Archive of SID

مجله دانشکده پزشکی اصفهان
سال سی و پنجم/شماره‌ی ۴۲۵/هفته‌ی اول خرداد ماه ۱۳۹۶

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۸/۳۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۹/۲۴

# تأثیر ۱۲ هفته تمرین تناوبی بر فشار خون و رگ‌گشایی ناشی از جریان در مردان میانسال مبتلا به پرفشاری خون

میثم شعبانی‌نیا[۱]، فرشته شهیدی[۲]، حمید رجبی[۳]، ایرج نظری[۴]

مقاله پژوهشی

## چکیده

**مقدمه:** رگ‌گشایی ناشی از جریان (Flow-mediated dilation یا FMD) در شرایط پرفشاری خون مختل می‌شود و به نظر می‌رسد تمرین ورزشی می‌تواند آن را بهبود بخشد. پژوهش حاضر، با هدف مقایسه‌ی FMD بین افراد سالم و مبتلا به پرفشاری خون و بررسی تأثیر ۱۲ هفته تمرین هوازی تناوبی بر آن انجام شد.

**روش‌ها:** در این پژوهش نیمه‌تجربی، ۱۲ مرد میانسال سالم و ۲۴ مرد میانسال مبتلا به پرفشاری خون با سن ۲/۸۰ ± ۴۹/۶۶ سال، قد ۴/۶۶ ± ۱۷۴/۱۶ سانتی‌متر و وزن ۱۲/۶۵ ± ۸۱/۰۸ کیلوگرم و انتخاب شدند. افراد بیمار در دو گروه ۱۲ نفره‌ی شاهد با سن ۲/۵۳ ± ۵۲/۰۸ سال، قد ۵/۸۱ ± ۱۷۳/۷۵ سانتی‌متر و وزن ۸/۲۶ ± ۸۰/۰۸ کیلوگرم و تمرین تناوبی با سن ۲/۹۱ ± ۵۰/۵۰ سال، قد ۴/۶۹ ± ۱۷۳/۴۰ و وزن ۱۳/۶۰ ± ۸۵/۲۰ کیلوگرم قرار گرفتند. تمرین شامل ۱۲ هفته دویدن تناوبی با شدت ۵۰ و ۸۰ درصد ضربان قلب ذخیره به مدت ۲ و ۱ دقیقه و سه جلسه در هفته روی تردمیل برای ۱۲ دقیقه بود که تا ۶ هفته هر هفته ۳ دقیقه و پس از آن هر ۲ هفته، ۳ دقیقه به زمان آن اضافه شد؛ به گونه‌ای که زمان تمرین در ۲ هفته‌ی آخر به ۳۶ دقیقه رسید. فشار خون و FMD قبل و بعد از دوره‌ی تمرین اندازه‌گیری شد. طبیعی بودن توزیع داده‌ها با آزمون Shapiro-Wilk سنجیده شد.

**یافته‌ها:** نتایج آزمون Independent t نشان داد که FMD در بیماران از افراد سالم کمتر بود (t = ۴/۴۶۹ و P < ۰/۰۰۱). همچنین، آزمون‌های One-way ANOVA و Repeated measures ANOVA نشان داد که تمرین تناوبی باعث کاهش معنی‌دار فشار خون سیستول (F = ۷/۰۵۹ و P = ۰/۰۱۵) و افزایش FMD (F = ۱۳/۶۳ و P = ۰/۰۰۱) می‌شود.

**نتیجه‌گیری:** به نظر می‌رسد رگ‌گشایی ناشی از جریان، در بیماران مبتلا به پرفشاری خون مختل می‌شود و این افراد برای کاهش فشار خون و بهبود عملکرد اندوتلیومی، می‌توانند تمرین هوازی تناوبی انجام دهند.

**واژگان کلیدی:** فشار خون، جریان خون ناحیه‌ای، تمرین هوازی

**ارجاع:** شعبانی‌نیا میثم، شهیدی فرشته، رجبی حمید، نظری ایرج. **تأثیر ۱۲ هفته تمرین تناوبی بر فشار خون و رگ‌گشایی ناشی از جریان در مردان میانسال مبتلا به پرفشاری خون.** مجله دانشکده پزشکی اصفهان ۱۳۹۶؛ ۳۵ (۴۲۵): ۳۷۵-۳۶۸

## مقدمه

بیماری پرفشاری خون، ناشی از دلایل متعددی نظیر عملکرد و هموستاز رگ‌های محیطی است. عملکرد رگ‌های محیطی نیز خود تا حد زیادی به عملکرد اندوتلیومی بستگی دارد. در حقیقت، بدکاری اندوتلیومی می‌تواند از جمله دلایل فشار خون زیاد باشد (۲-۱). تغییرات نامطلوب در عملکرد اندوتلیومی، به پاسخ‌های پرفشاری خون در شرایط استراحت و فعالیت ورزشی منجر می‌شود (۳). در واقع، نشان داده شده است که پرفشاری خون با بدکاری اندوتلیومی در ارتباط است و رگ‌گشایی ناشی از جریان (Flow-mediated dilation یا FMD) در این شرایط کاهش می‌یابد (۵-۴).

FMD یک روش غیر تهاجمی برای سنجش کارکرد اندوتلیومی است که در موارد تشخیصی مورد استفاده و تأیید قرار گرفته است (۶). به بیان دیگر، اندازه‌گیری این شاخص می‌تواند به صورت عملکردی تغییر در نشانگرهای بیوشیمیایی مؤثر بر کارکرد اندوتلیومی

۱- دانشجوی دکتری، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی تهران، تهران، ایران
۲- استادیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی تهران، تهران، ایران
۳- دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی تهران، تهران، ایران
۴- استادیار، گروه جراحی داخلی، دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز، اهواز، ایران
**نویسنده‌ی مسؤول:** میثم شعبانی‌نیا
Email: shabaaninia@gmail.com



www.SID.ir

Archive of SID



(تعادل بین عوامل تنگ کننده و گشاد کننده‌ی رگی) را تأیید کند. این عمل، از راه اندازه‌گیری تغییرات قطر رگ در پاسخ به محرکی که اندوتلیوم را تحریک می‌کند نظیر کم‌خونی- بازتزریق، به وسیله‌ی دستگاه سونو داپلر صورت می‌پذیرد (٦). نشان داده شده است که FMD به عنوان شاخص عملکرد اندوتلیومی با بسیاری از عوارض و بیماری‌های قلبی- عروقی و کلیوی در ارتباط است. برای مثال، مطالعات مقطعی رابطه‌ی همبستگی منفی بین FMD و ضخامت Intima-media thickness (IMT) کاروتید را نشان می‌دهد (٨-٧). به صورت مشابهی، FMD عامل پیش‌بینی IMT در زنان یائسه‌ی مبتلا به پر فشاری خون است (٩).

همچنین، شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد کاهش FMD با هایپرتروفی بطن چپ (Left ventricular hypertrophy یا LVH) در ارتباط است (١١-١٠) و عملکرد اندوتلیومی به شدت در افراد مبتلا به نارسایی حاد کلیوی کاهش می‌یابد (١٢). همچنین، کاهش FMD، افراد مبتلا به پر فشاری خون را بیشتر در معرض عوامل خطر حوادث قلبی- عروقی قرار می‌دهد. این رخداد بدون توجه به آسیب بافت هدف LVH نیز امکان دارد (١٣).

از سویی، بیماری پرفشاری خون تحت تأثیر تمرین و فعالیت ورزشی قرار می‌گیرد و پژوهش‌ها نشان داده‌اند که فعالیت ورزشی در پیش‌گیری، کنترل و حتی درمان فشار خون مؤثر است (١٦-١٤). فعالیت ورزشی این عمل را از راه فرایندهای گوناگونی مانند تأثیر بر هموستاز رگ‌ها و عملکرد اندوتلیومی انجام می‌دهد (١٩-١٧، ٧). از این رو، شرکت افراد در برنامه‌های فعالیت ورزشی، می‌تواند محرک لازم برای ایجاد سازگاری‌های پیش‌گیرانه و درمانی را به وجود آورد. در زمینه‌ی تأثیر تمرین ورزشی بر عملکرد اندوتلیومی با شاخص FMD در شرایط غیر پاتولوژیک و شرایط پاتولوژیک مرتبط با بیماری‌های قلبی- عروقی پژوهش‌هایی صورت گرفته است. برای مثال، فراحتی و همکاران، تأثیر تمرینات هوازی بر Nitric oxide (NO) و عملکرد اندوتلیومی زنان یائسه را بررسی کردند. تمرینات هوازی به مدت ٨ هفته و سه جلسه در هفته با شدت ٧٠-٥٠ درصد ضربان قلب ذخیره هر بار ٤٥-٣٠ دقیقه انجام و مشاهده شد که NO و FMD به صورت معنی‌داری افزایش یافت (٢٠).

ترتیبیان و همکاران، نیز تأثیر ٨ هفته تمرینات هوازی با شدت ٦٥-٥٠ درصد ضربان قلب بیشینه را بر FMD در مردان میانسال کم تحرک بررسی کردند. این تمرینات، ٤ روز در هفته و هر بار به مدت ٥٠-٤٠ دقیقه انجام شد. نتایج نشان داد که FMD به صورت معنی‌داری بعد از ٤ و ٨ هفته تمرین به صورت معنی‌داری افزایش یافت و از گروه شاهد نیز بیشتر بود (٢١). همچنین، Januszek و همکاران، تأثیر تمرینات هوازی تناوبی را بر عملکرد اندوتلیومی و توانایی راه رفتن بیماران مبتلا به Peripheral arterial disease بررسی کردند. ٦٧ بیمار در یک دوره‌ی ١٢ هفته‌ای تمرینات هوازی (تناوب‌های راه رفتن و نشستن به مدت حداقل ٣٥ دقیقه) روی تردمیل شرکت کردند و همچنین، ٣٧ هفته بعد از تمرینات نیز پی‌گیری شدند. FMD در این بیماران ٤٣ درصد افزایش یافت و بعد از ٣٧ هفته، همچنان ٢٩ درصد بیش از مقادیر پایه بود (٢٢).

مهذب و همکاران، نشان دادند که تمرینات هندگریپ به مدت ٤ هفته و سه جلسه در هفته، فشار خون سیستول و دیاستول را به صورت معنی‌داری کاهش و FMD را افزایش می‌دهد (٢٣)، اما قارداشی افوسی و همکاران که تأثیر تمرینات هوازی تناوبی را بر NO و FMD بیماران مبتلا به دیابت نوع ٢ با فشار خون کنترل شده بررسی کرده بودند، گزارش کردند که پس از ٣ ماه شرکت در این تمرینات، اکسیژن مصرفی اوج و همچنین، NO به صورت معنی‌داری افزایش یافتند، اما پس از ١٠ هفته تمرین، افزایش مشاهده شده در FMD معنی‌دار نبود. به نظر محقق مدت زمان تمرین بیشتری برای ایجاد تغییرات ساختاری رگی و در نتیجه افزایش FMD لازم است (٢٤).

بیشتر پژوهش‌های انسانی صورت گرفته بر روی افراد مبتلا به بیماری‌های قلبی- عروقی و به ویژه پرفشاری خون، از شیوه‌نامه‌های تمرینی هوازی تداومی کم شدت استفاده و به دلیل پیامدهای فیزیولوژیک مثبت، آن را توصیه کرده‌اند (٢٥). با این وجود، هر چند افزایش شدت تمرین، سازگاری‌های بیشتری در برخی متغیرها مثل افزایش فعالیت Nitric oxide synthase ناشی از افزایش تنش برشی (Shear stress) به دنبال دارد، اما تداوم شدت برای این دسته از افراد توصیه نمی‌شود. تناوب‌های تمرینی با شدت‌های کم و زیاد می‌تواند بهره‌مندی از شدت تمرین را میسر سازد. بنابراین، به نظر می‌رسد تمرین‌های تناوبی هوازی می‌تواند برای این افراد استفاده شود و شاید آثار برجسته‌تری از تمرین تداومی کم شدت داشته باشد، اما پژوهش‌های اندکی در زمینه‌ی تأثیر تمرینات تناوبی بر FMD به ویژه در بیماران مبتلا به پرفشاری خون مشاهده می‌شود و کمبود منابع در این زمینه اجماع نظر را مشکل می‌کند. بنابراین، هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تأثیر یک دوره تمرین تناوبی بر فشار خون و عملکرد اندوتلیومی با شاخص FMD در مردان میانسال مبتلا به پرفشاری خون بود.

## روش‌ها

پژوهش حاضر، به لحاظ روش از نوع نیمه‌تجربی و از جنبه‌ی هدف نیز با توجه به فرضیه‌ی پژوهش و نتایج مورد انتظار، از نوع کاربردی و توسعه‌ای بود. جامعه‌ی هدف این پژوهش، بیماران مرد مبتلا به پرفشاری خون تحت درمان و کنترل دارویی ٥٥-٤٥ سال بدون مشکلات



www.SID.ir

Archive of SID



حاد قلبی- عروقی و سابقه‌ی جراحی بودند. طبق طبقه‌بندی انجمن پرفشاری خون آمریکا (American Society of Hypertension) این افراد مبتلا به درجات ۱ و ۲ پرفشاری خون هستند (۲۶). تمامی بیماران مبتلا به پرفشاری خون با شرایط پیش‌گفته که از مهر ۱۳۹۳ تا مهر ۱۳۹۴ به بیمارستان‌های شرکت نفت و نرگس شهرستان ماهشهر مراجعه کرده بودند نیز جامعه‌ی در دسترس این پژوهش بودند که از بین این افراد، ۲۴ نفر به صورت تصادفی انتخاب شدند و در دو گروه تمرینات هوازی تناوبی و شاهد قرار گرفتند. یک گروه افراد سالم نیز به تعداد ۱۲ نفر برای مقایسه‌ی اولیه‌ی متغیرهای پژوهش با افراد مبتلا به پرفشاری خون و تأیید تفاوت‌ها بین این دو گروه انتخاب شدند.

پس از اعلام آمادگی افراد و شرح پژوهش، وضعیت بدنی و سلامت آن‌ها به روش مصاحبه‌ی اولیه و خود اظهاری و سپس، وضعیت قلبی- عروقی و شاخص‌های همودینامیک از راه معاینات پزشکی در کلینیک بیمارستان کنترل شد. شرکت کنندگان با سابقه‌ی بیماری مزمن، عمل باز و یا نقص عضو مؤثر بر یافته‌های مطالعه وارد مطالعه نشدند. همچنین، مصرف سیگار و الکل در طول مدت پژوهش ممنوع بود. مصرف داروهای تنظیم فشار خون نیز با تجویز پزشک آزاد بود و تغذیه زیر نظر پزشک کنترل شد. از آزمودنی‌ها خواسته شد فرم رضایت‌نامه‌ی شرکت در پژوهش و همکاری و تلاش صادقانه را بعد از مطالعه‌ی کامل جزئیات پژوهش امضا کنند. ضمن این که شرکت کنندگان مجاز بودند در هر زمان و بنا به هر دلیلی از ادامه‌ی شرکت در مطالعه انصراف دهند و هیچ اجباری در این زمینه وجود نداشت. به منظور آشنایی و آمادگی، ۱ هفته قبل از شروع شیوه‌نامه‌های تمرین، آزمودنی‌های گروه تمرینی در سه جلسه‌ی تمرینات آماده‌سازی شرکت کردند. این جلسات، شامل حرکات نرمشی هوازی و کششی و همچنین، دویدن روی تردمیل با شدت‌های انتخابی افراد بر حسب توانایی بود.

۴۸ ساعت قبل از آغاز تمرینات، ویژگی‌های فردی افراد شامل قد و وزن و شاخص‌های همودینامیک شامل ضربان قلب و فشار خون استراحت (فشارسنج Easy life مدل KD595 ساخت کشور چین) و FMD (دستگاه سونوگرافی Medison مدل H60 ساخت کشور کره‌ی جنوبی) جمع‌آوری شد. برای اندازه‌گیری FMD، بعد از این که فرد به مدت ۱۰ دقیقه در وضعیت استراحت روی یک تخت به حالت طاق باز قرار گرفت، نخست به وسیله‌ی پروب سونو داپلر (پروب ۷/۵ مگاهرتز) قطر قدامی- خلفی شریان براکیال دست راست بیمار ۱۰-۵ سانتی‌متر بالاتر از حفره‌ی آرنج اندازه‌گیری و محل مورد نظر روی پوست علامت‌گذاری شد. در مرحله‌ی بعد، یک کاف فشارسنج به مدت پنج دقیقه با فشار ۵۰ میلی‌متر جیوه بالاتر از فشار خون سیستول فرد به دور ساعد پایین‌تر از محل اسکن شریانی بسته شد تا ایسکمی انتهایی اندام ایجاد شود. سپس، کاف باز و به مدت ۱۲۰ ثانیه بعد از خروج هوای کاف در فاصله‌ی هر ۳۰ ثانیه، برای تعیین قطر قدامی خلفی شریان براکیال از همان محل اندازه‌گیری شده‌ی قبلی، اولتراسونوداپلر انجام می شد. بیشترین قطر مشاهده شده برای شاخص FMD در وضعیت دیاستولی شریان ثبت شد (۲۷، ۵). این عملیات توسط پزشک متخصص رادیولوژی در کلینیک تخصصی سونوگرافی انجام شد. در پاسخ به افزایش جریان خون، بعد از ایسکمی ایجاد شده توسط کاف فشارسنج، شریان براکیال متسع می‌شود و این رگ‌گشایی وابسته به اندوتلیوم شریان است. میزان شاخص FMD از طریق معادله‌ی زیر محاسبه شد (۲۰).

$$\text{درصد شاخص FMD} = \frac{\text{قطر حداکثری شریان بازویی}-\text{قطر شریان بازویی در حالت پایه}}{\text{قطر شریان بازویی در حالت پایه}} \times 100$$

در این پژوهش، برای تأیید انتظار محقق از تفاوت FMD بین افراد سالم و مبتلا به پرفشاری خون، ابتدا این متغیر بین این دو دسته مقایسه شد. بدین منظور، یک گروه ۱۲ نفره‌ی مردان سالم میانسال بین ۵۵-۴۵ سال انتخاب و داده‌های اولیه به همان شکل جمع‌آوری شد تا از این لحاظ با افراد مبتلا به پرفشاری خون مقایسه شوند. تمرین هوازی تناوبی شامل ۱۲ هفته دویدن روی تردمیل با تناوب‌های ۲ و ۱ دقیقه‌ای به ترتیب با ۵۰ و ۸۰ درصد ضربان قلب ذخیره بود (۲۵). زمان تمرین در آغاز ۱۲ دقیقه و اضافه بار به گونه‌ای بود که تا ۶ هفته هر هفته ۳ دقیقه (یعنی یک تناوب کم شدت و پر شدت) و پس از آن هر ۲ هفته ۳ دقیقه به زمان آن اضافه شد تا جایی که زمان تمرین در ۲ هفته‌ی آخر به ۳۶ دقیقه رسید.

همه‌ی افراد قبل از انجام بخش اصلی تمرین، یعنی دویدن روی تردمیل، ۱۰ دقیقه گرم کردن شامل حرکات نرمشی و کششی انجام می دادند. گروه شاهد در طول این مدت هیچ گونه فعالیت ورزشی نداشت. ضربان قلب افراد توسط کمربند سینه‌ای و همچنین، حسگرهای دستی تردمیل و پالس‌اکسی‌متر انگشتی کنترل می‌شد. همچنین، به درخواست پزشک متخصص، اشباع اکسیژن خون سرخرگی توسط پالس‌اکسی‌متر انگشتی (پالس‌اکسی‌متر Beurer مدل PO80 ساخت آلمان) کنترل شد تا افراد حین تمرین افت اکسیژن پیدا نکنند. به توصیه‌ی ایشان و هشدار خود دستگاه، اگر درصد اشباع اکسیژن از ۸۰ درصد کمتر می‌شد، تمرین قطع و فرد به استراحت می‌پرداخت. به علاوه، این مورد به پزشک گزارش می‌شد تا در مورد بیمار تصمیم‌گیری شود. همچنین، غیبت بیش از ۶ جلسه از تمرینات، باعث حذف فرد از گروه مورد می‌شد. به همین دلیل، ۲ نفر از گروه مورد حذف شدند و کار با ۱۰ نفر به اتمام رسید. ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه‌ی تمرین، بار دیگر فشار خون و FMD اندازه‌گیری شد.



www.SID.ir

Archive of SID



داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه‌ی ۲۰ (version 20, IBM Corporation, Armonk, NY) تجزیه و تحلیل شد. جهت تعیین طبیعی بودن توزیع داده‌ها در پیش‌آزمون از آزمون Shapiro-Wilk و به دلیل طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون‌های آماری پارامتریک استفاده شد.

برای مقایسه‌ی متغیرهای پژوهش بین افراد سالم و مبتلا به پرفشاری خون در پیش‌آزمون، از Independent t و برای سنجش تأثیر متغیر مستقل از آزمون Repeated measures ANOVA استفاده شد. $P < ۰/۰۵۰$ به عنوان سطح معنی‌داری برای تمام تحلیل‌های آماری در نظر گرفته شد.

## یافته‌ها

ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها و افراد سالم به لحاظ سن، قد و وزن در جدول ۱ آمده است. جدول ۲ نیز میانگین و انحراف معیار متغیرهای پژوهشی در پیش و پس‌آزمون و نتایج آزمون Independent t برای مقایسه‌ی متغیرهای پژوهشی در پیش‌آزمون بین افراد سالم و بیمار و همچنین، آزمون Repeated measures ANOVA برای سنجش تأثیر متغیر مستقل را نشان می‌دهد.

**جدول ۱. میانگین ± انحراف معیار ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها**

| گروه / ویژگی‌ها | سن (سال) | قد (سانتی‌متر) | وزن (کیلوگرم) |
|---|---|---|---|
| مورد | ۵۰/۵۰ ± ۲/۹۱ | ۱۷۳/۴۰ ± ۴/۶۹ | ۸۵/۲۰ ± ۱۳/۶۰ |
| شاهد | ۵۲/۰۸ ± ۲/۵۳ | ۱۷۳/۷۵ ± ۵/۸۱ | ۸۰/۰۸ ± ۸/۲۶ |
| سالم | ۴۹/۶۶ ± ۲/۸۰ | ۱۷۴/۱۶ ± ۴/۶۶ | ۸۱/۰۸± ± ۱۲/۶۵ |

همان‌گونه که مشاهده می‌شود، این متغیرها بین افراد سالم و مبتلا به پرفشاری خون تفاوت دارند. فشار خون سیستول ($t = ۱۶/۲۲۶$ و $P < ۰/۰۰۱$) و دیاستول ($t = ۴/۵۳۸$ و $P < ۰/۰۰۱$) افراد مبتلا به پرفشاری خون، در حالت استراحت به صورت معنی‌داری از افراد سالم بیشتر بود، اما FMD در افراد مبتلا به پرفشاری خون به صورت معنی‌داری از افراد سالم کمتر بود ($t = ۴/۴۶۹$ و $P < ۰/۰۰۱$). نتایج آزمون Repeated measures ANOVA نشان داد که فشار خون سیستول زمان استراحت، پس از مداخله‌ی تمرینی به صورت معنی‌داری کاهش پیدا کرد ($F = ۷/۰۵۹$ و $P = ۰/۰۱۵$)، اما فشار خون دیاستول تغییر معنی‌داری نشان نداد ($F = ۰/۸۸۰$ و $P = ۰/۳۶۰$). همچنین، نتایج این آزمون نشان داد که افزایش ۳۷ درصدی FMD در نتیجه‌ی تمرین هوازی تناوبی به لحاظ آماری معنی‌دار بود ($F = ۱۳/۶۳$ و $P = ۰/۰۰۱$).

## بحث

رگگشایی ناشی از جریان، روشی است که به صورت گسترده‌ای برای سنجش عملکرد اندوتلیومی استفاده می‌شود (۶). شواهد قبلی نشان می‌دهد که FMD در موارد پاتولوژیک مرتبط با اندوتلیوم از جمله فشار خون کاهش می‌یابد (۵-۳). این پژوهش نیز نشان داد که FMD در افراد مبتلا به پرفشاری خون از افراد سالم کمتر است. اغلب مطالعات پیشین در این زمینه نیز این یافته را تأیید می‌کنند. Lambiase و همکاران بیان کردند افرادی که FMD کمتری دارند، هنگام فعالیت ورزشی پیش رونده، فشار نبض بالاتری را تجربه می‌کنند (۳). Hodgson و همکاران نیز نشان دادند که تغییرات لحظه ای فشار خون سیستول، به صورت معکوسی با FMD در ارتباط است. هر چند این رابطه برای فشار خون دیاستول مشاهده نشد. با این حال، آن ها نتیجه گرفتند که میزان تغییرات فشار خون به عملکرد اندوتلیومی و عضلات صاف وابسته است (۴). در نهایت، Shan و همکاران، نشان دادند که FMD در بیماران مبتلا به دیابت و پرفشاری خون، از بیماران مبتلا به دیابت بدون داشتن عارضه‌ی فشار خون کمتر است (۵).

**جدول ۲. میانگین، انحراف معیار و نتایج آزمون Independent t برای مقایسه‌ی پیش‌آزمون‌ها بین افراد سالم و بیمار و آزمون Repeated measures ANOVA برای سنجش تأثیر متغیر مستقل**

| متغیر | گروه | مورد | شاهد | سالم | t | مقدار P | F | مقدار P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| نسبت فشار خون سیستول (mmHg) | پیش‌آزمون | ۱۴۷/۸ ± ۶/۶۶ | ۱۴۶/۵۸ ± ۶/۱۰ | ۱۲۱/۸۳ ± ۲/۸۲ | ۱۶/۲۲۶* | ۰/۰۰۰۱ | ۷/۰۵۹* | ۰/۰۱۵ |
| | پس‌آزمون | ۱۳۹/۰۱ ± ۳/۷۴ | ۱۴۴/۲۵ ± ۶/۷۱ | | | | | |
| نسبت فشار خون دیاستول (mmHg) | پیش‌آزمون | ۸۹/۷۰ ± ۴/۰۸ | ۸۶/۰۸ ± ۴/۹۲ | ۸۰/۲۵ ± ۴/۱۱ | ۴/۵۳۸* | ۰/۰۰۰۱ | ۰/۸۸۰ | ۰/۳۶۰ |
| | پس‌آزمون | ۸۸/۹۰ ± ۳/۴۴ | ۸۶/۸۳ ± ۲/۵۱ | | | | | |
| رگ‌گشایی ناشی از جریان | پیش‌آزمون | ۹/۹۶ ± ۱/۹۲ | ۱۰/۲۶ ± ۳/۰۸ | ۱۴/۵۲ ± ۳/۰۴ | ۴/۴۶۹* | ۰/۰۰۰۱ | ۱۳/۶۳* | ۰/۰۰۱ |
| | پس‌آزمون | ۱۵/۸۰ ± ±۳/۸۳ | ۱۰/۰۲ ± ۲/۱۶ | | | | | |

*: معنی‌دار



www.SID.ir

Archive of SID



با این تفاسیر، به نظر می‌رسد یکی از جنبه‌های ابتلا به پرفشاری خون، بدکاری اندوتلیومی است که با کاهش FMD نمایان می‌شود. پژوهش حاضر، یک بار دیگر این یافته را تأیید کرد.

همچنین، این پژوهش نشان داد که ۱۲ هفته تمرین تناوبی به صورت معنی‌داری باعث افزایش FMD می‌شود. سایر پژوهش‌ها در این زمینه نیز تأثیر مثبت تمرین ورزشی را بر FMD در افراد سالم و بیمار نشان داده‌اند (۲۸، ۲۳-۲۱). بیشتر این پژوهش‌ها، از شیوه‌نامه‌ی تمرین هوازی تداومی استفاده کرده بودند و بر روی بیماران مبتلا به پرفشاری خون انجام نشده بودند. تنها در پژوهش مهذب و همکاران، تأثیر ٤ هفته فعالیت ورزشی ایزومتریک هندگریپ بر تغییرات رگگشایی وابسته به جریان خون و فشار خون در زنان مبتلا به پرفشاری خون بررسی شده بود. تمرینات هندگریپ به مدت ٤ هفته و سه جلسه در هفته انجام شده بود و نتایج نشان داد که فشار خون سیستول و دیاستول پس از انجام تمرینات به صورت معنی‌داری کاهش و FMD افزایش پیدا کرد. به طور کلی، محقق ادعا کرد که تمرینات مقاومتی ایزومتریک از نوع هندگریپ، تأثیر مثبتی بر عملکرد اندوتلیومی در افراد مبتلا به پرفشاری خون دارد (۲۳).

در زمینه‌ی تأثیر تمرین ورزشی بر عملکرد اندوتلیومی در پژوهش‌ها، شیوه‌نامه‌ی تمرین تناوبی کمتر به چشم می‌خورد. در پژوهشی، قارداشی افوسی و همکاران، تأثیر تمرینات هوازی تناوبی را بر NO و FMD بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ با فشار خون کنترل شده بررسی کردند. پس از ۱۰ هفته تمرین تناوبی، افزایش مشاهده شده در FMD معنی‌دار نبود. به نظر محقق، مدت زمان تمرین بیشتری برای ایجاد تغییرات ساختاری رگی و در نتیجه افزایش FMD لازم است (٢٤). این نتیجه با نتایج پژوهش حاضر همسو نیست. به نظر می‌رسد تفاوت نوع بیماری و جامعه‌ی مورد بررسی و همچنین، طول مدت تمرین می‌تواند دلیل تفاوت در نتایج باشد.

همچنین، Januszek و همکاران، تأثیر تمرینات هوازی تناوبی را بر عملکرد اندوتلیومی و توانایی راه رفتن بیماران مبتلا به Peripheral artery disease (PAD) بررسی کردند. ٦٧ بیمار در یک دوره‌ی ۱۲ هفته‌ای تمرینات هوازی تناوبی بر روی تردمیل شرکت کردند. نتایج نشان داد که FMD به میزان ٤٣ درصد افزایش یافت و بعد از ۳۷ هفته، همچنان ۲۹ درصد بیش از مقادیر پایه بود (۲۲). این نتیجه، با نتیجه‌ی پژوهش حاضر از لحاظ تأثیر تمرین تناوبی بر FMD همسو است. هر چند نوع بیماری و عارضه در این دو پژوهش نیز به طور کامل یکسان نبود. با این حال، به نظر می‌رسد شیوه‌نامه‌ی تمرین هوازی تناوبی، می‌تواند سبب بهبود عملکرد اندوتلیومی در بیماران مبتلا به پرفشاری خون شود. مکانیسم‌های فیزیولوژیک دقیقی که تمرین ورزشی تناوبی از راه آن‌ها به بهبود عملکرد اندوتلیومی کمک می‌کند، به خوبی شناخته نشده‌اند، اما مطالعه‌ای مروری افزایش NO و کاهش اندوتلین ۱ به دنبال این تمرینات را گزارش کرد. در آن گزارش، عملکرد اندوتلیومی به میزان ۹ درصد افزایش یافته بود (۲۹).

FMD، شاخص رگگشایی وابسته به جریان است و NO مهم‌ترین عامل رگگشایی است که تا به حال شناخته شده است. بنابراین، بهبود FMD به بهبود فراهمی زیستی NO یا به عبارتی افزایش سنتز و کاهش مهار تولید آن وابسته است. همان‌گونه که بیان شد، NO توسط سلول‌های اندوتلیال در پاسخ به محرک‌های گوناگون از جمله تغییرات فشار خون، تنش برشی و کشش ضربانی رگی آزاد می‌شود و نقش مهمی در تعیین فشار خون و تون رگی ایفا می‌کند (۳۰). به نظر می‌رسد تمرین تناوبی از راه افزایش و کاهش شدت، به بهترین شکل قادر به القای تغییرات فشار خون، تنش برشی و کشش ضربانی باشد (۳۰). بنابراین، می‌توان ادعا کرد تمرینات تناوبی به دلیل ایجاد این تغییرات عملکردی و بیوشیمیایی، رگگشایی ناشی از جریان یا همان FMD را بهبود می‌بخشد.

به طور کلی، پژوهش حاضر نشان داد رگگشایی ناشی از جریان در بیماران مبتلا به پرفشاری خون از افراد سالم کمتر است. این عامل به اندوتلیوم رگ وابسته است و بدکاری اندوتلیومی آن را کاهش می‌دهد. از سوی دیگر، کاهش رگگشایی، مقاومت در برابر عبور جریان خون و به دنبال آن، فشار خون را افزایش می‌دهد. از این رو، این عامل می‌تواند بخشی از دلایل ابتلا به پرفشاری خون را توضیح دهد. همچنین، نتایج نشان داد که ۱۲ هفته تمرینات هوازی تناوبی، منجر به کاهش معنی‌دار فشار خون سیستول و افزایش معنی‌دار رگگشایی ناشی از جریان یا همان FMD می‌شود. هم‌راستایی این تغییرات توسط این مداخله‌ی درمانی، بار دیگر وابستگی درونی این عوامل یعنی فشار خون و FMD را به یکدیگر تأیید می‌کند. تمرینات تناوبی، به دلیل ویژگی افزایش و کاهش شدت، توانایی اعمال تغییرات فشار و جریان خون و در نتیجه تنش برشی و کشش ضربانی را دارند و با افزایش تولید NO، هموستاز رگ را بهبود می‌بخشند. این تغییرات، منجر به افزایش FMD می‌شود و احتمال می‌رود بخشی از کاهش فشار خون به دنبال این تمرینات را توجیه نماید. با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش، ابتدا پیشنهاد می‌شود در این بیماران سلامت رگ از منظر رگگشایی ناشی از جریان نیز سنجیده شود. همچنین، روش تمرین هوازی تناوبی به عنوان یک راه‌کار مؤثر بر افزایش این متغیر و کاهش فشار خون توصیه می‌شود. در نهایت، پیشنهاد می‌شود تأثیر این نوع تمرین با سایر روش‌های تمرینی نظیر روش سنتی هوازی تداومی و یا حتی روش تمرینی مقاومتی بر فشار خون و FMD مقایسه گردد تا بهترین شیوه‌ی مداخله‌ی ورزشی برای



www.SID.ir

Archive of SID



کنترل و حتی درمان این عارضه از راه مقایسه‌های علمی برگزیده شود.

## تشکر و قدردانی

مقاله‌ی حاضر برگرفته از پایان‌نامه‌ی دکتری فیزیولوژی ورزش به شماره‌ی ۶۳۹۰ در دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی تهران می‌باشد. بدین وسیله از مدیریت بیمارستان شرکت نفت ماهشهر سرکار خانم مریم‌السادات موسوی و ریاست محترم بیمارستان نرگس ماهشهر جناب آقای دکتر محمد شنبدی که در ایجاد هماهنگی‌ها و مشارکت افراد در پژوهش همکاری نمودند و همچنین، جناب آقای دکتر سیروس امیدی رادیولوژیست بیمارستان و مرکز یاس که زحمت انجام سونوگرافی را به عهده داشتند، تقدیر و تشکر به عمل می‌آید.

## References

1. Cooke JP, Dzau VJ. Nitric oxide synthase: role in the genesis of vascular disease. Annu Rev Med 1997; 48: 489-509.
2. Moncada S, Higgs EA. The discovery of nitric oxide and its role in vascular biology. Br J Pharmacol 2006; 147(Suppl 1): S193-S201.
3. Lambiase MJ, Dorn J, Thurston RC, Roemmich JN. Flow-mediated dilation and exercise blood pressure in healthy adolescents. J Sci Med Sport 2014; 17(4): 425-9.
4. Hodgson JM, Woodman RJ, Croft KD, Ward NC, Bondonno CP, Puddey IB, et al. Relationships of vascular function with measures of ambulatory blood pressure variation. Atherosclerosis 2014; 233(1): 48-54.
5. Shan Y, Lin J, Xu P, Zeng M, Lin H, Yan H. The combined effect of hypertension and type 2 diabetes mellitus on aortic stiffness and endothelial dysfunction: an integrated study with high-resolution MRI. Magn Reson Imaging 2014; 32(3): 211-6.
6. Ghiadoni L, Salvetti M, Muiesan ML, Taddei S. Evaluation of endothelial function by flow mediated dilation: methodological issues and clinical importance. High Blood Press Cardiovasc Prev 2015; 22(1): 17-22.
7. Hashimoto M, Eto M, Akishita M, Kozaki K, Ako J, Iijima K, et al. Correlation between flow-mediated vasodilatation of the brachial artery and intima-media thickness in the carotid artery in men. Arterioscler Thromb Vasc Biol 1999; 19(11): 2795-800.
8. Juonala M, Viikari JS, Laitinen T, Marniemi J, Helenius H, Ronnemaa T, et al. Interrelations between brachial endothelial function and carotid intima-media thickness in young adults: the cardiovascular risk in young Finns study. Circulation 2004; 110(18): 2918-23.
9. Halcox JP, Donald AE, Ellins E, Witte DR, Shipley MJ, Brunner EJ, et al. Endothelial function predicts progression of carotid intima-media thickness. Circulation 2009; 119(7): 1005-12.
10. Ercan E, Tengiz I, Ercan HE, Nalbantgil I. Left ventricular hypertrophy and endothelial functions in patients with essential hypertension. Coron Artery Dis 2003; 14(8): 541-4.
11. Muiesan ML, Salvetti M, Monteduro C, Corbellini C, Guelfi D, Rizzoni D, et al. Flow-mediated dilatation of the brachial artery and left ventricular geometry in hypertensive patients. J Hypertens 2001; 19(3 Pt 2): 641-7.
12. Ghiadoni L, Cupisti A, Huang Y, Mattei P, Cardinal H, Favilla S, et al. Endothelial dysfunction and oxidative stress in chronic renal failure. J Nephrol 2004; 17(4): 512-9.
13. Muiesan ML, Salvetti M, Paini A, Monteduro C, Galbassini G, Poisa P, et al. Prognostic role of flow-mediated dilatation of the brachial artery in hypertensive patients. J Hypertens 2008; 26(8): 1612-8.
14. Ruivo JA, Alcantara P. Hypertension and exercise. Rev Port Cardiol 2012; 31(2): 151-8. [In Portuguese].
15. Kokkinos PF, Narayan P, Papademetriou V. Exercise as hypertension therapy. Cardiol Clin 2001; 19(3): 507-16.
16. Hagberg JM, Park JJ, Brown MD. The role of exercise training in the treatment of hypertension: an update. Sports Med 2000; 30(3): 193-206.
17. Yung LM, Laher I, Yao X, Chen ZY, Huang Y, Leung FP. Exercise, vascular wall and cardiovascular diseases: an update (part 2). Sports Med 2009; 39(1): 45-63.
18. Zhang J, Ren CX, Qi YF, Lou LX, Chen L, Zhang LK, et al. Exercise training promotes expression of apelin and APJ of cardiovascular tissues in spontaneously hypertensive rats. Life Sci 2006; 79(12): 1153-9.
19. Nemoto K, Gen-no H, Masuki S, Okazaki K, Nose H. Effects of high-intensity interval walking training on physical fitness and blood pressure in middle-aged and older people. Mayo Clin Proc 2007; 82(7): 803-11.
20. Farahati S, Atarzadeh Hosseini S R, Bijeh N, Mahjoob O. The effect of aerobic exercising on plasma nitric oxide level and vessel endothelium function in postmenopausal women. Razi J Med Sci 2014; 20(115): 78-88. [In Persian].
21. Tartibiyan B, Baghaiee B, Monfaredan A, Mosafery E. Expression of adrenergic receptor beta-2 and FMD level in untrained middle-aged men: effect of eight week regular exercise training. J Urmia Univ Med Sci 2013; 23 (7): 807-17. [In Persian].
22. Januszek R, Mika P, Konik A, Petriczek T, Nowobilski R, Nizankowski R. Effect of treadmill training on endothelial function and walking abilities in patients with peripheral arterial disease. J Cardiol 2014; 64(2): 145-51.
23. Mohazzab M, Daryanoosh F, Babaee Beygi M, Rasekhi A, Koushki Jahromi M, Haji Tehran N. The effect of 4-week isometric handgrip exercise on changes of flow mediated dilation and blood pressure in females suffering from hypertension. J Shahid Sadoughi Univ Med Sci 2015; 23(7): 631-9. [In Persian].
24. Ghardashi Afousi A, Gaeini A, Gholami Borujeni B. The effect of aerobic interval training on endothelial



www.SID.ir

Archive of SID



vasculature function in type 2 diabetes patient. Iranian Journal of Rehabilitation Research in Nursing 2016; 2(3): 27-39.

**25.** Guimaraes GV, Ciolac EG, Carvalho VO, D'Avila VM, Bortolotto LA, Bocchi EA. Effects of continuous vs. interval exercise training on blood pressure and arterial stiffness in treated hypertension. Hypertens Res 2010; 33(6): 627-32.

**26.** Pickering TG, White WB. When and how to use self (home) and ambulatory blood pressure monitoring. J Am Soc Hypertens 2008; 2(3): 119-24.

**27.** Gunjal S, Shinde N, Kazi A, Khatri S. Effect of aerobic interval training on blood pressure and myocardial function in hypertensive patients. Int J Pharm Sci Invent 2013; 2 (6): 27-31.

**28.** Masaki N, Hakuno D, Toya T, Shiraishi Y, Kujiraoka T, Namba T, et al. Association between brachial-ankle pulse wave velocity and the ratio of l-arginine to asymmetric dimethylarginine in patients undergoing coronary angiography. J Cardiol 2015; 65(4): 311-7.

**29.** Ciolac EG. High-intensity interval training and hypertension: maximizing the benefits of exercise? Am J Cardiovasc Dis 2012; 2(2): 102-10.

**30.** Cai H, Harrison DG. Endothelial dysfunction in cardiovascular diseases: the role of oxidant stress. Circ Res 2000; 87(10): 840-4.



www.SID.ir

Archive of SID

**Journal of Isfahan Medical School** Received: 19.11.2016

**Vol. 35, No. 425, 1st Week, June 2017** Accepted: 14.12.2016

# Effect of 12-Weeks Interval Aerobic Training on Blood Pressure and Flow-Mediated Dilation in Middle-Aged Men with Hypertension

Maysam Shabaaninia[1], Fereshteh Shahidi[2], Hamid Rajabi[3], Iraj Nazari[4]

**Original Article**

## Abstract

**Background:** Flow-mediated dilation (FMD) in terms of blood pressure is impaired and it seems that exercise training can improve it. The present study intended to compare flow-mediated dilation in patients with hypertension and normotensive people and examine the effect of exercise on it.

**Methods:** In this semi-experimental study, 12 normotensive and 24 hypertensive middle-aged men (age: 49.66 ± 2.80 years, height: 174.16 ± 4.66 cm, weight: 81.08 ± 12.65 kg) were selected using convenience sampling method. Patients were randomly divided to equal groups; 12 for control (age: 52.08 ± 2.53 years, height: 173.75 ± 5.81 cm, weight: 80.08 ± 8.26 kg) and 12 for interval aerobic training (age: 50.50 ± 2.91 years, height: 173.4 ± 4.69 cm, weight: 85.2 ± 13.6 kg). The training included 12 weeks of treadmill interval aerobic running with 50 and 80% heart rate reserve for 2 and 1 minute, respectively, three times a week for totally 12 minutes each session. Each week, 3 minutes to 6th week and then, every two weeks, 3 minutes added to the training time. So that, training in the last two weeks was 36 minutes. Blood pressure and flow-mediated dilation were taken before and after the training period. The distribution normality of data was assessed using Shapiro-Wilk test.

**Findings:** Independent t-test showed that flow-mediated dilation was lower in patients than in normotensive subjects ($t = 4.469$, $P < 0.001$). The analysis of variance with repeated measures showed that the training significantly reduced systolic blood pressure ($F = 7.059$, $P = 0.015$) and increased flow-mediated dilation ($F = 13.63$, $P = 0.001$).

**Conclusion:** It seems that, flow-mediated dilation in patients with hypertension is impaired and these patients can do aerobic interval training to relieve pressure and improve endothelial function.

**Keywords:** Hypertension, Regional blood flow, Aerobic exercise

**Citation:** Shabaaninia M, Shahidi F, Rajabi H, Nazari I. **Effect of 12-Weeks Interval Aerobic Training on Blood Pressure and Flow-Mediated Dilation in Middle-Aged Men with Hypertension.** J Isfahan Med Sch 2017; 35(425): 368-75.

1- PhD Candidate, Department of Sport Physiology, School of Physical Educattion and Sport Sciences, Shahid Rajaee Teacher Treaining University of Tehran, Tehran, Iran
2- Assistant Professor, Department of Sport Physiology, School of Physical Educattion and Sport Sciences, Shahid Rajaee Teacher Treaining University of Tehran, Tehran, Iran, Tehran, Iran
3- Associate Professor, Department of Sport Physiology, School of Physical Educattion and Sport Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran
4- Assistant Professor, Department of General Surgery, School of Medicine, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran
**Corresponding Author:** Maysam Shabaaninia, Email: shabaaninia@gmail.com



www.SID.ir