار تخلیه سمپاتیکی) که هنگام فعالیت ورزشی درگیر هستند بستگی دارد (۱۴). هفرنن و همکارانش نتیجه گرفتند بازیافت ضربان قلب پس از فعالیت ورزشی از طریق هر دو شاخه سمپاتیکی و پاراسمپاتیکی تنظیم می‌گردد. کاهش اولیه در ضربان قلب از طریق تلاش اعصاب پاراسمپاتیکی برای فعالیت مجدد، به همراه کاهش تأخیری به دلیل ادامه فعالیت دوباره اعصاب پاراسمپاتیکی و کاهش تأثیر اعصاب سمپاتیکی است (۱۵). تارک و همکارانش گزارش کردند کاهش فعالیت اعصاب سمپاتیکی و بهبود عملکرد رفلکس فشاری پس از تمرین ورزشی به دلیل کاهش پیوسته در گیرنده‌های آنژیوتانسین ۲ و آنژیوتانسین در دستگاه اعصاب مرکزی است (۱۶). البته برای حمایت از یافته‌های این پژوهش در رابطه با تأثیر فعالیت ورزشی بر HRR در دقایق ۱، ۲ و ۳ پژوهش‌های دیگر باید به بررسی میزان نورایی نفرین پلازما در این دقایق پردازند در واقع یکی از محدودیت‌های این پژوهش عدم سنجش پلاسمایی نورایی نفرین در دقایق ۱، ۲ و ۳ می‌باشد. دیگر یافته این پژوهش افزایش معنی‌دار HRV پس از اتمام پروتکل تمرینی ما بود. در ۲۰

تغییرپذیری ضربان قلب (HRV) از قبیل TP، LF، HF/LF، HF دارد. همین طور پروتکل تمرینی طراحی شده موجب کاهش معنی داری در ضربان قلب دوره بازیافت (HRR) در دقایق ۱-۳ می‌شود. با بهبود وضعیت این دو شاخص مهم (HRR، HRV) مرگ و میر پس از پروتکل تمرینی ما، پیشنهاد می‌شود به منظور بازتوانی افراد CABG جهت کاهش عوارض عمل جراحی و خطر مرگ و میر از این پروتکل تمرینی استفاده شود.

تقدیر و تشکر

مطالعه حاضر، حاصل طرح تحقیقاتی از دانشگاه علوم پزشکی ارتش به شماره ثبت ۹۹۴۵۸۰ می‌باشد. نویسندگان بدین وسیله مراتب تشکر و سپاس خود را از دوستان و همکاران در بیمارستان ۵۰۱ ارتش و مرکز توانبخشی مرکز قلب تهران که ما را در انجام این پژوهش همراهی نموده‌اند ابراز می‌دارند.

منابع

1. Ciolac EG. High-intensity interval training and hypertension: maximizing the benefits of exercise. *Am J Cardiovasc Dis*; 2012 May 15. 2(2):102.
2. Mensah GA, Brown DW. An overview of cardiovascular disease burden in the United States. *Health affairs*; 2007 Jan 1. 26(1):38-48.
3. LaPier TK. Functional status of patients during subacute recovery from coronary artery bypass surgery. *Heart & Lung: The Journal of Acute and Critical Care*; 2007 Apr 30. 36(2):114-24.
4. Hon EH, Lee ST. The fetal electrocardiogram: III. Display techniques. *American journal of obstetrics and gynecology*; 1965 Jan 1. 91(1):56-60.
5. Murad K, Brubaker PH, Fitzgerald DM, Morgan TM, Goff DC, Soliman EZ, et al. Exercise Training Improves Heart Rate Variability in Older Patients With Heart Failure: A Randomized, Controlled, Single-Blinded Trial. *Congestive Heart Failure*; 2012 Jul 1. 18(4):192-7.
6. Niemela MJ, Airaksinen KE, Tahvanainen KU, Linnaluoto MK, Takkunen JT. Effect of coronary artery bypass grafting on cardiac parasympathetic nervous function. *European heart journal*; 1992 Jul 1. 13(7):932-5.
7. Chaitman BR. Abnormal heart rates responses to exercise predict increased long-term mortality regardless of coronary disease extent: The question is why? *Journal of the American College of*

میانجی دوم، آنژیوتانسین ۲، یک بازدارنده شناخته شده فعالیت واگی قلبی است (۲۷). شاید یکی دیگر از محدودیت‌های این پژوهش عدم اندازه‌گیری و سنجش این دو عامل نیتریک اکساید NO و آنژیوتانسین ۲ که از این طریق تغییرات ایجاد شده در فعالیت واگی قلب و همچنین شناخت بیشتر مسیرهای پیام‌رسانی که در این بیماران باعث افزایش معنی‌دار HRV پس از اتمام پروتکل تمرینی شده بود. نشان داده شده است که فعالیت رنین پلاسما و در نتیجه مقادیر آنژیوتانسین ۲، در ورزشکاران و افراد کرده‌ی بدنی نسبت به غیرورزشکاران و افراد تمرین نکرده کمتر است. با وجود این، تعیین ساز و کار دقیقی که تمرین ورزشی از راه آن HRV و تنظیم دستگاه خود مختار قلبی را بهبود می‌بخشد نیازمند مطالعات بیشتری است. برخی مطالعات نیز گزارش کرده‌اند که ژنتیک تأثیر مهمی بر تغییرپذیری ضربان قلب دارد و میزان پاسخ قلب به تمرین ورزشی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۲۷، ۲۸). نشان داده شده است که تمرین منظم، تغییرپذیری ضربان قلب را به وسیله افزایش کامپلیانس شریان بزرگ از جمله سینوس کاروتید و قوس آئورت تقویت می‌کند که این رخداد به نوبه خود، ترافیک عصب بار و رسپتور و تون پاراسمپاتیک را افزایش می‌دهد (۲۹). اگرچه کاملاً مشخص شده است که اختلال HRV در بیماران مبتلا به نارسایی قلبی یک شاخص قوی مرگ و میر می‌باشد اما پژوهش ما به گونه‌ای طراحی نشده بود که رهایی از مرگ را ارزیابی کند، بنابراین، ما قادر نبودیم همبستگی بین HRV و رهایی از مرگ را بسنجیم. با وجود این، فواید HRV در پاسخ به تمرین ورزشی برای رهایی از مرگ در پژوهش نواورانه‌ای که توسط راجمن و همکاران انجام شد، نشان داده شده است (۳۰). آن‌ها گزارش کردند در بیماران مبتلا به نارسایی قلبی که در آن‌ها HRV در پاسخ به تمرین ورزشی بهبود یافته بود، رهایی از مرگ نیز افزایش یافته بود.

به طور کلی نتایج نشان داد چهار هفته تمرین تناوبی تأثیرات سودمندی در پارامترهای

20. Task Force of the European Society of Cardiology. Heart rate variability standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Eur Heart J*; 1996. 17:354-81.
21. Nolan J, Flapan AD, Capewell S, MacDonald TM, Neilson JM, Ewing DJ. Decreased cardiac parasympathetic activity in chronic heart failure and its relation to left ventricular function. *British heart journal*; 1992 Jun 1. 67(6):482-5.
22. Casolo G, Balli E, Taddei T, Amuhasi J, Gori C. Decreased spontaneous heart rate variability in congestive heart failure. *The American journal of cardiology*; 1989 Nov 15. 64(18):1162-7.
23. Routledge FS, Campbell TS, McFetridge-Durdle JA, Bacon SL. Improvements in heart rate variability with exercise therapy. *Canadian Journal of Cardiology*; 2010 Jul 31. 26(6):303-12.
24. Carter JB, Banister EW, Blaber AP. The effect of age and gender on heart rate variability after endurance training. *Medicine and science in sports and exercise*; 2003 Aug. 35(8):1333-40.
25. Killavuori K, Toivonen L, Näveri H, Leinonen H. Reversal of autonomic derangements by physical training in chronic heart failure assessed by heart rate variability. *European heart journal*; 1995 Apr 1. 16(4):490-5.
26. Kingwell BA. Nitric oxide as a metabolic regulator during exercise: effects of training in health and disease. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*; 2000 Apr 10. 27(4):239-50.
27. Townsend JN, Al-Ani M, West JN, Littler WA, Coote JH. Modulation of cardiac autonomic control in humans by angiotensin II. *Hypertension*; 1995 Jun 1. 25(6):1270-5.
28. Takeyama J, Itoh H, Kato M, Koike A, Aoki K, Fu LT, et al. Effects of physical training on the recovery of the autonomic nervous activity during exercise after coronary artery bypass grafting. *Japanese circulation journal*; 2000. 64(11):809-13.
29. Bilchick KC, Fetics B, Djoukeng R, Fisher SG, Fletcher RD, Singh SN, et al. Prognostic value of heart rate variability in chronic congestive heart failure (Veterans Affairs' Survival Trial of Antiarrhythmic Therapy in Congestive Heart Failure). *The American journal of cardiology*; 2002 Jul 1. 90(1):24-8.
30. Richman JS, Moorman JR. Physiological time-series analysis using approximate entropy and sample entropy. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*; 2000 Jun 1. 278(6):H2039-49.
- Cardiology; 2003 Sep 3. 42(5):839-41.
8. Legramante JM, Iellamo F, Massaro M, Sacco S, Galante A. Effects of residential exercise training on heart rate recovery in coronary artery patients. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*; 2007 Jan 1. 292(1):H510-5.
9. Ades PA, Coello CE. Effects of exercise and cardiac rehabilitation on cardiovascular outcomes. *Medical Clinics of North America*; 2000 Jan 1. 84(1):251-65.
10. Wisløff U, Støylen A, Loennechen JP, Bruvold M, Rognmo Ø, Haram PM, et al. Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients a randomized study. *Circulation*; 2007 Jun 19. 115(24):3086-94.
11. Tsai SW, Lin YW, Wu SK. The effect of cardiac rehabilitation on recovery of heart rate over one minute after exercise in patients with coronary artery bypass graft surgery. *Clinical rehabilitation*; 2005 Aug 1. 19(8):843-9.
12. Dimkpa U, Oji JO. Association of heart rate recovery after exercise with indices of obesity in healthy, non-obese adults. *European journal of applied physiology*; 2010 Mar 1. 108(4):695-9.
13. Tiukinhoy S, Beohar N, Hsie M. Improvement in heart rate recovery after cardiac rehabilitation. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*; 2003 Mar 1. 23(2):84-7.
14. Myers J, Hadley D, Oswald U, Bruner K, Kottman W, Hsu L, Dubach P. Effects of exercise training on heart rate recovery in patients with chronic heart failure. *American heart journal*; 2007 Jun 30. 153(6):1056-63.
15. Heffernan KS, Fahs CA, Shinsako KK, Jae SY, Fernhall B. Heart rate recovery and heart rate complexity following resistance exercise training and detraining in young men. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*; 2007 Nov 1. 293(5):H3180-6.
16. Mousa TM, Liu D, Cornish KG, Zucker IH. Exercise training enhances baroreflex sensitivity by an angiotensin II-dependent mechanism in chronic heart failure. *Journal of Applied Physiology*; 2008 Mar 1. 104(3):616-24.
17. Hohnloser SH, Klingenhoben T, Zabel M. Identification of patients after myocardial infarction at risk of life-threatening arrhythmias. *European heart journal supplements*; 1999. 1(C):C11-20.
18. Haláček J, Kára T, Jurák P, Souček M, Francis DP, Davies LC, et al. Variability of Phase Shift Between Blood Pressure and Heart Rate Fluctuations A Marker of Short-Term Circulation Control. *Circulation*; 2003 Jul 22. 108(3):292-7.
19. Reardon M, Malik M. Changes in heart rate variability with age. *Pacing and clinical electrophysiology*; 1996 Nov 1. 19(11):1863-6.

The effects of interval exercise training on heart rate recovery and heart rate variability after coronary artery bypass grafting

***Ahad Shafiee**, PhD student in Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, Shiraz University, Iran (*Corresponding author). ahad.shafie312@yahoo.com

Adel Goharimoghadam, Assistant Professor of Cardiology, Faculty of Medicine, University of Military Medicine Sciences, Tehran, Iran. gohari.Moghadam21@yahoo.com

Mahlasadat Nabavi Zadeh, MSc of Injuries and Corrective Exercise, Department of Sports Injuries and Corrective Exercise, Tehran University, Iran. nmahla14@yahoo.com

Abstract

Background: Heart rate turbulence, Disturbances in Vagal activity and reduced heart rate variability (HRV) is observed in individuals after coronary artery bypass grafting. Exercise training is recommended to improve these failures. Therefore, the aim of this study was to investigate the effects of interval exercise training on heart rate recovery (HRR) and heart rate variability after coronary artery bypass grafting (CABG).

Methods: The subjects of this study were those who had gone under CABG in 501 Artesh Hospital and had passed one month of recovery. The subjects were divided into two groups of training (n=12) and control (n=12) after preliminary evaluations and performing exercise test. The patients underwent 4 weeks of interval exercise training, 3 times a week, in Tehran heart center. T-test was used to evaluate the intra-group differences and independent t-test was used to evaluate the difference between groups ($p < 0.05$).

Results: The result showed that parameters of HRV including TP, HF, LF and Lf/HF had been significantly affected by 4 weeks of interval exercise training. Interval exercise training had also significantly reduced the HRR in 1-3 min after exercise training.

Conclusion: As the two important indicators of mortality (HRV and HRR) had improved after interval exercise training, this type of exercise training can be recommended to the patients who undergo CABG for better recovery.

Keywords: Heart rate recovery, Heart rate variability, Interval exercise training