

## آثار حاد یک وهله فعالیت هوازی تناوبی بر اتساع رگی ناشی از جریان و فشار خون در زنان مبتلا به پیش‌پرفشاری خون

سارا ظاهری<sup>۱</sup>، وحید تأدیبی<sup>۲</sup>، امیرعباس منظمی<sup>۳</sup>، فرهاد نعلینی<sup>۴</sup>

۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه رازی

۲. دانشیار فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه رازی\*

۳. استادیار فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه رازی

۴. استادیار رادیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۵/۱۹

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۳/۳۰

### چکیده

هدف از پژوهش حاضر بررسی آثار یک وهله فعالیت هوازی تناوبی بر اتساع رگی ناشی از جریان و فشار خون در زنان مبتلا به پیش‌پرفشاری خون (فشارخون سیستولی ۱۲۰ تا ۱۳۹ یا دیاستولی ۸۰ تا ۸۹ میلی‌متر جیوه) بود. بدین منظور، ۱۲ زن مبتلا به پیش‌پرفشاری خون (با میانگین سنی ۲۹/۴±۳/۶ سال؛ وزن ۶۵/۷±۴/۶ کیلوگرم؛ شاخص توده بدن ۲۴/۹±۱/۵ کیلوگرم بر مترمربع)، بدون سابقه فعالیت ورزشی و ابتلا به هرگونه بیماری قلبی - عروقی در دو شرایط کنترل و فعالیت هوازی تناوبی مورد مطالعه قرار گرفتند. فعالیت هوازی تناوبی شامل چهار ست چهار دقیقه‌ای دوییدن با شدت ۹۰ تا ۹۵ درصد ضربان قلب بیشینه و چهار دقیقه فاصله استراحتی فعال به صورت راه رفتن بود. اتساع رگی ناشی از جریان پیش از فعالیت و یک ساعت پس از آن با استفاده از دستگاه سونوگرافی داپلر اندازه‌گیری شد. فشارخون نیز پیش از فعالیت و بلافاصله تا یک ساعت پس از فعالیت در فواصل ۱۰ دقیقه‌ای اندازه‌گیری گردید. یافته‌های آزمون تی وابسته نشان می‌دهد که فعالیت هوازی تناوبی موجب افزایش معنادار اتساع رگی ناشی از جریان در یک ساعت پس از تمرین می‌شود (P=0.000). همچنین، فعالیت هوازی تناوبی موجب کاهش معنادار فشارخون از دقیقه ۲۰ پس از فعالیت گردید که این کاهش تا آخرین زمان اندازه‌گیری فشارخون؛ یعنی ۶۰ دقیقه پس از فعالیت ادامه داشت. به‌طور کلی، یافته‌ها حاکی از آن است که انجام یک وهله فعالیت هوازی تناوبی با پاسخ مثبت در اتساع رگی ناشی از جریان و فشارخون در زنان مبتلا به پیش‌پرفشاری خون همراه می‌باشد.

**واژگان کلیدی:** فعالیت هوازی، تمرین تناوبی، فشارخون، FMD

## مقدمه

با پیشرفت تکنولوژی و ماشینی شدن، کم‌حرکی در زندگی امروزی شیوع روزافزونی پیدا کرده است؛ به طوری که پرفشاری خون<sup>۱</sup> سومین علت مرگ‌ها بوده و به مدد کم‌حرکی و غذاهای آماده، کنسروی، شور و پرچرب و در یک کلام سبک زندگی ناسالم، از رشد فزاینده‌ای برخوردار می‌باشد. شیوع پرفشاری خون در بزرگسالان آمریکا در سال (۲۰۱۲-۲۰۱۱) معادل ۲۹/۱ درصد بوده است که در میان بزرگسالان مبتلا به پرفشاری خون طی این سال‌ها، ۸۲/۸ درصد از بیماری خود آگاه بودند، ۷۵/۷ درصد برای به‌دست‌آوردن سطوح پایین‌تر فشارخون دارو مصرف می‌کردند و ۵۱/۹ درصد فشارخون خود را تا سطوح کمتر از ۱۴۰/۹۰ میلی‌مترجیوه کنترل کرده بودند. همچنین براساس مطالعات، زنان به‌مقدار بیش‌تری نسبت به مردان به کنترل فشارخون خود توجه می‌کنند (۱). بررسی‌های صورت‌گرفته در نظام مراقبت ایران در سال (۱۳۹۰) حاکی از آن است که ۱۷/۵ درصد ایرانی‌های ۱۵ تا ۶۴ ساله به پرفشاری خون مبتلا می‌باشند. همچنین، بررسی بار بیماری‌ها و آسیب‌ها در کشور در سال (۱۳۸۲) نشان داد که از میان ۲۷ عامل خطر، حدود ۱۵ درصد بار بیماری‌ها ناشی از فشارخون بوده است (۲).

در این راستا، گزارش هفتم کمیته ملی پیشگیری، تشخیص، ارزیابی و درمان فشارخون بالا (JNC7)<sup>۲</sup>، فشارخون سیستولی ۱۲۰ تا ۱۳۹ میلی‌مترجیوه و یا فشارخون دیاستولی ۸۰ تا ۸۹ میلی‌مترجیوه را به‌عنوان پیش‌پرفشاری خون<sup>۳</sup> تعریف می‌کند. شواهد بیانگر آن است که پیش‌پرفشاری خون با افزایش عوامل خطر قلبی - عروقی، آسیب اندام‌های هدف، تصلب شرایین غیرقابل تشخیص در معاینات بالینی و مرگ‌ومیر در ارتباط می‌باشد (۳،۴)؛ درحقیقت، پیش‌پرفشاری خون حالتی است که به‌عنوان فشارخون طبیعی بالا یا بالاتر از حد بهینه تعریف می‌شود (۳).

سطوح بالای آمادگی بدنی با کاهش خطر ابتلا به پرفشاری خون در افراد سالم دارای فشارخون طبیعی همراه است و فعالیت ورزشی به‌صورت حاد و مزمن می‌تواند فشارخون استراحتی را در مبتلایان به پرفشاری خون کاهش دهد (۴). گزارش شده است که یک وهله فعالیت ورزشی می‌تواند موجب کاهش فشارخون در طول دوره پس از فعالیت در افراد سالم و نیز بیماران مبتلا به پرفشاری خون شود. این پدیده با عنوان "کاهش فشارخون پس از ورزش" (PEH)<sup>۴</sup> خوانده می‌شود و با کاهش پایدار فشارخون در پی یک وهله فعالیت ورزشی مشخص می‌گردد (۴،۵).

- 
1. Hypertension
  2. Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure
  3. Prehypertension
  4. Post Exercise Hypotension

ازسوی دیگر، اندوتلیوم یک عضو پویای بدن است که هموستاز رگها را به وسیله تنظیم تون رگ حفظ نموده و آن را در برابر آتروژنر محافظت می کند (۵). اندوتلیوم رگها نقش مهمی را در ترشح میانجی های تون وازوموتور ایفا می کند. (۶،۷). در این راستا، آسیب عملکرد اندوتلیال تنها یک سطح اولیه در آسیب شناسی تصلب شرایین نمی باشد؛ بلکه می تواند در ارتباط با یک اندوتلیال معیوب، سازوکارهایی را ایجاد کند که منجر به پیشرفت بیماری رگها گردد (۵). ارزیابی عملکرد اندوتلیال سرخرگ بازویی یک جانشین غیرتهاجمی قابل قبول برای ارزیابی عملکرد اندوتلیال سرخرگ کرونر است. شواهد نشان می دهد که اختلال عملکرد اندوتلیال از مهم ترین عوامل آبشار تصلب شرایین می باشد (۵،۸). آزمون استاندارد "اتساع رگی ناشی از جریان" (FMD)<sup>۱</sup> نخستین بار توسط سلرمیجر<sup>۲</sup> و همکاران با قراردادن یک کاف<sup>۳</sup> ساعد پنوماتیک در زیر قسمت پایینی آرنج برای تصویربرداری سرخرگ بازویی انجام شد. پاسخ FMD یک اثر متقابل بین فاکتورهای گشادکننده و تنگ کننده مشتق شده از اندوتلیوم رگ را نشان می دهد (۹،۸). FMD بر پایه این اصل قرار دارد که افزایش جریان خون در یک سرخرگ در پاسخ به یک دوره انسداد رگها، فشار برشی وارد شده بر اندوتلیوم را افزایش می دهد که این افزایش فشار، کانال های پتاسیم را فعال کرده و موجب نفوذ کلسیم به داخل سلول های اندوتلیال می شود. فعالیت داخل سلولی کلسیم، آنزیم نیتریک اکساید سنتتاز را فعال نموده و منجر به گشادشدگی عروق ناشی از نیتریک اکساید می گردد (۸،۱۰،۱۱). گزارش شده است که ورزش و حتی یک وهله فعالیت ورزشی می تواند FMD را افزایش دهد (۱۲)؛ اما ازسوی دیگر، هونگ<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۱۲) عنوان کرده اند که یک وهله فعالیت ورزشی هوازی متداوم تا رسیدن به واماندگی در زنان و افراد کم تحرک موجب کاهش FMD می شود (۱۳). در پژوهشی دیگر، هالمارک<sup>۵</sup> و همکاران (۲۰۱۴) اثر شدت های مختلف تمرینی بر تغییرات حاد FMD در افراد چاق و لاغر غیرفعال را بررسی کرده و نشان دادند که FMD در افراد لاغر و نه در افراد چاق، پس از تمرین با شدت بالا افزایش می یابد (۱۴). همچنین، گزارش شده است که یک وهله فعالیت ورزشی از کاهش FMD پس از فشار روانی در مبتلایان به سندروم متابولیک پیشگیری می کند (۱۵). در پژوهشی دیگر (به تازگی) نشان داده شد که فعالیت هوازی تداومی با شدت متوسط و نیز فعالیت هوازی تناوبی با شدت بالا در مردان سالم، آثار سودمند و مشابهی بر عملکرد اندوتلیوم داشته و هر دو موجب بهبود FMD می شوند (۱۶).

- 
1. Flow-Mediated Dilation
  2. Celermajer
  3. Cuff
  4. Hwang
  5. Hallmark

با توجه به موارد ذکر شده و نقش حیاتی عملکرد اندوتلیوم بر کنترل فشارخون و تأثیر ورزش بر سلامت اندوتلیوم و FMD و نیز این که بیش تر پژوهش ها به آثار سودمندتر تمرین متناوب نسبت به تمرین مداوم درمورد عوامل خطر بیماری های قلبی - عروقی اشاره داشته اند (۱۹-۱۶) و تاکنون (بنابر دانسته های ما) پژوهشی آثار حاد تمرین هوازی تناوبی بر اتساع رگی ناشی از جریان و فشارخون را در افراد مبتلا به پیش پرفشاری خون بررسی نکرده است، پژوهش حاضر با هدف بررسی آثار حاد فعالیت هوازی تناوبی بر فاکتورهای مؤثر در سلامت قلب و رگ ها در زنان مبتلا به پیش پرفشاری خون در پی آن است تا با انجام پژوهش های علمی و آزمایشگاهی، بخشی از این موضوع را پوشش داده و گامی هرچند کوچک در جهت رفع مشکلات موجود بردارد.

### روش پژوهش

آزمودنی های این پژوهش از میان زنان مبتلا به پیش پرفشاری خون مراجعه کننده به بیمارستان امام علی شهر کرمانشاه به صورت تصادفی انتخاب شدند (۱۲ تن) و یک متخصص قلب و عروق، بیماری آزمودنی ها را تأیید نمود. معیارهای ورود به پژوهش عبارت بود از: ابتلا به پیش پرفشاری خون (دامنه فشارخون سیستولی ۱۳۹-۱۲۰ میلی مترجیوه و یا فشارخون دیاستولی ۸۹-۸۰ میلی مترجیوه)، دامنه سنی ۱۸ تا ۳۵ سال، نداشتن سابقه فعالیت ورزشی حداقل در شش ماه پیش از آغاز پژوهش، مصرف نکردن هیچ گونه داروی مؤثر بر عملکرد رگ ها و فشارخون، مبتلانی بودن به بیماری های حاد قلبی - عروقی، ریوی، عصبی - عضلانی و دیابت، بارداری نبودن و مصرف نکردن دخانیات. جهت انجام پژوهش، در یک جلسه با حضور تمامی آزمودنی ها اهداف، شرایط و چگونگی اجرای مراحل مختلف پژوهش و نیز اندازه گیری ها برای آزمودنی ها تشریح گشته و به پرسش های آن ها پاسخ داده شد. پس از آن، آزمودنی ها فرم رضایت نامه کتبی مورد تأیید کمیته اخلاق پزشکی دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه را امضا نمودند. شایان ذکر است که در همین جلسه، مشخصات عمومی آزمودنی ها شامل: سن، وزن و قد ثبت گردید که نتایج آن در جدول شماره یک ارائه شده است.

جدول ۱- ویژگی های توصیفی آزمودنی ها

سن (سال)	قد (سانتی متر)	وزن (کیلوگرم)	شاخص توده بدن (مترمربع / کیلوگرم)
۲۹/۳±۴/۶	۱۶۲/۴±۴/۸	۶۵/۴±۷/۶	۲۴/۱±۹/۵

این پژوهش با بهره گیری از طرح درون آزمودنی و موازنه متقابل انجام شد؛ به گونه ای که آزمودنی ها در دو مرحله پذیرش تصادفی شامل: شرایط کنترل و شرایط فعالیت هوازی تناوبی مورد پژوهش قرار

گرفتند. تمامی اندازه‌گیری‌ها در زمان مشابهی از روز (ساعت ۱۶ تا ۱۸) انجام شد؛ بنابراین، به دلیل امکان اندازه‌گیری هم‌زمان تنها یک نفر، هر آزمودنی می‌بایست در یک روز جداگانه مورد بررسی قرار می‌گرفت. شرکت در پروتکل فعالیت هوازی و شرایط کنترل برای هر فرد با فاصله دست‌کم سه روز انجام گرفت. همچنین، برنامه زمانی شرکت آزمودنی‌ها در پژوهش به‌گونه‌ای تنظیم گردید که هر آزمودنی در زمان غیر دوره قاعدگی خود در پژوهش شرکت داده شد.

علاوه‌براین، اندازه‌گیری‌های اولیه FMD و فشارخون پیش از انجام فعالیت هوازی و پس از حدود ۲۰ دقیقه استراحت صورت گرفت. مقادیر پس‌آزمون نیز با اندازه‌گیری فشارخون بلافاصله و هر ۱۰ دقیقه پس از تمرین تا ۶۰ دقیقه و اندازه‌گیری FMD یک ساعت پس از تمرین به‌دست آمد. لازم‌به‌ذکر است که تمامی این اندازه‌گیری‌ها در روز کنترل و تنها با این تفاوت که آزمودنی در زمانی که در روزهای دیگر تمرین می‌کرد، در حالت استراحت و به‌صورت نشسته بر روی صندلی بود، انجام شد. علاوه‌براین، به آزمودنی‌ها توصیه شد که برنامه غذایی خود را در ۴۸ ساعت پیش از روز پذیرش اول یادداشت کنند و تا حد امکان برای ۴۸ ساعت پیش از روز پذیرش دوم از همان الگوی غذایی استفاده نمایند. همچنین، از آزمودنی‌ها خواسته شد که در صورت هرگونه استفاده از دارو به آزمونگران اطلاع دهند و تا حد ممکن از قرارگرفتن در معرض استرس‌های ذهنی و جسمی در طول مدت شرکت در پژوهش بپرهیزند.

پیش از وهله‌های فعالیت هوازی تناوبی، ۱۰ دقیقه گرم‌کردن شامل حرکات نرمشی و کششی و راه‌رفتن سریع روی نوار گردان انجام شد و در پایان تمرین، پنج دقیقه برگشت به حالت اولیه شامل راه‌رفتن سریع تا آهسته روی نوار گردان صورت گرفت. در ادامه، تمرین هوازی تناوبی به‌صورت چهار مرحله چهار دقیقه‌ای با شدت ۹۰ تا ۹۵ درصد ضربان قلب بیشینه و چهار دقیقه استراحت فعال به‌صورت راه‌رفتن بین مراحل انجام شد (۲۰). شایان‌ذکر است که کنترل شدت تمرین توسط پایش ضربان قلب آزمودنی‌ها به‌وسیله دستگاه ضربان‌سنج پولار (ساخت فنلاند) و تخمین ضربان قلب بیشینه براساس فرمول "سن-۲۲۰" انجام گرفت.

نحوه اندازه‌گیری فشارخون در حالت نشسته از دست چپ و به‌صورتی بود که دست در سطح قلب شخص قرار بگیرد. پیش از اندازه‌گیری فشارخون استراحتی، حداقل به‌مدت ۱۰ دقیقه به فرد استراحت داده شد و در تمامی اندازه‌گیری‌ها به آزمودنی گفته شد که نباید احساس پربودن مثانه داشته باشد. ذکر این نکته ضرورت دارد که تمامی اندازه‌گیری‌های فشارخون به‌وسیله دستگاه فشارسنج دیجیتالی (بیورر<sup>۱</sup> مدل BM20 با دقت سیستول  $\pm 3$  میلی‌مترجیوه و دیاستول  $\pm 3$  میلی‌مترجیوه ساخت کشور آلمان) انجام شد.

اندازه‌گیری FMD: پس از یک دوره استراحت حداقل ۱۰ دقیقه‌ای، مقدار پایه شریان بازویی دست راست در محل ۵-۱۰ سانتی‌متر بالاتر از حفره آرنج اندازه‌گیری شد و این محل برای اندازه‌گیری‌های پس از انسداد علامت‌گذاری گردید. به‌منظور ایجاد انسداد در قسمت پایینی، کاف در محل یک‌سوم بالای ساعد به‌مدت پنج دقیقه به‌مقدار ۲۰۰ میلی‌لیتر جیوه تورم قرار داده شد. شریان بازویی حداقل ۳۰ ثانیه پیش از بازکردن کاف و برای سه دقیقه پس از آن تحت‌نظر قرار گرفت و بالاترین مقدار قطر رگ و زمان رسیدن به این قطر ثبت گردید. لازم‌به‌ذکر است که در این اندازه‌گیری‌ها از دستگاه سونوگرافی داپلر (PROB: 7-10 MH, v 20, مدیسون سامسونگ<sup>۱</sup>، ساخت کره جنوبی) استفاده شد. درنهایت، اتساع رگی ناشی از جریان به‌عنوان درصد افزایش قطر اوج از قطر پایه با استفاده از فرمول زیر به‌دست آمد.

$$FMD = \frac{\text{مقدار پایه قطر رگ} - \text{مقدار حداکثر قطر رگ}}{\text{مقدار پایه قطر رگ}} \times 100$$

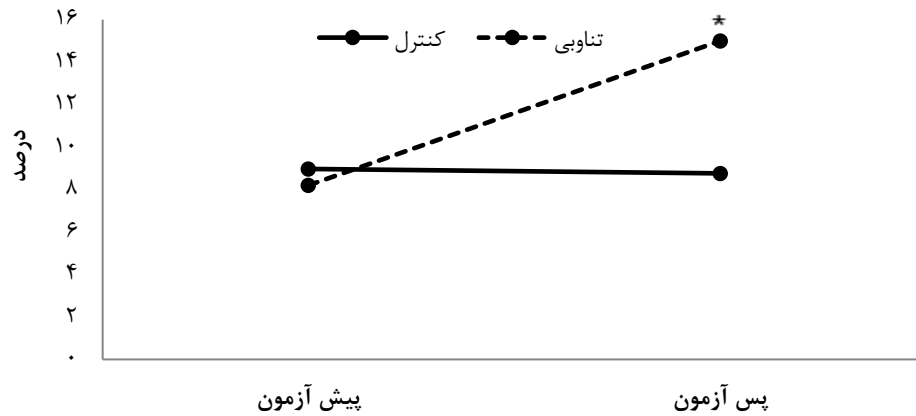
در پژوهش حاضر داده‌ها به‌صورت انحراف استاندارد  $\pm$  میانگین نشان داده شده‌اند. پس از بررسی توزیع طبیعی داده‌ها از آزمون تی مستقل برای بررسی تفاوت‌های بین‌گروهی در پیش‌آزمون استفاده گردید و برای بررسی تفاوت‌های درون‌گروهی از پیش‌آزمون به پس‌آزمون، آزمون تی وابسته مورد استفاده قرار گرفت. شایان‌ذکر است که سطح معناداری معادل (۰/۰۵) در نظر گرفته شد و تجزیه‌وتحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزار اس.پی.اس.اس نسخه ۱۸<sup>۲</sup> صورت گرفت.

## نتایج

براساس نتایج، برای متغیر FMD در پیش‌آزمون تفاوت معناداری بین دو گروه مشاهده نگردید ( $t_{22}=0.518, P=0.609$ ). همچنین، FMD پس از فعالیت هوازی تناوبی افزایش معناداری داشت ( $t_{11}=0.35, P=0.733$ )؛ اما تغییر معناداری در شرایط کنترل وجود نداشت ( $t_{11}=-8.750, P<0.0001$ ) (شکل شماره یک).

---

1. Medison Samsung  
2. SPSS 18

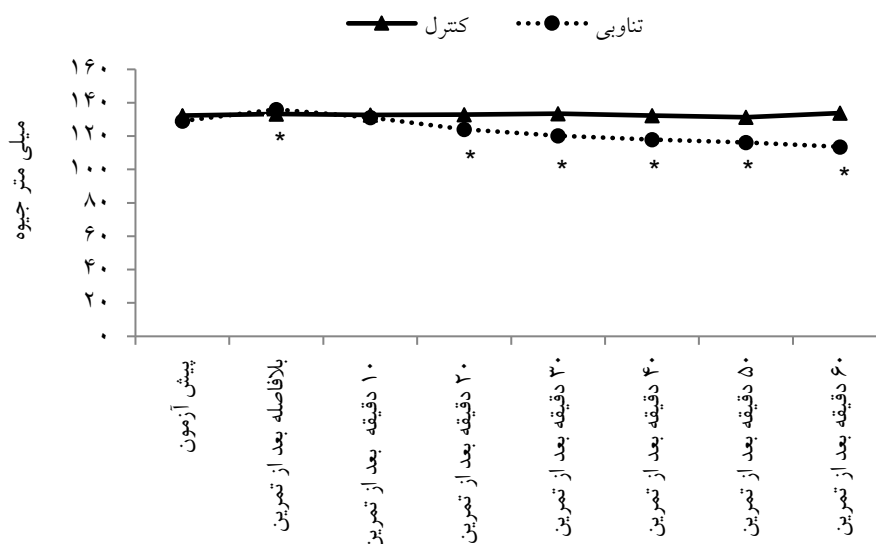


شکل ۱- تغییرات FMD از پیش آزمون به پس آزمون در دو شرایط

\* افزایش معنادار نسبت به پیش آزمون ( $P < 0.05$ )

برای متغیر فشارخون سیستولی در پیش‌آزمون تفاوت معناداری بین دو گروه دیده نشد ( $P=0.117$ )، نتیجه بررسی تغییرات درون‌گروهی با استفاده از آزمون تی هم‌بسته (شکل شماره دو) نشان می‌دهد که در شرایط کنترل، فشارخون سیستولی در هیچ‌یک از زمان‌های اندازه‌گیری تغییر معناداری نداشته است. همچنین، در شرایط تمرین تناوبی، فشارخون سیستولی بلافاصله پس از تمرین افزایش معناداری داشته و از دقیقه ۲۰ پس از تمرین تا آخرین زمان اندازه‌گیری؛ یعنی دقیقه ۶۰ پس از تمرین، کاهش معناداری را نشان می‌دهد.

علاوه‌براین، نتایج آزمون تی مستقل بین دو گروه نشان داد که بلافاصله پس از تمرین، فشارخون سیستولی به‌طور معناداری بیش‌تر از روز کنترل بوده است ( $P < 0.0001$ ). در این راستا، در دقیقه ۱۰ پس از تمرین تفاوت معناداری وجود نداشت ( $P=0.204$ )؛ اما از دقیقه ۲۰ پس از تمرین تفاوت معناداری بین دو شرایط مشاهده شد (در دقیقه ۲۰ ( $P=0.001$ ) و در دقایق ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ ( $P < 0.0001$ )).



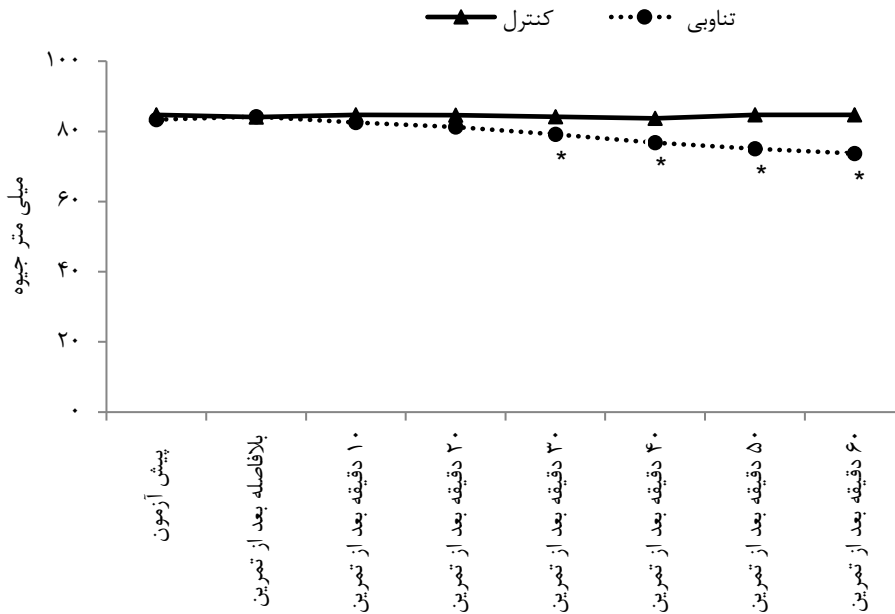
شکل ۲- تغییرات فشارخون سیستولی از پیش آزمون به پس آزمون در دو شرایط

\* تغییرات معنادار نسبت به پیش آزمون ( $P < 0.05$ )

برای متغیر فشارخون دیاستولی در پیش‌آزمون تفاوت معناداری بین دو گروه دیده نشد ( $t_{22}=1.63$ ), ( $P=0.123$ ). نتیجه بررسی تغییرات درون‌گروهی با استفاده از آزمون تی هم‌بسته (شکل شماره سه) بیانگر آن است که در شرایط کنترل، فشارخون سیستولی در هیچ‌یک از زمان‌های اندازه‌گیری تغییر معناداری نداشته است؛ درحالی‌که در شرایط تمرین تناوبی از دقیقه ۳۰ پس از تمرین کاهش معناداری مشاهده می‌شود.

همچنین، نتایج آزمون تی مستقل بین دو گروه حاکی از آن بود که در دقایق صفر، ۱۰ و ۲۰ پس از تمرین تفاوت معناداری بین دو شرایط وجود نداشت (دقیقه صفر ( $P=0.358$ ), دقیقه ۱۰ ( $P=0.567$ ) و دقیقه ۲۰ ( $P=0.233$ ); اما از دقیقه ۳۰ پس از تمرین تفاوت معناداری بین دو شرایط مشاهده گردید (در دقیقه ۳۰ ( $P=0.006$ ) و در دقایق ۴۰، ۵۰ و ۶۰ ( $P < 0.0001$ )).



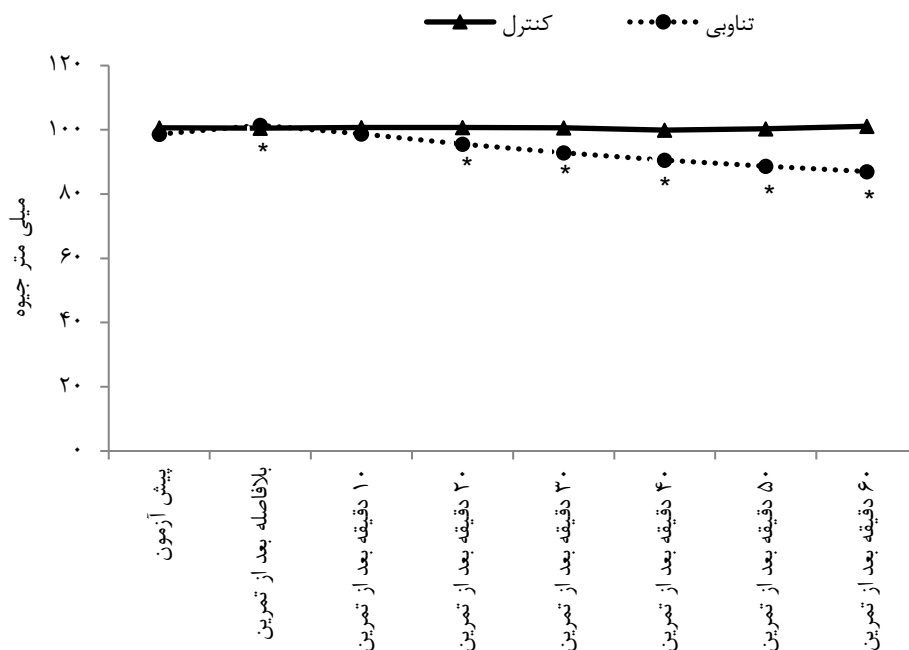


شکل ۳- تغییرات فشارخون دیاستولی از پیش آزمون به پس آزمون در دو شرایط

\* تغییرات معنادار نسبت به پیش آزمون ( $P < 0.05$ )

برای متغیر فشارخون میانگین در پیش آزمون تفاوت معناداری بین دو گروه مشاهده نمی شود ( $t_{22}=1.65, P=0.112$ ). نتیجه بررسی تغییرات درون گروهی با استفاده از آزمون تی هم بسته (شکل شماره چهار) نیز حاکی از آن است که در شرایط کنترل، فشارخون سیستولی در هیچ یک از زمان های اندازه گیری تغییر معناداری نداشته است؛ اما در شرایط تمرین تناوبی از دقیقه ۲۰ پس از تمرین کاهش معناداری را نشان می دهد.

همچنین، نتایج آزمون تی مستقل بین دو گروه بیانگر آن بود که در دقیقه ۱۰ پس از تمرین تفاوت معناداری بین تغییرات فشارخون میانگین وجود ندارد ( $P=0.983$ )؛ اما بلافاصله پس از آزمون تفاوت معناداری در آن مشاهده می شود. از دقیقه ۲۰ پس از تمرین نیز تفاوت معناداری بین دو شرایط به چشم می خورد (در دقیقه صفر ( $P=0.358$ )؛ دقیقه ۲۰ ( $P=0.017$ )؛ دقایق ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ ( $P < 0.0001$ )).



شکل ۴- تغییرات فشارخون میانگین از پیش آزمون به پس آزمون در دو شرایط

\* تغییرات معنادار نسبت به پیش آزمون ( $P < 0.05$ )

### بحث و نتیجه گیری

یافته‌های پژوهش حاضر بیانگر افزایش معنادار FMD پس از فعالیت هوازی تناوبی بود. نتایج حاصل از پژوهش با یافته‌های پژوهش‌های سالس<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۴) و سیاسوس<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۴) همسو بوده؛ اما با نتایج پژوهش‌های هونگ<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۲) و کاتایاما<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۱۳) مغایر می‌باشد. ویژگی‌های آزمودنی‌ها، نوع تمرین و شرایط سنجش اتساع رگی ناشی از جریان از جمله مهم‌ترین عواملی هستند که احتمالاً موجب ناهمخوانی نتایج شده‌اند. هونگ و همکاران (۲۰۱۲) پژوهش خود را بر روی زنان سالم و با استفاده از پروتکل چندمرحله‌ای بیشینه بروس انجام دادند و اتساع رگی ناشی از جریان نیز پس از بازگشت دوباره ضربان قلب به حالت استراحت اندازه‌گیری شد.

1. Sales
2. Siasos
3. Hwang
4. Katayama

در پژوهش کاتایاما و همکاران (۲۰۱۳) آزمودنی‌ها مردان سالم بودند که در شرایط هایپوکسی و با استفاده از چرخ کارسنج تمرین را انجام دادند. با توجه به این که شدت ورزشی مناسب برای ایجاد تغییرات مفید در فشارخون و عملکرد اندوتلیال به میزان اولیه عملکرد اندوتلیال جامعه موردنظر بستگی دارد و در پژوهش حاضر آزمودنی‌ها زنان پیش‌پرفشارخون بودند، تأثیر آزمودنی‌های مورد استفاده در کسب نتایج متفاوت بیش‌تر روشن می‌شود.

بر مبنای یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان این‌گونه نتیجه‌گیری کرد که تمرینات هوازی تناوبی موجب افزایش معنادار متغیر اتساع رگی ناشی از جریان، یک ساعت پس از تمرین در زنان جوان مبتلا به پیش‌پرفشاری خون می‌گردد. این احتمال وجود دارد که بهبود فراهمی زیستی نیتریک‌اکساید ناشی از افزایش فشار برشی متعاقب فعالیت هوازی تناوبی، بهبود اتساع رگی ناشی از جریان یک ساعت پس از فعالیت را به وجود آورده باشد (۲۱).

کاهش فشارخون پس از فعالیت: نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که در گروه کنترل فشارخون در هیچ‌یک از زمان‌ها تغییر معناداری وجود نداشت؛ اما تمرین هوازی تناوبی موجب افزایش معنادار فشارخون بلافاصله پس از تمرین شد و تمرین هوازی تناوبی موجب شروع کاهش معنادار فشارخون از ۲۰ دقیقه پس از تمرین گردید و این کاهش‌های معنادار تا آخرین زمان اندازه‌گیری فشارخون؛ یعنی ۶۰ دقیقه پس از تمرین ادامه داشت. این یافته‌ها با نتایج پژوهش‌های لاکومب<sup>۱</sup> (۲۰۱۰) و سیلوا<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۳) همسویی داشت.

مهم‌ترین عاملی که مزایای ورزش برای کنترل فشارخون را توجیه می‌کند، بهبود عملکرد اندوتلیال از طریق افزایش فشار برشی تولیدشده در طول ورزش می‌باشد (۲۲). در این زمینه، پیش‌تر اثر سودمند فعالیت هوازی بر سطوح نیتریک‌اکساید به‌عنوان یک متسع‌کننده رگی نشان داده شده است (۲۳). در پژوهش حاضر نیز گرادیان‌های متفاوت فشار برشی که به‌وسیله تمرین هوازی تناوبی ایجاد شده است، می‌تواند با افزایش این متسع‌کننده رگی موجب کاهش فشارخون شده باشد. براساس این نتایج و یافته‌های پژوهش‌های پیشین، احتمالاً نقش تمرین ورزشی هوازی؛ به‌ویژه تمرین هوازی تناوبی برای کاهش فشارخون سیستمی در افراد پیش‌پرفشارخون اجتناب‌ناپذیر است.

علاوه‌براین، تمرین هوازی تناوبی موجب افزایش معنادار فشارخون بلافاصله پس از تمرین گردید که احتمالاً ناشی از این موضوع است که افزایش فعالیت سیستم عصبی سمپاتیک در حین تمرین می‌تواند به‌دلیل افزایش ضربان قلب و مقاومت رگ‌های محیطی و در نتیجه، افزایش فشارخون بلافاصله پس از فعالیت باشد؛ اما پس از مدتی بعد از توقف فعالیت، با کاهش فعالیت سیستم عصبی سمپاتیک و

---

1. Lacombe

2. Silva

افزایش فعالیت سیستم عصبی پاراسمپاتیک، کاهش ضربان قلب استراحتی و افزایش حجم ضربه‌ای موجب کاهش فشارخون پس از ورزش می‌شود (۱۶،۲۴). همچنین، استرس اکسیداتیو پس از تمرین افزایش یافت و موجب کاهش فراهمی زیستی نیتریک‌اکساید بلافاصله پس از فعالیت گردید (۸). احتمالاً افزایش فشارخون بلافاصله پس از ورزش نیز ناشی از این عامل باشد. البته، مدتی پس از ورزش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی افزایش می‌یابد که این موضوع نیز می‌تواند کاهش فشارخون در زمان‌های بعد را توجیه نماید؛ از دقیقه ۲۰ پس از تمرین هوازی تداومی، روند کاهشی آغاز گشت و از دقیقه ۳۰ پس از تمرین موجب کاهش معنادار فشارخون سیستولی گردید. احتمالاً یکی از مهم‌ترین دلایلی که تمرین هوازی تناوبی یک محرک مناسب برای بهبود کنترل فشارخون می‌باشد، این است که دوره‌های مکرر ورزش با شدت بالا موجب تحریک بیش‌تر فشار برشی در بستر رگ‌ها می‌شود و می‌تواند به‌طور بالقوه محرک بهتری برای بهبود عملکرد اندوتلیال باشد. علاوه‌براین، در طول دوره بعد از ورزش، افزایش محرک تمرینی که به‌وسیله تمرین اینتروال فراهم می‌شود و افزایش مواد متسع‌کننده عروق موجب کاهش بیش‌تر مقاومت رگ‌های سیستمیک و در نتیجه، کاهش زودتر فشارخون پس از ورزش می‌شود. همچنین، فواصل استراحتی بین تمرین اینتروال، احتمالاً فرصت‌های بهتری را برای فعالیت آنتی‌اکسیدانی عضلات فعال فراهم می‌کند (۲۱،۲۵).

به‌طور کلی، نتایج حاصل از این پژوهش پیشنهاد می‌کند که در زنان مبتلا به پیش‌پرفشاری خون، یک وهله فعالیت هوازی تناوبی (به‌صورت چهار مرحله چهار دقیقه‌ای با شدت ۹۰ تا ۹۵ درصد ضربان قلب بیشینه و چهار دقیقه استراحت فعال به‌صورت راه‌رفتن بین مراحل) موجب افزایش اتساع رگی ناشی از جریان یک ساعت پس از فعالیت می‌شود که نشانگر بهبود عملکرد اندوتلیال است. همچنین، فعالیت ورزشی تناوبی با کاهش معنادار فشارخون پس از فعالیت همراه بوده و سودمندی فعالیت تناوبی پرشدت اجتناب‌ناپذیر می‌باشد.

پیام مقاله: مبتلایان به پیش‌پرفشاری خون می‌توانند با انجام فعالیت‌های هوازی تناوبی (چهار مرحله چهار دقیقه‌ای با شدت ۹۰ تا ۹۵ درصد ضربان قلب بیشینه و چهار دقیقه استراحت فعال به‌صورت راه‌رفتن بین مراحل) از پیامدهای سودمند فعالیت ورزشی بر عملکرد اندوتلیال بهره‌مند گردند.

## منابع

1. Nwankwo T, Yoon S S, Burt V, Gu Q. Hypertension among adults in the United States: National Health and Nutrition Examination Survey, 2011-2012. NCHS Data Brief. 2013; 133: 1-8.
2. Fakhrzadeh H, Alatab S, Sharifi F, Mirarefein M, Badamchizadeh Z, Ghaderpanahi M, et al. Carotid intima media thickness, brachial flow mediated dilation and previous history of gestational diabetes mellitus. J Obstet Gynaecol Res. 2012; 38(8): 1057-63. (In Persian).

3. Erdogan D, Yildirim I, Ciftci O. Effects of normal blood pressure, prehypertension, and hypertension on coronary microvascular function. *Circulation*. 2007; 115: 593-9.
4. Faselis C, Doumas M, Kokkinos J P. Exercise capacity and progression from prehypertension to hypertension. *Hypertension*. 2012; 60: 333-8.
5. Inaba Y, Chen J A, Bergmann S R. Prediction of future cardiovascular outcomes by flow-mediated vasodilatation of brachial artery: A meta-analysis. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2010; 26(6): 631-40.
6. Anderson T J, Uehata A, Gerhard M D. Close relation of endothelial function in the human coronary and peripheral circulations. *J Am Coll Cardiol*. 1995; 26(5): 1235-41.
7. Black M A, Cable N T, Thijssen D H, Green D J. Impact of age, sex, and exercise on brachial artery flow-mediated dilatation. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2009; 297: 1109-15.
8. Currie K D, McKelvie R S, Macdonald M J. Flow-mediated dilation is acutely improved after high-intensity interval exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2012; 44(11): 2057-64.
9. Stoner L, Erickson M L, Young J M, Fryer S, Sabatier M J, Faulkner J, et al. There is more to flow-mediated dilation than nitric oxide. *J Atheroscler Thromb*. 2012; 19(7): 589-600.
10. Blair S N, Goodyear N N, Gibbons L W, Cooper Kh. Physical fitness and incidence of hypertension in healthy normotensive men and women. *JAMA*. 1984; 252(4): 487-90.
11. Giles T D, Materson J B, Cohn N J. Definition and classification of hypertension: An update. *J Clin Hypertens (Greenwich)*. 2009; 11(11): 611-4.
12. Zhu W, Zeng J, Yin J. Both flow-mediated vasodilation procedures and acute exercise improve endothelial function in obese young men. *Eur J Appl Physiol*. 2010; 108: 727-32.
13. Hwang I C, Kim Kh, Choi W S, Kim H J, Im M S, Kim Y J, et al. Impact of acute exercise on brachial artery flow-mediated dilatation in young healthy people. *Cardiovasc Ultrasound*. 2012; 10: 39.
14. Hallmark R, Patrie J T, Liu Z, Gaesser G A, Barrett E J, Weltman A. The effect of exercise intensity on endothelial function in physically inactive lean and obese adult. *PLoS One*. 2014; 9(1): 85450.
15. Sales A R, Fernandes I A, Rocha N G, Costa L S, Rocha H N, Mattos J D, et al. Aerobic exercise acutely prevents the endothelial dysfunction induced by mental stress among subjects with metabolic syndrome: The role of shear rate. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2014; 306(7): 963-71.
16. Siasos S, Athanasiou D, Tousoulis D, Terzis G, Stasinaki A, Tourikis P, et al. Acute effects of different types of aerobic exercise on vascular function. *J Am Coll Cardiol*. 2014; 63(12): 16-42.
17. Katayama K, Fujita O, Iemitsu M, Kawano H, Iwamoto E, Saito M, et al. The effect of acute exercise in hypoxia on flow-mediated vasodilation. *Eur J Appl Physiol*. 2013; 113(2): 349-57.

18. Emmanuel G C, Edimar A B, Luiz A B. Effects of high-intensity aerobic interval training vs. moderate exercise on hemodynamic, metabolic and neuro-humoral abnormalities of young normotensive women at high familial risk for hypertension. *Hypertension Research*. 2010; 72(10): 1-8.
19. Emmanuel G C. High-intensity interval training and hypertension: Maximizing the benefits of exercise. *Am J Cardiovasc Dis*. 2012; 2(2): 102-10.
20. Helgerud J, Hoydal K, Wang E. Aerobic high-intensity intervals improve VO<sub>2</sub>max more than moderate training. *Med Sci Sports Exerc*. 2007; 39: 665-7.
21. Pasler C, Luscher T F, Landmesser U. Molecular mechanisms of vascular effects of high-density lipoprotein: Alterations in cardiovascular disease. *Embo Mol Med*. 2012; 4: 251-68.
22. Ruivo J A L, Alcântara P. Hypertension and exercise. *Rev Port Cardiol*. 2012; 31(2): 151-8.
23. Ahmady Z, Tadibi V, Razazian N. The effect of 8-week aerobic exercise on migraine headache indices and blood Nitric Oxide level in women with migraine. *Exerc Physiol*. 2015; 26: 33-50. (In Persian).
24. Wallace J P. Exercise in hypertension. *Sports Med*. 2003; 33(8): 1-15.
25. Lacombe S. Interval and continuous exercise elicit equivalent post-exercise hypotension despite differences in baroreflex sensitivity and heart rate variability (Master thesis). University of Toronto; 2010.

## ارجاع دهی

ظاهری سارا، تأدیبی وحید، منظمی امیرعباس، نعلینی فرهاد. آثار حاد یک وهله فعالیت هوازی تناوبی بر اتساع رگی ناشی از جریان و فشارخون در زنان مبتلا به پیش‌پرفشاری خون. فیزیولوژی ورزشی. تابستان ۱۳۹۶؛ ۳۴(۹): ۳۵-۴۸.  
شناسه دیجیتال: 10.22089/spj.2017.533.1084

Zaheri S, Tadibi V, Monazami A.A, Naaleini F. Acute Effects of an Interval Aerobic Session on Flow-Mediated Dilation and Blood Pressure in Women with Prehypertension. *Sport Physiology*. Summer 2017; 9(34): 35-48. (In Persian).  
Doi: 10.22089/spj.2017.533.1084

## Acute Effects of an Interval Aerobic Session on Flow-Mediated Dilation and Blood Pressure in Women with Prehypertension

S. Zaheri<sup>1</sup>, V. Tadibi<sup>2</sup>, A.A. Monazami<sup>3</sup>, F. Naaleini<sup>4</sup>

1. Master of Exercise Physiology, Razi University
2. Associate Professor of Exercise Physiology, Razi University\*
3. Assistant Professor of Exercise Physiology, Razi University
4. Assistant Professor of Radiology, Kermanshah University of Medical Sciences

Received: 2015/06/20

Accepted: 2016/08/09

---

### Abstract

The purpose of this study was to investigate the acute effects of an interval aerobic session on Flow-Mediated Dilation and blood pressure in women with prehypertension (SBP=120-139 mmHg or DBP=80-89 mmHg). For this purpose, 12 women with prehypertension (mean±SD age 29.4±3.6 years, weight 65.7±4.6 kg, BMI 24.9±1.5 kg.m<sup>2</sup>), without exercise activities or any cardiovascular disease, were participated in control and aerobic exercise trials. Interval aerobic exercise concluded four sets of four minutes running with 90 to 95 percent of maximal heart rate, and four minutes of active walking rest intervals. Flow mediated dilation was measured before and one hour after the exercise session using Doppler sonography. And, blood pressure was measured before, immediately, and every 10min for 60min after the exercise session. Results of the paired-samples t-test showed a significant increase in the Flow-Mediated Dilation, one hour after interval aerobic exercise (P=0.000). In addition, interval aerobic exercise can significantly reduce the blood pressure from 20 to 60 minutes after the exercise. In conclusion, this study shows that performing a session of interval aerobic exercise, leads to improved Flow-Mediated Dilation and blood pressure in women with prehypertension.

**Keywords:** Aerobic Exercise, Interval Training, Blood Pressure, FMD

---

---

\*Corresponding Author

Email: vahidtadibi@razi.ac.ir