

آثار حاد یک وهله فعالیت هوازی تناوبی بر اتساع رگی ناشی از جریان و

فشار خون در زنان مبتلا به پیش‌پرفشاری خون

سارا ظاهری^۱، وحید تأدیبی^۲، امیرعباس منظمی^۳، فرهاد نعلینی^۴

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 فشارخون در زنان مبتلا به پیش‌پرفشاری خون (فشارخون سیستولی ۱۲۰ تا ۱۳۹ یا دیاستولی ۸۰ تا ۸۹ میلی‌متر جیوه) بود. بدین‌منظور، 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 دویدن با شدت ۹۰ تا ۹۵ درصد ضربان قلب بیشینه و چهار دقیقه فاصله استراحتی فعال به‌صورت راه‌رفتن 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. به‌طورکلی، 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^۱ 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 (...)،^۲ فشارخون سیستولی ۱۲۰ تا ۱۳۹ میلی‌مترجیوه و یا فشارخون دیاستولی ۸۰ تا ۸۹ میلی‌مترجیوه را به‌عنوان پیش‌پرفشاری خون^۳ 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" (...)^۴ خوانده می‌شود و با کاهش پایدار فشارخون در پی یک وهله فعالیت ورزشی مشخص می‌گردد (۴،۵).

.....

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 می‌کند (۵). اندوتلیوم رگ‌ها نقش مهمی را در ترشح میانجی‌های تون وازوموتور ایفا می‌کند. (۶،۷). در این راستا، آسیب عملکرد اندوتلیال تنها یک سطح اولیه در آسیب‌شناسی تصلب شرایین نمی‌باشد؛ بلکه می‌تواند 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 می‌دهد که اختلال عملکرد اندوتلیال از مهم‌ترین عوامل آبشار تصلب شرایین می‌باشد (۵،۸). آزمون استاندارد "اتساع رگی ناشی از جریان" (. .)^۱ نخستین بار توسط سلرمیجر^۲ و همکاران با قراردادن یک کاف^۳ ساعد پنوماتیک در زیر قسمت پایینی آرنج برای تصویربرداری سرخرگ بازویی انجام شد. پاسخ . . یک اثر متقابل بین فاکتورهای گشادکننده و تنگ‌کننده مشتق شده از اندوتلیوم رگ را نشان می‌دهد (۹،۸). . . 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 می‌دهد که این افزایش فشار، کانال‌های پتاسیم را فعال کرده و موجب نفوذ کلسیم به داخل سلول‌های اندوتلیال می‌شود. فعالیت داخل سلولی کلسیم، آنزیم نیتریک اکساید سنتتاز را فعال نموده و منجر به گشادشدگی عروق ناشی از نیتریک اکساید می‌گردد (۸،۱۰،۱۱). گزارش شده است که ورزش و حتی یک وهله فعالیت ورزشی می‌تواند . . . را افزایش دهد (۱۲)؛ اما ازسوی دیگر، هونگ^۴ و همکاران (۲۰۱۲) عنوان کرده‌اند که یک وهله فعالیت ورزشی هوازی متداوم تا رسیدن به واماندگی در زنان و افراد کم‌تحرک موجب کاهش . . . می‌شود (۱۳). در پژوهشی دیگر، هالمارک^۵ و همکاران (۲۰۱۴) اثر شدت‌های مختلف تمرینی بر تغییرات حاد . . . در افراد چاق و لاغر غیرفعال را بررسی کرده و نشان دادند که . . . در افراد لاغر و نه در افراد چاق، پس از تمرین با شدت بالا افزایش می‌یابد (۱۴). همچنین، گزارش شده است که یک وهله فعالیت ورزشی از کاهش . . . پس از فشار روانی در مبتلایان به سندروم متابولیک پیشگیری می‌کند (۱۵). در پژوهشی دیگر (به‌تازگی) 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 . . . می‌شوند (۱۶).

.....

با توجه به موارد ذکر شده و نقش حیاتی عملکرد اندوتلیوم بر کنترل فشارخون و تأثیر ورزش بر سلامت اندوتلیوم و ... 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 (۱۶.۱۹) 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 متر جیوه و یا فشارخون دیاستولی ۸۹-۸۰ میلی متر جیوه)، 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 (متر مربع / 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 ... 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 ... 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^۱ مدل با دقت سیستول ± 3 میلی‌مترجیوه و دیاستول ± 3 میلی‌مترجیوه ساخت کشور آلمان) انجام شد.

اندازه‌گیری ... 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 (... .. مدیسون سامسونگ^۱، 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.

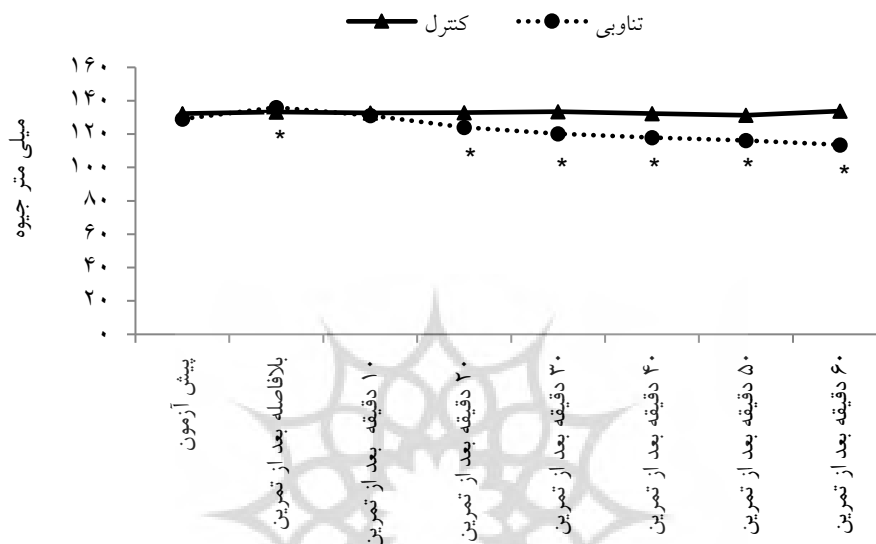
$$FMD = \frac{\text{مقدار پایه قطر رگ} - \text{مقدار حداکثر قطر رگ}}{\text{مقدار پایه قطر رگ}} \times 100$$

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 ۱۸^۲ صورت گرفت.

نتایج

براساس نتایج، برای متغیر ... در پیش‌آزمون تفاوت معناداری بین دو گروه مشاهده نگردید (.....). همچنین، ... پس از فعالیت هوازی تناوبی افزایش معناداری داشت (.....<.....)؛ اما تغییر معناداری در شرایط کنترل وجود نداشت (.....). (شکل شماره یک).

.....
.....
.....

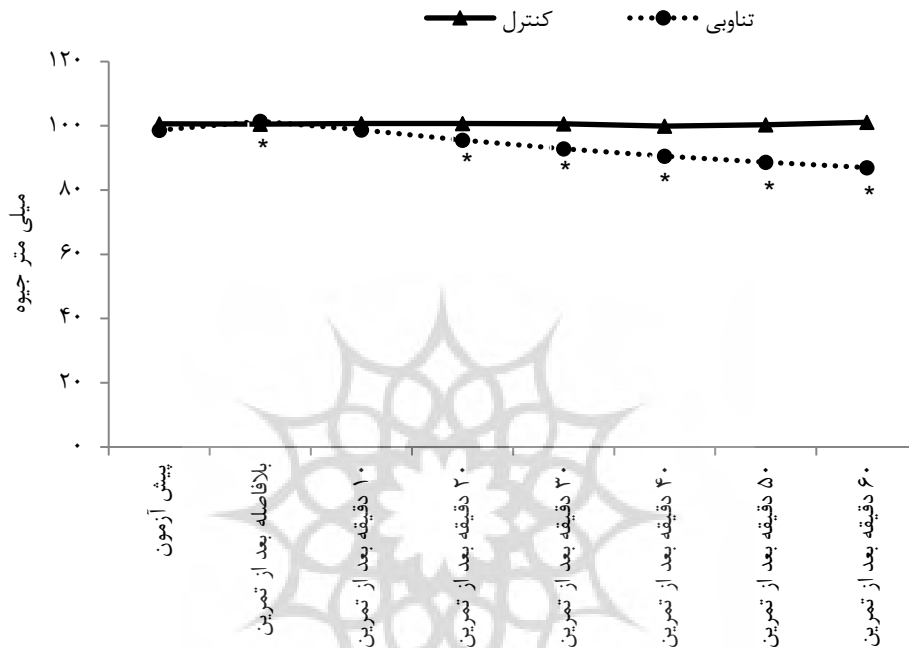


شکل ۲- تغییرات فشارخون سیستولی از پیش آزمون به پس آزمون در دو شرایط

* تغییرات معنادار نسبت به پیش آزمون (. . . < .) .

برای متغیر فشارخون دیاستولی در پیش آزمون تفاوت معناداری بین دو گروه دیده نشد (.) . نتیجه بررسی تغییرات درون گروهی با استفاده از آزمون تی همبسته (شکل شماره سه) بیانگر آن است که در شرایط کنترل، فشارخون سیستولی در هیچ یک از زمان های اندازه گیری تغییر معناداری نداشته است؛ در حالی که در شرایط تمرین تناوبی از دقیقه ۳۰ پس از تمرین کاهش معناداری مشاهده می شود.

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 (.)، دقیقه ۱۰ (.) و دقیقه ۲۰ (.))؛ اما از دقیقه ۳۰ پس از تمرین تفاوت معناداری بین دو شرایط مشاهده گردید (در دقیقه ۳۰ (.) و در دقایق ۴۰، ۵۰ و ۶۰ (.)) .



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

* تغییرات معنادار نسبت به پیش آزمون (. . . <) .

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش حاضر بیانگر افزایش معنادار ... پس از فعالیت هوایی تناوبی بود. نتایج حاصل از پژوهش با یافته‌های پژوهش‌های سالس^۱ و همکاران (۲۰۱۴) و سیاسوس^۲ و همکاران (۲۰۱۴) همسو بوده؛ اما با نتایج پژوهش‌های هونگ^۳ و همکاران (۲۰۱۲) و کاتایاما^۴ 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.

.....

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^۱ (۲۰۱۰) و سیلوا^۲ 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

.....

