

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 بازیافت (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 فعاليت بدنى به نظر مى آيد كه اين گونه پژوهش ها با عملکرد كاربردى ناشى از ورزش بتواند در آينده به استفاده از فعاليت بدنى به عنوان يك برنامه بازتوانى هدفمند و بدون عوارض منجر شود. با اين حال، شواهد بالينى اندكى مربوط به مقدار فعاليت بدنى لازم براى جلوگيرى از پيشرفت بيمارى و يا بازتوانى پس از عمل جراحى در بيماران قلبى-عروقى وجود دارد و اطلاعات در رابطه با اثر تمرين تناوبى بر روى HRR و HRV در بيماران دچار گرفتگى شريان كرونر پس از CABG وجود ندارد. لذا دستيائى به شيوه هاى تمرين مناسب و شدت هاى متفاوت تمرينات هوازى در اين فرايند در سال هاى اخير مورد توجه محققان حوزه فزيولوژى ورزش قرار گرفته است. با توجه به مطالب فوق به دنبال پاسخ اين سؤال كه آيا تمرين هوازى تناوبى اثر متفاوتى دارد؟ و تمرين هوازى (تناوبى) در بهبود عوارض ناشى از عمل جراحى تا اندازه كاربرد دارد. از اين رو محققان به دنبال كشف تأثير شدت هاى مختلف فعاليت ورزشى بر عوامل ايجادكننده بيمارى هاى قلبى-عروقى و بازتوانى بيماران قلبى پس از عمل جراحى هستند.

روش كار

اين مطالعه از نوع آينده نگر و نيمه تجربى مى باشد كه در آن متغيرهاى موردنظر در دو گروه كنترل و تمرين با طرح پيش آزمون-پس آزمون مورد ارزيابى قرار گرفتند. جامعه آمارى اين تحقيق را افراد POST CABG كه به بيمارستان ۵۰۱ ارتش مراجعه كرده و حداقل يك ماه از عمل جراحى آن ها گذشته بود تشكيل دادند. پس از فراخوان از اين داوطلبين ۲۴ نفر از آن ها به صورت تصادفى انتخاب شده و به دو گروه: كنترل (۱۲ نفر) و تمرين ورزشى تناوبى (۱۲ نفر) تقسيم شدند. قبل از هرگونه آزمائيشى آزمودنى ها پرسشنامه اطلاعات شخصى را تكميل كردند و از هدف پژوهش آگاه شدند سپس از كليه داوطلبين ارزيابى هاى بالينى اوليه (شرح حال، سابقه قلبى بيمارى هاى قلب و عروق، معاينات بالينى و اقدامات تشخيصى ECG و تست ورزش) توسط پزشك

تغييرپذيرى ضربان قلب در افراد با سبك زندگى كم تحرک و در برخى اختلالات نورولوژيكي، متابوليكي، التهابى و قلبى-عروقى ديده مى شود (۴). همچنين نشان داده شده است در اكثر اين اختلالات، کاهش تغييرپذيرى ضربان قلب، يك پيش بينى كننده مستقل مرگ مى باشد. به ويژه، اغلب در بيماران مبتلا به نارسايى قلبى تغييرپذيرى ضربان قلب کاهش چشمگيرى مى يابد (۵). نيما و همكارانش گزارش كردند CABG باعث افت قابل توجه تغييرپذيرى ضربان قلب (Heart Rate Variability) مى شود (۶). کاهش تغييرپذيرى ضربان قلب در بيماران مبتلا به نارسايى قلبى حمله هاى قلبى را پيش بينى مى كند. به ويژه، نشان داده شده است اختلال در پارامتر تغييرپذيرى ضربان قلب، پيش بينى كننده مهم مرگ ناگهانى قلبى مى باشد (۵). از طرف ديگر اخيراً براى بررسى عملکرد اعصاب واگى و ميزان اين اختلالات از ضربان قلب دوره ريكاورى (Heart Rate Recovery) استفاده مى شود. پژوهش هاى يك دهه اخير نشان داده اند ضربان قلب دوره ريكاورى يا سرعت کاهش ضربان قلب پس از آزمون ورزشى با مرگ و مير پس از حوادث قلبى ارتباط بالايى دارد به طورى كه مى تواند ميزان مرگ و مير را مستقل از ارزيابى هاى بالينى ديگر همانند آنزيوگرافى پيش بينى كند، از اين رو ارزش تشخيصى بسيار بالايى دارد (۷). هرچند سازوكار دقيق اين پديده هنوز روشن نشده است، نشان داده شده كه در بيماران قلبى ضربان قلب بازياقت پس از فعاليت ورزشى دچار اختلال مى شود يكي از علل ممكن، کاهش تون سمپاتيكي مرتبط با سكتة قلبى است (۸). به دليل عوارض ناشى از عمل جراحى همچنين بى تحركى ناخواسته توانايى عملکردى بيماران به ميزان قابل توجهى پس از عمل کاهش مى يابد، از اين رو شركت در برنامه هاى ورزشى و بازتوانى به بيماران توصيه مى شود. برنامه هاى بازتوانى قلبى (CR) با هدف پيشگيرى ثانويه، شامل: پيشگيرى از عواقب بعدى و کاهش پيشرفت بيمارى قلبى، طراحى مى شوند. از بدو پيدائش برنامه هاى بازتوانى قلبى-عروقى فعاليت ورزشى جزء اصلى اين نوع برنامه ها 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 محدودده 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 بیماران 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)، LF/HF] 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 ازمون 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	۰,۰۲۴*
	درون گروهی	تجربی	۱۲,۲۴±۶,۴۱	۱۷,۰۱±۵,۲۱	۰,۸۱۶
باز یافت ۲	کنترل	کنترل	۱۳,۸۷±۷,۱۰	۱۳,۷۵±۶,۷۴	۰,۰۳۲*
	بین گروهی	مقادیر احتمالی	۰,۶۱۳	۰,۰۳۲*	۰,۰۱۸*
باز یافت ۳	درون گروهی	تجربی	۳۳,۷۱±۱۱,۱۰	۳۹,۱۲±۱۰,۰۵	۰,۰۷۴
	کنترل	کنترل	۳۰,۲۱±۱۲,۰۱	۳۴,۷۶±۱۱,۹۱	۰,۰۲۹*
	بین گروهی	مقادیر احتمالی	۰,۰۷۳	۰,۰۴۱*	۰,۱۱۶
	درون گروهی	تجربی	۳۹,۸۱±۱۳,۳۵	۴۹,۴۷±۱۲,۶۶	۰,۲۴۷*
	کنترل	کنترل	۴۱,۲۴±۱۵,۰۶	۴۴,۷۴±۱۳,۱۹	
	بین گروهی	مقادیر احتمالی	۰,۲۴۷	۰,۰۲۵*	

جدول ۳- نتایج ازمون 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	۰,۲۷۱
LF (Hz/ms ²)	بین گروهی	مقادیر احتمالی	۰,۴۱۳	۰,۰۱۷*	۰,۰۸۷
	درون گروهی	تجربی	۱۸۸±۱۹۰	۲۳۴±۲۴۰	۰,۷۵۳
HF/LF	کنترل	کنترل	۱۸۲±۱۸۹	۲۰۲±۲۱۰	۰,۱۲۷
	بین گروهی	مقادیر احتمالی	۰,۶۹۵	۰,۱۲۷	۰,۰۱۱*
	درون گروهی	تجربی	۱,۰۱±۱,۱۰	۰,۹۲±۱,۰۲	۰,۴۵۱
	کنترل	کنترل	۱,۱۱±۱,۲۸	۱,۰۴±۱,۱۱	۰,۰۰۰*
TP (ms ²)	بین گروهی	مقادیر احتمالی	۰,۰۷۵	۰,۰۰۰*	۰,۰۰۰*
	درون گروهی	تجربی	۸۹۵±۹۹۹	۲۴۳۱±۲۶۵۵	۰,۰۶۲
	کنترل	کنترل	۹۰۲±۱۰۰۵	۱۵۲۱±۱۷۴۶	۰,۰۲۶*
	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 اوتونوم قلب و فعالیت عصب واگ بیماران قلبی پس از عمل پیوند بای پس شریان کرونر مختل می شود. تنظیم سیستم اوتونوم 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 بازیافت 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 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 می‌توانند 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 ۱، ۲ و ۳ دقیقه پس از پژوهش‌های دیگر باید به بررسی میزان نورایی نفرین پلازما در این دقیق بردازند در واقع یکی از محدودیت‌های این پژوهش عدم سنجش پلاسمایی نورایی نفرین در ۱، ۲ و ۳ دقیقه 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 به‌منظور 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 بدین‌وسیله 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 شناخته‌شده‌ی فعالیت واگی قلبی است (۲۷). شاید یکی دیگر از محدودیت‌های این پژوهش عدم اندازه‌گیری و سنجش این دو عامل نیتریک اکساید 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 به‌وسیله 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.

به‌طور 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