

# تأثیر تمرین قدرتی و برنامه بازتوانی قلبی بر پارامترهای بیومکانیکی سرعت و شدت جریان خون و ارتباط آن با سختی رگ در عروق بازویی و رانی در بیماران پیوند عروق کرونری

\*عاطفه شکراله‌نیا روشن<sup>۱</sup>، حیدر صادقی<sup>۲</sup>، شاپور شیرانی<sup>۳</sup>، مصطفی نجاتیان<sup>۴</sup>

## چکیده

**هدف:** با فرض اینکه بازتوانی قلبی و ورزش سبب کاهش قابل توجهی در میزان مرگ و میر بیماران عروق کرونر قلب می‌شود و نقش مهمی در امر پیشگیری ثانویه دارد، هدف از انجام این تحقیق اثر تمرینات قدرتی و برنامه بازتوانی قلبی بر پارامترهای بیومکانیکی سرعت و شدت جریان خون و بررسی ارتباط آن با شاخص سختی رگ در شریان‌های بازویی و رانی بیمارانی است که یک تا دو ماه از عمل پیوند عروق کرونری آنها گذشته است.

**روش بررسی:** این پژوهش به صورت پیش‌آزمون و پس‌آزمون روی ۴۰ زن و مرد ۵۰ تا ۸۰ سالگی که تحت عمل بای‌پس عروق کرونری قرار گرفته بودند، انجام شد. آزمودنی‌های گروه آزمایش را ۱۸ نفر که به مدت شش هفته، هفته‌ای سه جلسه به انجام برنامه بازتوانی و تمرینات قدرتی با شدت معین انجام شد، تشکیل دادند. گروه کنترل ۱۴ نفر بود، که در برنامه‌ی تمرینی شرکت نداشتند. اندازه‌گیری متغیرهای سرعت جریان خون و قطر رگ در فاز سیستول و دیاستول با دستگاه اولتراسوند داپلر اندازه‌گیری و میانگین سرعت، شدت جریان خون و شاخص سختی رگ برای هر دو گروه محاسبه شد. از تی تست وابسته در سطح معناداری ۰/۰۵ از ضریب همبستگی پیرسون جهت ارتباط سنجی بین پارامترها در سطح معناداری ۰/۰۱ جهت تحلیل آماری استفاده شد.

**یافته‌ها:** تغییرات معناداری در میزان اختلاف میانگین قطر سیستول و دیاستول شریان رانی و بازویی ( $P=0/00$ )، سرعت جریان سیستول شریان بازویی و رانی ( $P=0/00$  و  $P=0/00$ ) و دیاستول آن ( $P=0/00$ )، فشار خون سیستول و دیاستول ( $P=0/01$  و  $P=0/00$ ) در گروه آزمایش وجود داشت. شاخص سختی رگ و شدت جریان خون بیماران گروه آزمایش در شریان‌ها تغییر معناداری نداشت.

**نتیجه‌گیری:** با توجه به نتایج بدست آمده، می‌توان گفت تمرینات قدرتی و برنامه بازتوانی قلبی می‌تواند در بهبود رفتار همورئولوژی خون و وضعیت عروق محیطی این بیماران موثر باشد. **کلید واژه‌ها:** بیماران پیوند عروق کرونر، تمرین قدرتی، شاخص سختی، سرعت جریان خون

- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد بیومکانیک ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز، تهران، ایران
- ۲- استاد دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
- ۳- دکترای تخصصی رادیولوژی، استادیار دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
- ۴- متخصص طب فیزیکی و توانبخشی و فلوشیپ بازتوانی قلب، استادیار دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

دریافت مقاله: ۹۱/۰۴/۰۹

پذیرش مقاله: ۹۲/۰۳/۲۹

\* آدرس نویسنده مسئول:

تهران، میدان صنعت خیابان ایران زمین دانشگاه آزاد اسلامی دانشکده تربیت بدنی واحد تهران مرکز

\* تلفن: ۴۴۶۶۰۶۸۵ (۲۱) ۹۸+

\* رایانامه:

atefe.sh.roshan@gmail.com



## مقدمه

بیماران حاصل نماید هنوز مشخص نشده است. بنابراین کشف و بررسی موارد ذکر شده و پرداختن به مشکلات قشر سالمند جامعه بخصوص بیماران قلبی - عروقی ضروریست و جلوگیری از حوادث ثانویه در بیماران پیوند عروق کرونر و پیشرفت فرایند آترواسکلروسیس در آنها از اهمیت بالایی برخوردار است. شاخص سختی رگ طبق رابطه زیر ارتباط مستقیمی با فشار خون سیستولی و دیاستولی<sup>۱</sup> دارد، انتظار می‌رود که با سرعت و شدت جریان<sup>۲</sup> خون نیز در ارتباط باشد (۶، ۳).

(فرمول ۱)  $SI = (\ln(S_p / D_p)) / ((D_s / D_d) - 1)$   
 در این فرمول SI شاخص سختی رگ بدون واحد،  $S_p$  و  $D_p$  فشار سیستول و دیاستول بر حسب میلی‌مترجیوه،  $D_s$  و  $D_d$  قطر رگ<sup>۵</sup> در فاز سیستول و دیاستول بر حسب متر می‌باشد. جریان خون همواره با اختلاف فشار خون نسبت مستقیم و با مقاومت عروق نسبت عکس دارد که فرمول آن به قرار زیر است:

$$F = \Delta P / R \quad (\text{فرمول ۲})$$

در این فرمول F جریان،  $\Delta P$  اختلاف فشار سیستول و دیاستولی و R مقاومت رگ در مقابل حرکت جریان خون می‌باشد از طرفی شدت جریان یا جریان حجمی خون در رگ بر حسب مترمکعب بر ثانیه برابر است با:

$$\text{Flow rate} = V_m * A \quad (\text{فرمول ۳})$$

$V_m$  سرعت سیستول و دیاستولی خون در رگ بر حسب متر بر ثانیه و A مساحت سطح مقطع رگ بر حسب مترمربع می‌باشد (۶، ۳). با افزایش سرعت جریان خون و در پی آن افزایش شدت جریان، باعث افزایش اصطکاک (نیروی Shear Stress) در دیواره داخلی عروق می‌شود. این افزایش در عروقی که دارای شاخص سختی بالایی هستند، می‌تواند در عملکرد سیستم قلبی و عروقی اختلال ایجاد کند.

حرکت خون علاوه بر فاکتورهای فیزیکی تحت تأثیر عوامل فیزیولوژیکی مانند مقدار پروتئین‌ها و مواد معدنی و غیره نیز قرار می‌گیرد که در حوزه تحقیقاتی بیومکانیک قرار نمی‌گیرد. جهت محاسبه مشخصه‌های مکانیکی جریان خون در رگ روش‌های تهاجمی و غیر تهاجمی مختلفی وجود دارد که بدون شک روش‌های غیر تهاجمی به مراتب کم‌خطرتر است. امروزه استفاده از تکنیک جدیدی تحت عنوان تعیین مشخصات مکانیکی بافت توسط امواج التراسوند و دستگاه اکو و بهرمندی از اثر داپلر برای تشخیص پارامترهای مکانیکی عروق و خون مورد توجه و تحقیق بسیار قرار گرفته است. یکی از موضوعات اساسی در

مستند شده است که تغییر شیوه‌های زندگی، از علل عمده کم تحرکی افراد در طول زندگی روزمره است و ورزش و فعالیت‌های بدنی منظم و هدف‌دار می‌تواند تضمین‌کننده سلامت جسمانی و روانی آنها باشد. یکی از مهم‌ترین علت پیدایش بیماری‌های قلبی - عروقی، تصلب شرایین می‌باشد. تصلب شرایین یا آترواسکلروسیس<sup>۱</sup> نام یک بیماری در سیستم عروقی به خصوص در عروق کرونر قلب و مغز است، که بر اثر رسوب لیپید و مواد دیگر بر روی دیواره داخلی رگ‌ها مشخص می‌گردد. نتیجه آن تشکیل پلاک‌های فیبری - چربی بوده که از دوران کودکی آغاز می‌شود و طی چند مرحله در سنین بالاتر ازدیاد می‌یابد و موجب تنگی رگ یا استنوزیس می‌گردد. بروز این فرآیند سبب ایجاد اختلال در خون‌رسانی به قلب، مغز و سایر اندام‌ها می‌شود، که در هر کدام عوارضی چون سکته قلبی، سکته مغزی و لنگش (در پا) و غیره را ایجاد می‌کند (۱).

یکی از مسائل مهم در کشور، مشکلات سالمندان از جمله بیماری‌های قلبی - عروقی و در رأس آنها آترواسکلروتیک شریان‌های آئورت، کرونر، کاروتید و شریان‌های محیطی از جمله شریان بازویی و رانی می‌باشد. تغییرات بیماری‌زای آترواسکلروز با افزایش سن پیشرفت می‌کند و در نهایت به ناتوانی و مرگ و میر در دوران سالمندی می‌انجامد (۲). در مطالعات قبلی نشان داده شده که بین رفتار و حرکت جریان خون و عملکرد ساختاری عروق با فرایند آترواسکلروز ارتباط مستقیمی وجود داشته، و همچنین این فرایند با مشاهده ساختار عروقی و رفتار جریان خون از طریق سونوگرافی داپلر می‌تواند قابل پیش‌بینی باشد (۳). اما تحقیقات موجود بیشتر به بررسی و مقایسه این فرایند در عروق کرونر، آئورت، و شریان کاروتید افراد سالم و بیمار پرداخته‌اند و کمتر عروق محیطی مانند شریان بازویی و رانی را شامل شده است. بیماران بای‌پس شده دارای استنوزیس کرونر بوده و این احتمال در آنها وجود دارد که فرایند آترواسکلروسیس در عروق محیطی آنها نیز گسترش یافته باشد. همچنین نشان داده شده که تمرینات ورزشی و برنامه‌های بازتوانی بر برخی از شاخص‌های موثر فرایند آترواسکلروسیس (مانند شاخص سختی رگ<sup>۱</sup>، سرعت، شدت جریان و فشار خون) در بیماران قلبی - عروقی اثر گذار است (۵، ۴) که مکانیزم آن دقیقاً مشخص نشده و نتایج همواره به صورت ضد و نقیض بیان می‌شود. همچنین این که بهترین شیوه و برنامه تمرینی که بتواند اثرات مطلوبتری را در رفتار بیومکانیکی خون و ساختار عروقی این



زمینه فرایند آترواسکلروتیک و بیماری‌های قلبی-عروقی ارزیابی تغییرات قطر و ضخامت رگ، سرعت جریان و فشار خون در شریان‌های اصلی در شرایط بیماری و حالت طبیعی است. اهمیت ورزش و اثر آن بر بهبود سلامت قلبی-عروق و کاهش خطر بیماری‌های قلبی-عروقی شناخته شده است (۷). آنچه که مسلم است اثر منحصر به فرد شیوه‌های مختلف برنامه ورزشی بر پاسخ‌های ساختاری، عملکردی و فیزیولوژیکی قلب، عروق و خون می‌باشد. به خوبی نشان داده شده که برنامه‌های بازتوانی قلبی (به صورت هوازی زیربیشینه) به عنوان یک برنامه‌ی درمانی و توانبخشی بعد از سکته قلبی و عمل پیوند عروق کرونری با تعدیل عوامل خطر ساز این بیماری (فشارخون و کلسترول) همراه می‌باشد، که از مزیت‌های بالینی متعددی برخوردار بوده و کاهش چشم‌گیری در میزان مرگ و میر ناشی از بیماری قلبی-عروقی دارد (۸). همچنین فعالیت‌های بدنی منظم به کاهش حوادث عروقی اولیه و ثانویه و نیز به جلوگیری و بهبود شاخص سختی رگ کمک می‌کند و در دراز مدت باعث کاهش فشار خون و سرعت جریان استراحتی می‌شود (۹، ۱۰). هدف از انجام این مطالعه، تأثیر شش هفته تمرین قدرتی به همراه برنامه بازتوانی قلبی بر پارامترهای بیومکانیکی سرعت و شدت جریان خون در شریان رانی و بازویی بیماران پیوند عروق کرونری بود.

### روش بررسی

نمونه‌ها: تحقیق از نوع نیمه تجربی بود. جامعه آماری تحقیق را افراد سالمند ۵۰-۸۰ سال که پیوند عروق کرونری انجام داده بودند و یک ماه از عمل پیوند آنها می‌گذشت، و برای انجام برنامه بازتوانی به کلینیک بازتوانی بیمارستان مرکز قلب تهران معرفی شده بودند، تشکیل دادند. از داخل جامعه آماری، ۴۰ نفر به عنوان آزمودنی‌ها به صورت تصادفی در دسترس انتخاب (دو گروه ۲۰ نفری گروه کنترل و گروه آزمایش) شدند. این افراد ۵۰-۸۰ سال از بیماران پیوند عروق کرونری مراجعه‌کننده به کلینیک توانبخشی مرکز قلب بودند. در طول انجام تحقیق هشت نفر از شرکت‌کنندگان از ادامه‌ی کار انصراف دادند. نوع و شدت بیماری افراد از طریق معاینه توسط پزشک حاضر در کلینیک تشخیص داده شد. افراد با پر کردن یک پرسش‌نامه، اطلاعات فردی و سلامت فیزیولوژیکی، را در اختیار قرار دادند. توضیحات کاملی در ارتباط با هدف پژوهش، روش انجام آن و محرمانه بودن اطلاعات به بیماران ارائه شد و جهت رعایت ملاحظات اخلاقی از کلیه آنها جهت حضور در این پژوهش رضایت نامه کتبی اخذ شد. طرح آزمایش: گروه کنترل را هفت زن و هفت مرد از بیماران پیوند

عروق کرونری که به پزشک مورد نظر مراجعه کرده و در برنامه ورزشی شرکت نکرده و روند عادی زندگی خود را طی کردند، تشکیل دادند. گروه آزمایش را هشت زن و ۱۰ مرد بودند، که برنامه بازتوانی به صورت هوازی زیربیشینه به مدت شش هفته، هفته‌ای سه جلسه و هر جلسه به مدت ۶۰ الی ۹۰ دقیقه با دستگاه‌های تردمیل و دستگاه کارسنج پا و بازو که در ابتدای برنامه با شدت ۲۰-۳۰ درصد حداکثر ضربان قلب<sup>۱</sup> به مدت ۱۰ تا ۱۵ دقیقه و در هفته‌ی پایانی با ۷۰-۸۰ درصد حداکثر ضربان به مدت ۲۰-۱۵ دقیقه تمرین کردند، تشکیل داد. و سپس تمرینات مقاومتی با وزنه که در ابتدای برنامه با ۲۰-۳۰ درصد قدرت بیشینه<sup>۲</sup> به مدت ۱۵-۱۰ دقیقه و در هفته‌ی پایانی با ۶۰-۵۰ درصد قدرت بیشینه به مدت ۲۰ دقیقه را نیز انجام دادند. تمرینات قدرتی شامل ۱۰ حرکت (جلو بازو، پشت بازو، فلکشن شانه، ابداکشن شانه، پرس سینه، اسکات، ساق پا، پرس پا، فلکشن ران، ابداکشن ران) بود، که با دمبل و کیسه‌های شنی به صورت ایستگاهی انجام شد (۹). در واقع تمرینات بسته به توانایی فردی بعد از هر سه جلسه به طور متوسط ۱۰ درصد به شدت آن اضافه می‌شد.

شیوه‌ی آزمایش: یک روز قبل از شروع برنامه تمرینی، دو گروه بعد از پر کردن پرسش‌نامه حاوی اطلاعات فردی و سلامت فیزیولوژیکی، برای تعیین BMI، قد و وزن افراد اندازه‌گیری شد. برای تعیین فشار خون سیستولیک و دیاستولیک، حداکثر سرعت جریان خون و قطر سیستولیک و دیاستولیک رگ در شریان بازویی (فقط دست راست)، در قسمت انتهایی شریان یک تا دو سانتی‌متر بالاتر از دو شاخه شدن شریان که در آن نقطه احتمال بروز آترواسکلروز بیشتر است با پروب خطی<sup>۳</sup> در فرکانس ۱۰ مگاهرتز و به همین ترتیب در شریان رانی (فقط پای راست) در قسمت کامن فمورال<sup>۴</sup> با پروب خمیده<sup>۵</sup>، در فرکانس ۵ مگاهرتز استفاده شد. آزمودنی‌ها زیر نظر رادیولوژیست تحت امواج دستگاه اولتراسوند (در وضعیت Doppler و B-Mode) قرار گرفتند و اطلاعات، ثبت شد. در همه اندازه‌گیری‌ها آزمودنی‌ها در وضعیت استراحتی به صورت طاق باز به مدت پنج دقیقه برای رسیدن به وضعیت پایدار قرار داشتند. با استفاده از داده‌های حداکثر سرعت سیستول و دیاستولی خون، فشار خون و قطر رگ در شریان‌ها و فرمول‌هایی که در رابطه ۳،۱ معرفی شد، شاخص سختی رگ و شدت جریان خون محاسبه شد. سپس حداکثر ضربان قلب هر بیمار با انجام تست ورزش روی تردمیل به روش بروس<sup>۶</sup> تعیین و بعد از بررسی نتایج آن توسط پزشک بازتوانی قلب و با توجه به سطح ریسک فاکتورهای قلبی-عروقی، بیماران با شدت و زمان معین در برنامه بازتوانی شرکت کردند. بعد از پایان اعمال شش هفته برنامه تمرینی متغییرهای تحقیق در

1- Peak Heart Rate  
5- Curvilinear Probe

2- One Repeat Maximum  
6- Exercise Test Bruce Protocol

3- Linear Probe

4- Common Femoral Artery



مصرفی، حداکثر فشار خون سیستول و دیاستولی، ضربان قلب استراحتی (تعداد ضربانی که قلب در دقیقه در وضعیت بدون فعالیت و نشسته می‌زند) و نسبت فشار خون استراحتی (نسبت فشار خون سیستول به دیاستول فرد در وضعیت نشسته و بدون فعالیت) به طور کامل در جدول شماره ۱ ارائه شده است. در این مقایسه اختلاف معناداری (خارج از محدوده مقدار Z) در دو گروه کنترل و آزمایشی در زمان پیش‌آزمون وجود ندارد و نمونه‌ها در دو گروه تقریباً در شرایط یکسانی قرار داشتند. همان‌طور که در جدول دیده می‌شود ضربان قلب استراحتی و نسبت فشار خون استراحتی در دو گروه با مقایسه پیش و پس آزمون کاهش یافته اما این کاهش در ضربان قلب گروه آزمایشی بیشتر بوده. به طور کل به علت گذشت زمان و بهبود سلامت عمومی بیماران بعد از عمل جراحی تغییرات حاصل قابل پیش‌بینی بوده است.

همان شرایط (مانند فشارخون، سرعت و شدت جریان خون، قطر و سختی رگ در شریان‌های بازویی و رانی) از همه آزمودنی اندازه‌گیری شد. برای تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۷ استفاده شد. از آمار توصیفی جهت تعیین شاخص‌های مرکزی و پراکندگی داده‌ها (میانگین و انحراف استاندارد داده‌ها) و از آمار استنباطی مدل t گروه همبسته با سطح معنی‌داری ۰/۰۵ و از آزمون همبستگی پیرسون جهت ارتباط‌سنجی بین پارامترها در سطح معناداری ۰/۰۱ برای دو گروه در دو مرحله استفاده شد.

### یافته‌ها

با استفاده از آزمون اسمیرنوف-کلموگروف نرمال بودن جامعه آماری با در نظر گرفتن مقدار Z برای هر متغیر در محدوده مثبت و منفی ۱/۹۶ بررسی شد. این متغیرها شامل سن، قد، وزن، شاخص توده‌ی بدن، حداکثر عملکرد ورزشی، حداکثر اکسیژن

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های فیزیکی آزمودنی‌ها

متغیر	آزمون	گروه کنترل (۱۴ نفر)		گروه تجربی (۱۸ نفر)	
		میانگین	SD	میانگین	SD
سن (سال)	پیش	۶۲/۵	۹/۱	۶۲/۴	۸/۸
وزن (کیلوگرم)	پیش	۷۲/۵	۹/۹	۷۲/۹	۱۱/۱
قد (متر)	پیش	۱/۶	۰/۱	۱/۶	۰/۱
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)	پیش	۲۶/۷	۲/۸	۲۸/۲	۴/۸
ظرفیت عملکرد ورزشی (مت)	پیش	۵/۱	۱/۹	۰/۶	۲/۸
حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی لیتر بر دقیقه)	پیش	۰/۱۸	۶/۷	۰/۲۱	۹/۷
ضربان قلب استراحتی (ضربه بر دقیقه)	پیش	۸۷/۱	۱۴/۲	۰/۸۴	۱۱/۶
	پس	۸۲/۰۷	۱۵/۸۷	۷۴/۵۰	۱۳/۵۳
نسبت فشار خون استراحتی (بدون واحد)	پیش	۱/۵۸	۰/۲۰	۱/۵۸	۰/۱۹
	پس	۱/۵۶	۰/۱۵	۱/۵۶	۰/۱۶

در جدول شماره ۲ اختلاف میانگین در پیش‌آزمون و پس‌آزمون مربوط به پارامترهای سرعت جریان سیستول و دیاستولی، شدت جریان سیستول و دیاستولی، فشار سیستول و دیاستولی، قطر رگ و شاخص سختی رگ در شریان بازویی و رانی ارائه شده است. مشاهده می‌شود که اختلاف میانگین پارامترهای فشارخون سیستول و دیاستولی، سرعت جریان خون سیستول و دیاستولی و قطر رگ در فاز سیستول و دیاستولی در شریان‌های بازویی و رانی با توجه به سطح معناداری  $P \leq 0/05$  در گروه آزمایش دارای

اختلاف معناداری است. که این اختلاف معنادار در جهت کاهش فشار خون، کاهش سرعت جریان خون و افزایش قطر رگ در هر دو شریان و هر دو فاز بوده است. در پارامترهای شاخص سختی رگ و شدت جریان در دو گروه اختلاف معناداری دیده نشد. اما با توجه به مقدار اختلاف میانگین آنها در شاخص سختی رگ کاهش و در شدت جریان سیستولی و دیاستولی افزایش اتفاق افتاده است، هم‌چنین این تغییرات بیشتر در گروه آزمایش دیده می‌شود.



جدول ۲. اختلاف میانگین سرعت، شدت و فشار خون، قطر و شاخص سختی رگ در پیش و پس از آزمون در دو گروه

متغیرها	فاز	شریان	گروه کنترل (۱۴ نفر)		گروه آزمایش (۱۸ نفر)		
			اختلاف میانگین	انحراف معیار	Sig	اختلاف میانگین	انحراف معیار
سرعت جریان خون m/s	سیستول	بازویی	-۰/۹۲	۲/۹۰	۰/۲۵	۲۲/۳۰	۰/۰۴
	دیاستول	رانی	-۱/۴۰	۳/۷۰	۰/۱۸	۲۷/۹۰	۰/۰۰
	سیستول	بازویی	-۰/۱۸	۰/۲۰	۰/۰۷	۲/۴۰	۰/۰۰
شدت جریان خون cm <sup>۳</sup> /s	سیستول	بازویی	-۰/۱۳	۰/۲۰	۰/۰۷	۳/۸۵	۰/۰۰
	دیاستول	رانی	۲/۴۰	۸/۸۰	۰/۳۱	۳۷/۴۰	۰/۵۰
	سیستول	رانی	۴/۷۰	۱۲/۹۰	۰/۱۹	۳۰/۱۰	۰/۱۰
فشار خون MmHg	دیاستول	بازویی	۰/۰۰	۳/۶۰	۰/۹۶	۲/۸۰	۰/۴۹
	سیستول	رانی	۰/۲۰	۲۰/۹۰	۰/۹۶	۱۱/۴۰	۰/۱۸
	دیاستول	بازویی	-۰/۲۰	۰/۳۳	۰/۰۷	-۱/۰۷	۰/۰۰
قطر رگ Cm	سیستول	رانی	-۰/۲۶	۰/۱۹	۰/۰۷	-۲/۴۹	۰/۰۱
	دیاستول	بازویی	۰/۰۰	۰/۰۴	۰/۹۸	-۰/۰۵	۰/۰۱
	سیستول	رانی	-۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۲۰	-۰/۰۸	۰/۰۰
شاخص سختی رگ	سیستول	بازویی	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۱۳	۰/۰۵	۰/۰۰
	دیاستول	رانی	۰/۰۹	۰/۱۵	۰/۰۷	۰/۱۳	۰/۰۰
	سیستول	بازویی	۰/۰۰	۰/۰۳	۰/۶۳	۰/۰۳	۰/۰۰
		رانی	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۰۰
		بازویی	-۴۴/۲	۴۲/۵۷	۰/۸۴	-۷۹/۵	۰/۱۹
		رانی	-۴۶/۱۲	۴۵/۷۵	۰/۳۲	-۱۳/۴	۰/۳۶

اختلاف معناداری در سطح  $P \leq 0.05$ 

در دوره پس از آزمون ارتباط سرعت جریان خون سیستولی در شریان بازویی با سختی رگ در گروه آزمایش به وضوح دیده می شود. ( $r=0.511$  و  $P=0.003$ ). اما این ارتباط در شریان رانی دیده نشد. شدت جریان خون با شاخص سختی رگ در شریان بازویی و شریان رانی در ارتباط نبود. به بیانی دیگر مقدار همبستگی بین آنها معنادار نشد. از آوردن جدول در سایر موارد خودداری شده است.

در جدول شماره ۳ برخی از اطلاعات مربوط به ارتباط سرعت جریان خون و شدت جریان خون با شاخص سختی رگ در شریان بازویی با استفاده از همبستگی پیرسون بین دو گروه به صورت پیش و پس از آزمون ارائه شده است. مشاهده شد که پارامترهای سرعت جریان خون و شدت جریان در شریان بازویی در دوره پیش از آزمون هیچ ارتباطی با پارامتر سختی رگ در همان شریان وجود نداشته، اما

جدول ۳. اطلاعات مربوط به همبستگی متغیرها در شریان بازویی گروه آزمایش

متغیر	آزمون	آماره	شاخص سختی در شریان بازویی
			پس از آزمون
سرعت جریان بازویی فاز سیستول	پیش	ضریب	-۰/۲۱۹
		Sig	۰/۲۳۵
	پس	ضریب	-۰/۲۸۴
		Sig	۰/۱۲۲
شدت جریان شریان بازویی فاز سیستول	پیش	ضریب	-۰/۰۰۶
		Sig	۰/۷۴۷
	پس	ضریب	۰/۰۳۰
		Sig	۰/۸۷۴

\*\*همبستگی معنادار شده در سطح ۰/۰۱

مکانیکی رگ مانند شاخص سختی رگ را در نواحی دیگر تحت تأثیر قرار دهند، به همین منظور این مطالعه با هدف تأثیر شش هفته تمرین قدرتی به همراه برنامه باز توانی قلبی بر پارامترهای بیومکانیکی سرعت و شدت جریان خون در شریان رانی و بازویی بیماران پیوند عروق کرونری انجام شد. باید بیان داشت که در این تحقیق کنترل موارد

## بحث

مطالعه روی پارامترهای بیومکانیکی خون نشان می دهد که تغییر در سرعت جریان و شدت جریان می تواند بر خصوصیات رگ به ویژه در نواحی خاصی که در اثر آترواسکلروسیس دچار افزایش ضخامت شده، تأثیر گذار باشد (۳). پلاک های آترواسکلروسیس می توانند بر خواص



تغذیه‌ایی و روانی بیماران جز محدوده کنترل قرار داده نشد. فشار خون سیستولی و دیاستول در شریان‌های بازویی و رانی در بسیاری از مطالعات اثر مستقیم تمرینات ورزشی در کاهش فشار خون که یکی از فاکتورهای خطر ساز در بیماران قلبی عروقی است به وضوح اثبات شده است. در مطالعات نشان داده شده است که ورزش مداوم کنترل بارو رفلکس را خفیف و فعالیت عصب سمپاتیک را کم کرده در نتیجه باعث کاهش فشار خون می‌گردد. کاهش فشار خون در شریان‌های رانی و بازویی فقط در گروه آزمایش مشاهده شد که این نتایج به دست آمده با مطالعات قبلی همخوانی داشت (۱۰، ۹).

سرعت جریان خون سیستولی و دیاستولی در شریان بازویی و رانی. شش هفته تمرین قدرتی به همراه برنامه بازتوانی توانست سرعت جریان در شریان‌های بازویی و رانی را به طور معناداری کاهش دهد. مطالعه بر روی پارامترهای بیومکانیکی خون نشان می‌دهد که، تغییر در سرعت جریان و شدت جریان می‌تواند بر خصوصیات رگ به ویژه در نواحی خاصی مانند شریان کاروتید، بازویی و رانی که در اثر آترواسکلروسیس دچار افزایش ضخامت شده‌اند، تأثیرگذار باشد (۳). نتایج تحقیق ما با مطالعات تایجین (۲۰۱۰)، هامبرجت (۲۰۰۰) و اوکاموتو (۲۰۰۷) همخوانی نداشت که به دلیل استفاده از برنامه‌های متفاوت تمرینی با این مطالعه و اندازه‌گیری مقدار سرعت جریان در حین ورزش بوده است. خون توسط چندین مکانیزم در بدن هدایت می‌شود. فعالیت خود تنظیمی، فعالیت اعصاب سمپاتیک و پاراسمپاتیک و سیگنال‌های هورمونی با اثرگذاری بر قطر عروق می‌توانند باعث تغییر سرعت و شدت جریان خون در شریان‌ها شوند. افزایش سرعت جریان خون باعث افزایش اصطکاک خون در دیواره داخلی شده که این اصطکاک همان نیروی تنش برشی است که مستقیماً با سرعت و ویسکوزیته خون در ارتباط است که می‌تواند برای بیمار قلبی به خصوص بیماران پیوند عروق کرونری خطر ساز باشد. در مطالعات قبلی اطلاعات کمی در مورد اثر ورزش بر سرعت جریان خون استراحتی بیماران وجود دارد. اما بیان شده که سرعت جریان خون سیستول و دیاستولی با علائم اتساع عروقی و سختی رگ به عنوان معیارهای تشخیص آترواسکلروسیس می‌باشند (۳). علت احتمالی کاهش سرعت جریان استراحتی این است که سازگاری‌های ناشی از تمرینات قدرتی و بازتوانی مانند کاهش ضربان قلب استراحتی و افزایش حجم ضربه‌ایی و کاهش تحریکی اعصاب سمپاتیک و به خصوص کاهش فشار خون سیستول و دیاستول استراحتی باعث کاهش سرعت جریان خون سیستول و دیاستول استراحتی در شریان‌ها شده است (۱۲، ۱۱).

#### شدت جریان سیستولی و دیاستولی در شریان بازویی و رانی

مشاهده شد که انجام همزمان تمرینات قدرتی و برنامه بازتوانی قلبی (به عنوان تمرینات هوازی زیر بیشینه) نتوانست باعث تغییر معنادار شدت جریان خون استراحتی شود. اما تغییر افزایشی در هر دو شریان

در هر دو فاز در گروه آزمایش قابل ملاحظه است. سلیگ و همکاران (۲۰۰۴) در مطالعه خود بر روی بیماران با نارسایی قلبی نشان دادند که سه ماه تمرین قدرتی و استقامتی با ارگومتر باعث افزایش شدت جریان خون استراحتی ساعد آنها شده است که آن را ناشی از توازن عملکرد اعصاب سمپاتیکی دانستند (۱۳). کولیر و همکاران (۲۰۱۱) با مطالعه خود بر بیماران مبتلا به پرفشار خونی نشان دادند که چهار هفته تمرین قدرتی و هوازی باعث افزایش جریان حجمی خون در شریان رانی گروه آزمایش تحت تمرین مقاومتی نسبت به گروه هوازی شده است (۱۴). هم‌چنین هامبرجت و همکاران (۲۰۰۰) در مطالعه خود در بیماران عروق کرونری نشان دادند که چهار هفته تمرین با ارگومتر پا به مدت ۱۰ دقیقه و شش روز در هفته باعث افزایش شدت جریان خون در عروق کرونر شده است (۱۲). اوکاموتو و همکاران (۲۰۰۷) در افراد سالم و جوان بعد از هشت هفته تمرین نیز همین نتایج را گزارش کردند (۵). از آنجا که سرعت و شدت جریان خون در هر رگ متفاوت است و از لحاظ تئوری با هم نسبت مستقیمی دارند، باید ذکر شود که اگر چه در این مطالعه سرعت جریان خون استراحتی کاهش معناداری در گروه آزمایش داشته اما شدت جریان استراحتی همسو با مطالعات انجام شده افزایش یافته اما معنادار نبوده که این امر می‌تواند احتمالاً به دو دلیل باشد: اول افزایش قطر شریان‌ها احتمالاً باعث شده شدت جریان خون افزایش یابد (۶) و دوم این که می‌تواند به دلیل مدت کم برنامه تمرینی و عوامل اثرگذار دیگری مانند مصرف داروها و عوامل تغذیه‌ایی بوده باشد.

#### شاخص سختی رگ در شریان بازویی و رانی

از لحاظ تئوری و طبق رابطه تعریف شده در فرمول یک، با کاهش فشار خون سیستول و دیاستول، هم‌چنین افزایش قطر سیستول و دیاستولی شریان در مجموع شاخص سختی رگ را در شریان‌ها کاهش می‌یابد. مشاهده شد که انجام همزمان تمرینات قدرتی و برنامه بازتوانی قلبی (به عنوان تمرینات هوازی زیر بیشینه) نمی‌تواند در شاخص سختی رگ در گروه آزمایش تغییر معناداری ایجاد کند. در گروه آزمایش مقدار شاخص سختی رگ کاهش داشته ولی نه بصورت معنادار. موستاتا و همکاران (۲۰۰۴) با مطالعه اثر یک برنامه تمرینی هوازی بر سختی عروق و مقاومت انسولین در بیماران دیالیزی، نشان دادند که سه ماه تمرین بازتوانی شامل کار با دستگاه تردمیل و دوچرخه ارگومتر به مدت ۶۰ دقیقه، دو بار در هفته در بیماران دیالیزی ۶۰-۵۵ سال باعث کاهش سختی رگ در شریان رادیال بیماران می‌شود (۱۵). هم‌چنین کولیر و همکاران (۲۰۱۱) با مطالعه تفاوت‌های جنسی در جریان خون استراحتی و سختی رگ در طی چهار هفته تمرین مقاومتی شامل ۱۰ حرکت، سه ست ۱۰ تایی و تمرینات هوازی شامل ۳۰ دقیقه راه رفتن روی تردمیل با ۶۵ درصد حداکثر ضربان قلب در چهار گروه زن و مرد ۶۰-۴۰ سال مبتلا به بیماری پرفشار خونی خفیف نشان دادند که مردان تحت تمرین مقاومتی دارای



سرعت و شدت جریان خون با شاخص سختی به واسطه فشار خون ارتباط وجود داشته باشد، اما این که چرا به غیر از مورد مشاهده شده در جدول شماره ۳ در سایر موارد بین سرعت خون و نیز شدت جریان خون با شاخص سختی رگ ارتباطی دیده نشد، نیاز به بررسی و مطالعات بیشتری است (در مورد ارتباط این سه پارامتر مطالعات قبلی یافت نشد).

### نتیجه گیری

به طور کلی باتوجه به نتایج تحقیق می توان چنین گفت که، احتمالاً تمرینات قدرتی و برنامه باز توانی قلبی می تواند با ایجاد سازگاری و تنظیم فیزیولوژیکی در بدن مخصوصاً در سیستم قلبی-عروقی، در بهبود وضعیت عروق محیطی و رفتار حرکت خون در عروق بیماران پیوند عروق کرونری کمک کننده باشد. در این مطالعه، تمرینات قدرتی و برنامه باز توانی قلبی توانست مقدار نسبت فشارخون استراحتی، ضربان قلب استراحتی، سرعت جریان و فشار خون سیستول و دیاستولی در شریان های بازویی و رانی را کاهش دهد، و باعث افزایش قطر سیستول و دیاستولی رگ شود.

### تشکر و قدردانی

در این قسمت جا دارد از زحمات تمامی اساتید محترم، هم چنین از همه دوستان عزیز بیمارستان مرکز قلب تهران که در انجام این پژوهش به بنده کمک کردند، صمیمانه تشکر می کنم.

شاخص سختی رگ بیشتر بودند. آنها بیان داشتند که افزایش در جریان حجمی بطور بالقوه توسط افزایش اتساع عروق به عنوان مکانیزم حمایت کننده ایجاد می شود که کاهش فشار خون مرکزی و افزایش سختی رگ را به دنبال دارد (۱۴). نتایج در زمینه اثر ورزش بر شاخص سختی رگ به صورت ضد و نقیض است و علت آن برای محققان روشن نشده است. نتایج این تحقیق با نتایج مطالعات سایرین همخوانی نداشت. که احتمالاً به دلیل محدودیت در اعمال میزان شدت تمرین به هر بیمار قلبی و یا کنترل نکردن داروهای مصرفی، عوامل فیزیولوژیکی خون مانند سطح کلسترول خون و دارا بودن بیماری های دیگر مانند دیابت (ثابت شده که بیماران دیابتی دارای عروق با شاخص سختی و ضخامت دیواره بیشتری در اندام تحتانی هستند (۱۶) بوده باشد.

**ارتباط شاخص سختی رگ با سرعت و شدت جریان سیستولی و دیاستولی در شریان های بازویی و رانی**

طبق اطلاعات جدول شماره ۲ بعد از شش هفته تمرین در دو گروه هیچ اختلاف معناداری در شاخص سختی شریان بازویی و رانی اتفاق نیفتاد. اما مقدار اختلاف میانگین شاخص سختی رگ در هر دو شریان با مقایسه پیش و پس آزمون، در گروه آزمایش کاهش بیشتری نسبت به گروه کنترل داشت. این که سرعت و شدت جریان با سختی رگ ارتباط دارد یا خیر با توجه به جدول شماره ۳ باید یادآور شد که بعد از شش هفته تمرین فقط در سرعت جریان شریان بازویی گروه آزمایش در دوره پس آزمون ارتباط معنادار مشاهده شد. از لحاظ تئوری انتظار می رفت که بین

### منابع

- 1-Hekmatnia A, Pourmoghaddas A. [Prevalence of increased intima-media thickness ratio of carotid arteries in patients with coronary artery disease (Persian)]. The Journal of Qazvin University of Medical Sciences. 2003; 7(2):105-110
- 2-Jayachandran M, Okano H, Chatrath R, Owen WG, McConnell JP, Miller VM. Sex-specific changes in platelet aggregation and secretion with sexual maturity in pigs. J. Appl. Physiol. 2004; 97(4):1445-52.
- 3-Järhult SJ. Hyperemic brachial artery blood flow velocity [PhD dissertation]. Medicine Faculty, Uppsala University; 2010.
- 4-Ozcan H, Oztekin PS, Zergeroglu AM, Ersoz G, Ficicilar H, Ustuner E. Doppler ultrasound evaluation of the structural and hemodynamic changes in the brachial artery following two different exercise protocols. Diagn Interv Radiol. 2006; 12:80-4.
- 5-Okamoto T, Masuhara M, Ikuta K. Combined aerobic and resistance training and vascular function: effect of aerobic exercise before and after resistance training. Journal of Applied Physiology. 2007; 103(5):1655-61.
- 6-Waite L. Applied biofluid mechanics. McGraw Hill Professional; 2007.
- 7-Kadoglou NP, Iliadis F, Liapis CD. Exercise and carotid atherosclerosis. European Journal of Vascular and Endovascular Surgery: The Official Journal of The European Society For Vascular Surgery. 2008;35(3):264.
- 8-Shabani R, Gaeini A, Nikoo M, Nikbacht H, Sadegifar M. [Comparison the effects of cardiac rehabilitation program (concurrent endurance and resistance training) on exercise capacity of men and women patients with coronary artery disease (persian)]. The Journal of Gilan University of Medical Science. 2010; 19(2): 48-57.
- 9-Naghibi S, Kordi MR, Maleki MJ, Yarmohammadi M. [Effect of combination training on hemodynamic response in patient of coronary heart abnormalities (Persian)]. Journal of Rehabilitation. 2007; 8(5):6-11.
- 10-Heffernan KS, Fahs CA, Iwamoto GA, Jae SY, Wilund KR, Woods JA, et al. Resistance exercise training reduces central blood pressure and improves microvascular function in African American and white men. Atherosclerosis. 2009; 207(1):220-6.
- 11-Thijssen DH, Maiorana AJ, O'Driscoll G, Cable NT, Hopman MT, Green DJ. Impact of inactivity and exercise on the vasculature in humans. European Journal of Applied Physiology. 2010; 108(5):845-75.
- 12-Hambrecht R, Wolf A, Gielen S, Linke A, Hofer J, Erbs S, et al. Effect of exercise on coronary endothelial function in patients with coronary artery disease. New England Journal of Medicine. 2000; 342(7):454-60.
- 13-Selig SE, Carey MF, Menzies DG, Patterson J, Geerling RH, Williams AD, et al. Moderate-intensity resistance exercise training in patients with chronic heart failure improves strength, endurance, heart rate variability, and forearm blood flow. J. Card. Fail. 2004; 10(1):21-30.
- 14-Collier SR, Frechette V, Sandberg K, Schafer P, Ji H, Smulyan H, et al. Sex differences in resting hemodynamics and arterial stiffness following 4 weeks of resistance versus aerobic exercise training in individuals with pre-hypertension to stage 1 hypertension. Biol Sex Differ. 2011; 2(1):9.
- 15-Mustata S, Chan C, Lai V, Miller JA. Impact of an exercise program on arterial stiffness and insulin resistance in hemodialysis patients. Journal of the American Society of Nephrology. 2004; 15(10):2713-8.
- 16-Maiorana A, O'Driscoll G, Cheatham C, Dembo L, Stanton K, Goodman C, et al. The effect of combined aerobic and resistance exercise training on vascular function in type 2 diabetes. Journal of the American College of Cardiology. 2001; 38(3):860-6.

# Effects of Strength Training and Cardiac Rehabilitation Programs on the Biomechanical Parameters of Blood Flow Velocity and Blood Flow Rate and Its Relation With Arterial Stiffness Index in Brachial and Femoral Arteries with Coronary Artery Bypass Grafting Patients (CABG)

\*Shokrallahnia roshan A. (M.Sc.)<sup>1</sup>, Sadeghi H. (Ph.D.)<sup>2</sup>, Shirani Sh. (Ph.D.)<sup>3</sup>, Nejatian M. (Ph.D.)<sup>4</sup>

Receive date: 29/06/2012

Accept date: 19/06/2013

1-M. Sc. student of sport biomechanic in Islamic azad University Central Tehran Branch, Iran

2-Professor Physical Education and Sport Science in Kharazmi University, Tehran, Iran.

3-Ph. D. of Radiology, Assistant Professor of Tehran University of medical Sciences, Tehran Heart Center, Tehran, Iran.

4-Ph. D. of Physiotherapy and Heart Rehabilitation, Assistant professor of Tehran University of medical Sciences Tehran Heart Center, Tehran, Iran.

**\*Correspondent Author Address:**

Islamic Azad University Central Tehran branch Faculty of Physical Education and Sport Science, Iran zamin Avenue, Sanat square, Tehran, Iran

\*Tel: +98 (21) 44660685

\*E-mail: atefe.sh.roshan@gmail.com

## Abstract

**Objective:** Assuming that cardiac rehabilitation and exercise significantly reduces mortality rate in coronary artery disease and has an important role in secondary prevention, the purpose of this study is to assess the effects of strength training and cardiac rehabilitation programs on biomechanical parameters of blood flow velocity and blood flow rate and these relationships with the brachial and femoral artery stiffness index in patients with coronary artery bypass graft (CABG) in past 2 months.

**Materials & Methods:** This study was performed on 40 women and men, with 50 to 80 years old who were underwent CABG. Training group had 18 patients who participated in strength training and rehabilitation program for two months. There were three sessions in a week and patients trained according to determined level of each patient's functional capacity. The control group had 14 patients who did not participate in the training program. Variables blood flow velocity and arterial diameter in systole and diastole phases measured with Doppler ultrasound and the mean velocity of blood flow rate in arteries and arterial stiffness index was calculated for both groups. For statistical analysis dependent t-test was used in significance level of 0.05 and Pearson correlation coefficient was applied for measuring the relation between parameters in significant level of 0.01.

**Results:** The significant changes in velocity, blood flow rate and decreased arterial stiffness index in arteries were observed in the training group.

**Conclusion:** According to our results, we can say strength training and cardiac rehabilitation programs can be effective in improvement of peripheral vascular and bleeding tendency in these patients.

**Keywords:** CABG patients, Strength training, Stiffness index, Blood flow velocity