

## تأثیر ۸ هفته تمرین یوگا بر تغییرات گازهای تنفسی و نبض اکسیژن در زنان جوان فعال

راضیه علی<sup>۱</sup>، پروانه نظرعلی<sup>۲</sup>، نیکو خسروی<sup>۳</sup>، اعظم رمضان خانی<sup>۳</sup>

### چکیده

**مقدمه:** در تحقیقات بر سازگاری‌های عملکردی دستگاه تنفس پس از ورزش تأکید شده است. اما نوع تمرین می‌تواند اثرات متفاوتی ایجاد کند. یوگا به‌عنوان نوعی ورزش برای بهبود وضع سلامت جسمانی، روانی و اجتماعی مورد توجه قرار گرفته است. هدف تحقیق حاضر، تأثیر هشت هفته تمرین یوگا بر تغییرات گازهای تنفسی و نبض اکسیژن در افراد فعال بود.

**روش بررسی:** در این پژوهش نیمه تجربی، ۲۰ زن جوان فعال به‌صورت تصادفی به دو گروه تمرین یوگا و کنترل تقسیم شدند. قبل از شروع تمرینات یوگا، گازهای تنفسی توسط دستگاه اندازه‌گیری گازهای تنفسی تعیین شد. پس از ۸ هفته تمرینات یوگا که شامل تمرینات یوگا و تمرینات تنفسی می‌شد، مجدداً گازهای تنفسی در افراد اندازه‌گیری شد. داده‌ها با استفاده از آزمون تی زوجی و تی مستقل در سطح  $p < 0.05$  با استفاده از نرم افزار SPSS تحلیل شد.

**یافته‌ها:** در پایان تمرین، کاهش معنادار در نسبت تبادل تنفسی و افزایش معناداری در تهویه دقیقه‌ای، اکسیژن مصرفی، معادل تهویه‌ای برای دی اکسیدکربن، اکسیژن مصرفی در آستانه بی‌هوایی و حداکثر اکسیژن مصرفی در گروه یوگا مشاهده شد ( $p < 0.05$ ).

**بحث و نتیجه‌گیری:** مطالعه حاضر نشان داد که هشت هفته تمرینات یوگا، با ایجاد تغییرات در شاخص‌های متابولیسم تنفسی، باعث به تعویق انداختن آستانه بی‌هوایی و خستگی می‌گردد و احتمالاً بتوان در بهبود کارایی تنفسی ورزشکاران از این تمرینات بهره گرفت.

**کلمات کلیدی:** یوگا، سیستم تنفسی، زنان، آستانه بی‌هوایی، خستگی

## مقدمه

اصولاً ورزش یک ابزار مؤثر در ارتقا وضعیت سلامت افراد به حساب می‌آید. یکی از مؤلفه‌هایی که بسیاری از افراد در انجام فعالیت ورزشی به دنبال دستیابی به آن هستند، آمادگی قلبی-تنفسی است. کارایی سیستم تهویه و سیستم انتقال اکسیژن در بهبود آمادگی قلبی-تنفسی از اهمیت فراوانی برخوردار است [۱]. در این راستا، تأخیر در ورود به آستانه بی‌هوازی و به تعویق انداختن خستگی، بهبود فاکتورهای تنفسی و عملکرد ریوی در ورزشکاران حائز اهمیت است [۲]. مطالعات پیشنهاد کرده‌اند که انجام تمرینات ورزشی، طبق نتایج اسپرومتری سبب بهبود عملکرد ریه‌ها می‌گردد، زیرا که افزایش اکسیژن مصرفی ( $VO_2$ )، که نشان‌دهنده میزان تحویل اکسیژن به بافت در هر دقیقه است و عملاً نشانه‌ای از عملکرد قلب است، با انجام تمرینات ورزشی، افزایش می‌یابد. این تغییرات می‌تواند منجر به افزایش مقدار دی‌اکسیدکربن بازدمی ( $VCO_2$ ) از بدن و افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی ( $VO_{2max}$ ) گردد [۳]. حداکثر اکسیژن مصرفی یکی از شاخص‌هایی است که با عملکرد هوازی همبستگی بالایی دارد. افزایش  $VO_{2max}$  نیز منجر به تعویق خستگی، تأخیر در شروع آستانه بی‌هوازی و افزایش اکسیژن مصرفی در آستانه بی‌هوازی ( $VO_{2AT}$ ) می‌گردد [۴]. در همین زمینه، افزایش تهویه دقیقه‌ای ( $VE$ ) یعنی مقدار هوایی که می‌تواند در یک دقیقه از ریه‌ها خارج شود و افزایش حجم جاری نیز به این امر کمک می‌کند [۵]. معادل تهویه‌ای برای دی‌اکسیدکربن ( $VE/VCO_2$ ) یعنی نسبت بین حجم هوای تهویه شده و مقدار دی‌اکسیدکربن تولید شده نیز نشان‌دهنده میزان کارایی سیستم تنفسی است. در طول یک بار کاری فزاینده، تهویه دقیقه‌ای نیز به‌منظور جلوگیری از کاهش pH و افزایش بیش از حد اسیدیته خون، در حد زیادی افزایش می‌یابد. این افزایش به‌عنوان نقطه جبران تنفس تعریف می‌شود که به‌عنوان ابزاری برای تعیین آستانه بی‌هوازی مورد استفاده قرار می‌گیرد [۶]. یکی دیگر از شاخص‌هایی که قلب-تنفسی، نسبت تبادل

تنفسی<sup>۱</sup> است که بیان‌کننده شدت تمرین است. افزایش این متغیر از عدد یک نشانه‌ای از بالا رفتن سطح لاکتات خون و اسیدی شدن محیط عضله و در نتیجه کاهش عملکرد و اجرای ورزشی ورزشکار است [۷]. نبض اکسیژن<sup>۲</sup>، حجم اکسیژن منتقل شده با خون و دریافت در بافت‌های محیطی (عضلات) طی فعالیت ورزشی زیربیشینه و بیشینه است که با نسبت حداکثر اکسیژن مصرفی به حداکثر ضربان قلب تحت کار معین محاسبه می‌شود. اندازه‌گیری این شاخص مهم است، زیرا با محصول حجم ضربه‌ای و اختلاف اکسیژن سرخرگی و سیاهرگی برابری می‌کند، به‌طوری که پایین بودن نبض اکسیژن، نشان‌دهنده اختلال در یک یا هر دوی این شاخص‌ها یا کاهش اکسیژن‌رسانی به بافت‌ها است. برخی محققان در این حیطه به کارایی مؤثر نبض اکسیژن در ارزیابی آمادگی قلبی تنفسی اشاره کرده‌اند [۷]. برخی دیگر از مطالعات، نبض اکسیژن را شاخصی برای برای محاسبه هزینه انرژی و شدت ورزش معرفی کرده‌اند. نبض اکسیژن در تعیین آستانه لاکتات و سایر عوامل محدودکننده قلبی-عروقی اهمیت زیادی دارد [۸]. از بین رشته‌های ورزشی، یوگا ورزشی است که در سال‌های اخیر از نظر علمی مورد مطالعه محققین قرار گرفته است. یوگا به مجموعه‌ای از تمرینات فیزیکی وضعیت‌گزینی (آسانا)، تمرینات کنترل شده تنفسی (پرانامایا) و تمرینات تن آرامی (شواسانا) گفته می‌شود و مجموعه‌ای از شیوه‌های مداخله‌ای فیزیکی، روانی، معنوی و اجتماعی بوده و برخورد کل‌نگرانه و نظام‌مند با نیازهای انسان را فراهم می‌آورد [۹]. تمرینات جسمی و تنفسی یوگا، انعطاف‌پذیری و قدرت عضلانی را افزایش می‌دهد، گردش خون و جذب اکسیژن و عملکرد سیستم هورمونی را بهبود می‌بخشد. به علاوه آرام‌سازی و رهاسازی مدیتیشن در یوگا به تثبیت کردن سیستم عصبی اتونومیک و کنترل عواطف همگی به بهبود احساس سلامتی در فرد می‌انجامد [۱۰]. برخی مطالعات منافع و اثرات مفید

1. Respiratory Exchange Ratio

2.  $O_2$ Pulse

تمرینات یوگا را به اثبات رسانده‌اند. اگر بر جنبه‌های تنفسی یوگا، تمرکز نماییم، پرانامایا، به‌طور کلی شامل تکنیک‌های تنفسی کنترل شده است، یعنی از طریق طولانی شدن و کوتاه شدن تنفس و گاهی اوقات حبس نفس، بر کنترل ارادی عضلات تنفسی نقش دارد. این اعمال داوطلبانه الگوی تنفس، به‌طور معمول توسط مرکز کنترل عصبی اتونوم در مغز تحت تأثیر قرار می‌گیرند [۱۱]. شواهدی وجود دارد که کنترل ارادی تنفس (تمرین به مدت ۶-۱۰ هفته)، باعث تغییر مداوم الگوی تنفس در حالت استراحت شده و سبب کاهش تعداد تنفس می‌شوند. بر اثر این تمرینات، عضلات تنفسی تقویت می‌گردد. عمق تنفس بیشتر و تعداد تنفس کمتر می‌گردد و اکسیژن بیشتری به خون می‌رسد. این مسأله سبب کارایی بیشتر تنفس طولانی مدت یوگا، حساسیت مرکز کنترل شیمیایی به هیپوکسی را کاهش می‌دهد. همچنین پاسخ تهویه به هیپوکسی را در افراد تمرین کرده یوگا، زمانی که در شرایط هیپوکسی همانند ارتفاع قرار می‌گیرند، کند می‌نماید [۱۳]. مطالعات متعدد نشان داده‌اند که تمرین یوگا به‌طور منظم، عملکرد ورزشی را در افراد سالم افزایش می‌دهد زیرا مصرف اکسیژن را در حجم کاری یکسان را کاهش داده و یا به عبارت دیگر، اوج مصرف اکسیژن را افزایش می‌دهد. بنابراین انتظار می‌رود که انجام این تمرینات بر تغییرات گازهای تنفسی، حجم‌ها و ظرفیت‌های تنفسی، تأثیر مطلوبی داشته باشد [۱۴]. در این زمینه، نتایج مطالعه هارینات و همکاران (۲۰۰۴)، حاکی از نقش مثبت تمرینات هاتا یوگا بر عملکرد قلبی-تنفسی پس از سه ماه تمرینات یوگا بود [۱۵].

نتایج به‌دست آمده از مطالعات پیشین، این سؤال را مطرح می‌کند که آیا بهبود آمادگی قلبی-تنفسی با تغییرات پاسخ تهویه‌ای طبق نتایج اسپرومتری در افراد تمرین کرده یوگا، در ارتباط است؟ با توجه به تأثیرات مختلفی که تمرینات یوگا روی سیستم‌های مختلف بدن دارد و با توجه به گسترش این ورزش در سال‌های اخیر در کشورمان، نیاز به انجام تحقیقات

بیشتری در این زمینه احساس می‌شود. از سوی دیگر، یکی از دغدغه‌های همیشگی متخصصان علوم ورزشی به تعویق انداختن خستگی و دوره بازتوانی سریع‌تر برای بالابردن آمادگی هرچه بیشتر است. با توجه به اهمیت خستگی و نیاز به تعویق زمان رسیدن به آستانه بی‌هوای و بهبود فاکتورهای قلبی-تنفسی، استفاده از روش‌های تمرینی مناسب که بتواند افراد را در پیشروی هرچه سالم‌تر در نیل به اهداف و کسب موفقیت‌های ورزشی یاری نماید، حائز اهمیت است. از این‌رو محور اهداف این تحقیق تکیه بر بررسی هشت هفته تمرین یوگا بر برخی فاکتورهای قلبی-تنفسی در افراد فعال دارد که پیش از این تحقیقات اندکی در این خصوص انجام شده است. با شناخت تأثیرات مثبت فیزیولوژیکی این ورزش می‌توان گام مثبتی در جهت ارتقا سلامت جسمی برداشت.

### روش بررسی

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی بود. جامعه آماری این پژوهش، زنان جوان فعالی بودند که حداقل ۲ سال سابقه فعالیت منظم ورزشی داشته و در دامنه سنی ۲۳-۱۹ سال قرار داشتند. آزمودنی‌های تحقیق شامل ۲۰ زن جوان دانشجوی رشته تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه الزهراء<sup>(س)</sup> (میانگین سن  $21/6 \pm 3/3$ ؛ وزن  $62/4 \pm 9/6$  کیلوگرم؛ قد  $166 \pm 5/5$  سانتی‌متر) بودند که به‌صورت هدفمند انتخاب شدند. افراد حاضر در مطالعه پس از انتخاب و تشریح شرایط آزمون و تکمیل برگه رضایت و تندرستی، برطبق معیارهای زیر وارد پژوهش شدند: عدم مصرف دارو و مکمل‌های ورزشی، عدم سابقه بیماری جسمی و متابولیکی، عدم استعمال دخانیات و داشتن حداقل ۲ سال سابقه ورزشی منظم. نمونه‌ها به‌طور تصادفی در دو گروه کنترل (۱۰ نفر) و گروه یوگا (۱۰ نفر) تقسیم شدند. متغیرها شامل وزن، قد و چربی زیرپوستی به‌منظور ارزیابی ترکیب بدن اندازه‌گیری شد. وزن با حداقل

بود که بر روی کل عضلات و مفاصل بدن و به خصوص روی عضلات بالا تنه انجام شد. تمرینات پرانایاما شامل تمرینات تنفسی به صورت دم عمیق، حبس نفس، بازدم عمیق بود. در ابتدا تنفس پایه در یوگا که شامل دم و بازدم عمیق همراه با تمرکز حواس بود از ۵ دقیقه شروع شد طوری که ۵ ثانیه دم، ۵ ثانیه بازدم، کلاً به مدت ۵ دقیقه انجام شد و به تدریج در تمرینات بعدی روزانه ۱ ثانیه به میزان حبس نفس و یک دقیقه به میزان کل تمرین تنفسی اضافه شد. در انتها میزان تمرینات به قرار زیر انجام شد: ۲۰ دقیقه (دم عمیق ۵ ثانیه، حبس نفس ۲۰ ثانیه و بازدم عمیق ۸ ثانیه). افراد بعد از انجام تمرینات یوگا در حالت خوابیده به پشت و در وضعیتی کاملاً آرام قرار گرفته و بعد از رهایی کامل تمرینات تنفسی خود را انجام می دادند. تنفس به صورت تنفس سه مرحله‌ای یوگا بود.

جهت آنالیز آماری از نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ استفاده گردید. به منظور بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون آماری شاپیرو-ویلک و جهت بررسی همسانی واریانس‌ها از آزمون لوین استفاده شد. از آزمون تی زوجی و تی مستقل برای مقایسه تغییرات درون گروهی و میانگین تغییرات بین گروهی استفاده شد. در همه آزمون‌ها، مقدار خطا در سطح  $p < 0.05$  محاسبه شد.

### یافته‌ها

نتایج آزمون شاپیرو-ویلک و آزمون لوین به ترتیب دلالت بر توزیع نرمال و تجانس واریانس داده‌های مربوط به مشخصات آنتروپومتریک، سطوح متغیرهای تحقیق در مراحل پیش از مداخله داشت. برخی ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- برخی مشخصات عمومی آزمودنی‌های تحقیق

متغیرها	گروه یوگا	گروه کنترل
	انحراف معیار±میانگین	انحراف معیار±میانگین
سن	۲۲/۲±۲/۴۹	۲۱/۱±۲/۲۵
وزن	۶۰/۷۵±۹/۸۹	۶۴/۱۲±۱۰/۰۴
قد	۱۶۷/۴±۵/۱۲	۱۶۶/۶±۶/۲۱
شاخص توده بدنی	۲۱/۶۷±۲/۹۹	۲۳/۱۰±۲/۶۶

پوشش و بدون کفش با ترازوی عقربه‌ای (مارک تجاری بیورر<sup>۱</sup>، ساخت آلمان) و با دقت ۰/۱ کیلوگرم و قد با استفاده از قدسنج دیواری (مارک تجاری سکا<sup>۲</sup>، ساخت چین)، در وضعیت ایستاده و بدون کفش در حالت مماس بودن شانه‌ها و پاشنه‌ها به دیوار با خطای ۰/۱ سانتی‌متر اندازه‌گیری گردید. شاخص توده بدن (BMI) با تقسیم وزن به کیلوگرم بر مجذور قد به متر برای آزمودنی‌ها به دست آمد. چربی زیر پوستی با استفاده از کالیپر (مارک تجاری هارپندن<sup>۳</sup>، ساخت انگلیس) در سه نقطه سه سر بازو، شکم و فوق خصره، در سمت راست بدن و پس از جایگذاری در معادله عمومی جکسون و پولاک برای تعیین درصد چربی، اندازه‌گیری گردید.

پس از ارائه توصیه‌ها و انجام هماهنگی‌های آزمودنی‌ها در زمان تعیین شده رأس ساعت ۸ صبح در محل آزمایشگاه فیزیولوژی ورزش دانشگاه تربیت بدنی حاضر شدند. پیش‌آزمون و پس‌آزمون، با فاصله ۸ هفته از یکدیگر به عمل آمد. پس از گرم کردن آزمودنی‌ها جهت اجرای آزمون هوازی درمانده ساز (تست بروس) روی نوارگردان<sup>۴</sup> قرار گرفتند و اندازه‌گیری گازهای تنفسی به صورت لحظه‌ای توسط دستگاه گازآنالایزر<sup>۵</sup> ساخت کشور آلمان صورت پذیرفت. پروتکل تمرینی آزمودنی‌ها شامل دویدن روی تردمیل بود که در ۱۲ دقیقه حفظ می‌شود و پس از آن سرعت به ۲۵۰ متر در دقیقه افزایش یافته و فرد با همین سرعت تا زمان واماندگی به فعالیت ادامه می‌دهد. شیب نیز با ۱۰٪ آغاز شده و در هر مرحله ۲٪ به آن افزوده می‌شود. در فاصله بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون، افراد گروه یوگا، تمرینات یوگا را انجام دادند. این تمرینات شامل ۸ هفته تمرین یوگا و پرانایاما بود که هفته‌ای سه جلسه به مدت ۹۰ دقیقه یک روز در میان از ساعت ۱۰-۸ صبح انجام می‌شد. تمرینات یوگا به صورت تمرینات کششی و نرمشی همراه با تمرکز حواس

1. Beurer
2. Seca
3. Harpenden
4. Cosmed 150
5. Zan600

جدول ۲- اختلاف درون گروهی و برون گروهی آزمودنیها در فاکتورهای قلبی-تنفسی

متغیر	گروه	پیش آزمون میانگین±انحراف استاندارد	پس آزمون میانگین±انحراف استاندارد	درصد تغییرات	مقدار p درون گروهی	مقدار p بین گروهی
VO <sub>2</sub>	یوگا	۱/۷۵±۰/۱۵	۲/۲۴±۰/۲۳	+۲۸٪	* < ۰/۰۰۱	۰/۰۰۷
	کنترل	۱/۷۰±۰/۲۱	۱/۷۱±۰/۲۵	+۰/۵۸٪	۰/۱۴۲	
VCO <sub>2</sub>	یوگا	۱/۸۵±۰/۲۳	۱/۷۳±۰/۲۰	-۶/۴۸٪	* < ۰/۰۰۳	۰/۰۰۵
	کنترل	۱/۶۴±۰/۲۹	۱/۶۶±۰/۲۹	+۱/۲۱٪	۰/۱۹۰	
VO <sub>2</sub> max	یوگا	۳۳/۷۸±۳/۵۵	۳۵/۶۶±۳/۵۱	+۵/۵۶٪	* < ۰/۰۱۲	۰/۰۲۷
	کنترل	۳۲/۲۸±۲/۳۳	۳۱/۶۵±۳۴/۲۳	-۱/۹۵٪	۰/۰۵۲	
VE	یوگا	۵۶/۷۶±۵/۴۴	۶۲/۴۸±۷/۴۸	+۱۰/۰۷٪	* < ۰/۰۴۲	۰/۰۴۵
	کنترل	۵۵/۱۷±۸/۰۳	۵۴/۶۳±۷/۷۶	-۰/۹۷٪	۰/۱۴۱	
VT	یوگا	۱/۳۳±۰/۲۹	۱/۴۸±۰/۳۰	+۱۱/۲۷٪	* < ۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
	کنترل	۱/۳۹±۰/۲۱	۱/۳۸±۰/۱۵	-۰/۷۱٪	۰/۶۳۲	
VO <sub>2</sub> AT	یوگا	۲۶/۳۴±۱/۸۳	۳۰/۵۷±۳/۸۲	+۱۶/۰۵٪	* < ۰/۰۰۳	۰/۰۰۱
	کنترل	۲۵/۲۰±۳/۰۳	۲۳/۲۸±۳/۲۳	-۷/۶۱٪	۰/۰۵۹	
RER	یوگا	۱/۲۵±۰/۰۶	۱/۱۳±۰/۰۶	-۹/۱۶٪	* < ۰/۰۰۱	۰/۰۱۲
	کنترل	۱/۲۱±۰/۰۶	۱/۲۲±۰/۰۷	+۰/۸۲٪	۰/۱۰۹	
VE/VCO <sub>2</sub>	یوگا	۲۵/۶۲±۲/۴۵	۲۸/۲۴±۳/۱۳	+۱۰/۲۲٪	* < ۰/۰۰۹	۰/۰۱۴
	کنترل	۲۸/۶۷±۲/۹۱	۲۷/۲۱±۲/۸۱	-۵/۰۹٪	۰/۰۵۵	
O <sub>2</sub> pulse	یوگا	۱۰/۶۷±۱/۲۰	۱۱/۱۰±۱/۲۷	+۴/۰۲٪	* < ۰/۰۰۸	۰/۰۰۱
	کنترل	۱۰/۷۱±۱/۰۰	۱۰/۹۴±۱/۰۰	+۲/۱۴٪	۰/۰۹۸	

\* تفاوت معنادار پیش آزمون و پس آزمون در سطح  $p < ۰/۰۵$ ± تفاوت معنادار دو گروه در سطح  $p < ۰/۰۵$ 

زنان و مردان جوان مشاهده کردند [۱۷]. ری و همکاران (۲۰۰۱) نیز افزایش معناداری را در VO<sub>2</sub>max پس از تمرینات یوگا مشاهده نمودند [۱۸]. افزایش در مقادیر حداکثر اکسیژن مصرفی به دنبال تمرینات مختلف گزارش شده است که میزان افزایش آن به شدت، مدت، و هله‌های فعالیت، تعداد تکرار، نوع، مدت زمان بازگشت به حالت اولیه، سطح آمادگی اولیه آزمودنی‌ها، ژنتیک، سن و جنس بستگی دارد [۱۹]. نتایج برخی پژوهش‌ها نیز نشان می‌دهد که میزان افزایش در حداکثر در ورزشکاران غیر نخبه بیشتر از ورزشکاران نخبه است [۲۰]. افزایش در VO<sub>2</sub>max ممکن است ناشی از بهبود در حمل و تحویل اکسیژن به عضلات اسکلتی از طریق افزایش دانسیته مویرگی و میتوکندریایی و افزایش برداشت اکسیژن توسط عضلات باشد [۲۱، ۲۲]. همچنین از عوامل دیگر افزایش VO<sub>2</sub>max به دنبال تمرینات یوگا را می‌توان به تبدیل برخی تارهای عضلانی تندانقباض به کند انقباض نسبت داد که سبب افزایش توان هوازی می‌گردد [۲۳]. افزایش VO<sub>2</sub>max

همان‌طور که در جدول ۲ ملاحظه می‌گردد، کاهش معنادار RER و VCO<sub>2</sub> و افزایش معنادار VO<sub>2</sub>max، VE، VT، VE/VCO<sub>2</sub> و O<sub>2</sub>pulse در گروه یوگا به دست آمد ( $p < ۰/۰۵$ ).

## بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به یافته‌های تحقیق حاضر، کاهش معنادار در RER و افزایش معنادار در فاکتورهای VO<sub>2</sub>max، VE، VT، VE/VCO<sub>2</sub> و O<sub>2</sub>Pulse پس از هشت هفته تمرین یوگا در زنان فعال مشاهده شد که نشان دهنده تأثیر تمرین یوگا بر بهبود شاخصهای قلبی تنفسی در این افراد بود. در مطالعه حاضر، میزان اکسیژن مصرفی، اکسیژن مصرفی در آستانه بی‌هوازی و VO<sub>2</sub>max پس از تمرینات یوگا بطور معناداری افزایش یافت. این افزایش با افزایش VO<sub>2</sub>max در مطالعاتی که از تمرینات یوگا استفاده کرده بودند، همراستا است [۱۶]. در این رابطه دویجات و همکاران (۲۰۱۳)، افزایش معناداری را در VO<sub>2</sub>max پس از ۱۲ هفته تمرین یوگا در

باشد. تکنیک پرانامایا، ظرفیت ریه‌ها را افزایش می‌دهد و بر عملکرد دیافراگم از طریق مقدار هوای استنشاق شده، تأثیر می‌گذارد. طی تمرینات روزانه تنفسی (پرانامایا) فعالیت مرکز کنترل تنفس تغییر پیدا می‌کند، به طوری که به وسیله طولانی کردن اختیاری مدت زمان دم و بازدم، ریتم تنفس نیز تغییر پیدا کرده و این عامل باعث افزایش کارکرد تنفسی می‌شود [۳۰]. بنابراین می‌توان گفت احتمالاً بوسیله تمرین تنفس اختیاری، مرکز تنظیم تنفس از لحاظ الگوی کنترل تنفس تغییر پیدا کرده و تعداد تنفس را کاهش می‌دهد. علاوه بر این، پرانامایا، بر ویژگیهای الاستیک ریوی و توزیع منطقه‌ای تهویه ریوی تأثیر می‌گذارد که همه این دلایل بر تغییرات متغیرهای ذکر شده تأثیر می‌گذارد [۳۱]. با این حال، این نتایج با نتایج مطالعات باتلر و همکاران (۲۰۱۶) که افزایش تهویه دقیقه‌ای را متعاقب تمرینات یوگا مشاهده نکردند، همخوانی ندارد. آنها اعلام داشتند که علت کاهش  $VE$  ناشی از عملکرد ورزشهای تنفسی است که به طور خود به خود بر تنظیم تنفس تأثیر می‌گذارد. زیرا که تنفس با عملکرد ایمپالسهای آوران افزایش می‌یابد که در یوگا معمول نیست [۱۳].

در مطالعه حاضر، بعد از هشت هفته تمرین یوگا،  $RER$  کاهش یافت که با نتایج مطالعه کریشنا و همکاران (۲۰۱۴) که کاهش معناداری را در  $RER$  در افراد تمرین کرده یوگا مشاهده کردند [۳۲]، همخوانی دارد. با توجه به اینکه مقدار  $RER$  کاهش یافت، سطح اسیدلاکتیک می‌تواند پایین تر باشد، بنابراین زمان کل فعالیت افزایش یافته و آزمودنی زمان بیشتری را در  $VO_2max$  خود باقی می‌ماند. بنابراین، به سبب استفاده بیشتر از ذخائر چربی و ذخائر انرژی هوازی، منبع انرژی غالب طی فعالیت است. این موضوع احتمال افزایش اجرای ورزشکار را بیشتر می‌نماید [۳۳].

تغییرات تهویه ریوی و پاسخهای فیزیولوژیکی متفاوت در پروتکل‌های ورزشی مختلف، از جمله تغییرات نسبت  $VE/VCO_2$  به نحوه افزایش بار فعالیت و نحوه تغییر شدت در مراحل مختلف پروتکل‌ها وابسته است. همانطور که بیان

به دنبال تمرینات یوگا می‌تواند به علت مشارکت بیشتر توده عضلانی فعال بخشهای مختلف بدن، افزایش استقامت عضلانی، تأخیر در خستگی، بهبود در عملکرد ریه و استفاده بیشتر اکسیژن در سطح سلولی باشد [۲۴]. البته مطالعاتی نیز عدم تغییر در  $VO_2max$  را به دنبال تمرینات یوگا گزارش کردند. از جمله ابل و همکارانش (۲۰۱۲) که عدم تغییر در  $VO_2max$  را در افراد تمرین کرده بیکرام یوگا مشاهده نکردند. آنها گزارش کردند که شدت این نوع از تمرین یوگا به منظور بهبود آمادگی هوازی کافی نیست [۲۵]. گوانیسیکی (۲۰۱۲) نیز در مطالعه خود به نتایج مشابهی دست یافت [۲۶]. هوسپین و همکاران (۲۰۱۳) نیز اعلام کردند که تمرین ورزشی یوگا منجر به افزایش ظرفیتهای هوازی می‌گردد اما تأثیر معناداری بر  $VO_2max$  ندارد. عدم تغییر در  $VO_2max$  را می‌توان به کوتاه بودن دوره تمرینی (۳ ماه)، شدت پایین و تعداد کم جلسات تمرینی ذکر کرد [۲۷]. به نظر می‌رسد در مطالعه حاضر، تمرینات یوگا از شدت کافی به منظور افزایش  $VO_2max$  برخوردار بود. تحقیق حاضر نشان داد که افراد تمرین کرده یوگا دیرتر به سرحد خستگی و آستانه بی‌هوازی می‌رسند (افزایش  $VO_2AT$ ). نشان داده شده است که افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی، می‌تواند منجر به تعویق افتادن خستگی، تأخیر در شروع آستانه بی‌هوازی و بنابراین افزایش اکسیژن مصرفی در آستانه بی‌هوازی گردد [۲۸].

نتایج مطالعه حاضر در زمینه افزایش حجم جاری و تهویه دقیقه‌ای با نتایج مطالعه بزرا و همکاران (۲۰۱۴) که نشان دادند ۱۲ هفته تمرین یوگا منجر به افزایش ظرفیت حیاتی، حجم جاری و حجم دقیقه‌ای می‌گردد، همخوانی دارد [۲۹]. در مطالعه دیگری توسط توسط کروک و همکاران (۲۰۰۶) نشان داده شد که ۳ ماه فعالیت ورزشی هوازی با شدت متوسط به همراه تمرین عضلات تنفسی (تنفس عمیق)، منجر به افزایش تهویه، حجم جاری و کاهش نسبت تبادل تنفسی می‌گردد. علت این مسأله می‌تواند در نتیجه تمرینات کنترل شده تنفسی (پرانامایا) همراه با تمرینات فیزیکی وضعیت‌گزینی (آسانا)

حال، یافته‌های پراساد و همکاران (۲۰۰۱) و کارل لایو (۲۰۰۴) حکایت از مقادیر کم میانگین حداکثر نبض اکسیژن داشت. عوامل اثرگذار بر حداکثر نبض اکسیژن مانند سن، قد، توده بدن، اندازه بدن، توده بدون چربی، حجم خون، هموگلوبین خون، آمادگی جسمانی افراد و سطح فعالیت می‌تواند از علت‌های تفاوت حداکثر نبض اکسیژن محسوب شود. بالا بودن ضربان قلب به هنگام فعالیت می‌تواند یکی از دلایل کاهش حداکثر نبض اکسیژن باشد [۳۷، ۳۸]. مطالعه حاضر دارای محدودیتهایی نیز بود که از آن جمله می‌توان به تعداد کم آزمودنیها، عدم کنترل دقیق رژیم آزمودنیها، خواب و استراحت، ویژگی‌های ژنتیکی و دیگر فعالیت‌های جانبی آزمودنی‌های مورد پژوهش در هنگام اجرای آزمون اشاره نمود. به طور کلی، مطالعه حاضر، از نتایج مطالعات قبلی در زمینه سودمندی تمرینات یوگا بر سلامت جسمانی حمایت کرد. نتایج نشان داد که تمرینات یوگا باعث بهبود عملکرد سیستم انتقال و جذب اکسیژن، شاخصهای متابولیکی تنفس، به تعویق انداختن آستانه بی‌هوازی و خستگی می‌گردد و احتمالاً بتوان در بهبود کارایی تنفسی از این تمرینات استفاده نمود.

گردید، برنامه تمرینی یوگا می‌تواند منجر به ارتقا سطح کارایی عضلات دیافراگم و کمکی تنفسی و کارایی تهویه‌ای گردد و همین مسأله منجر به بهبود تهویه و نسبت  $VE/VCO_2$  می‌گردد. به نظر می‌رسد که یافته‌های مطالعه حاضر در ارتباط با تغییرات شاخص‌های عملکرد ریوی ناشی از بهبود قدرت عضلات تنفسی و استقامت عضلانی در این ناحیه است. این بهبودها سبب حفاظت از فشار در راه‌های هوایی توسط حذف ترشحات بیش از حد راه‌های هوایی، باز نگه داشتن مجاری هوایی و بهبود کارآمدی تهویه می‌شود [۳۱]. این نتایج با یافته‌های مطالعه تلس و همکاران (۲۰۱۵) که افزایش معناداری را در  $VE/VCO_2$  بعد از تنفس یوگا با فرکانس بالا در ۴۷ فرد سالم گزارش کردند [۳۴]، همخوانی دارد. اما با نتایج مطالعه دانوکلاو و همکاران (۲۰۰۸) که تغییر معناداری در  $VE/VCO_2$  مشاهده نکردند [۳۵]، همخوانی ندارد. آنها علت عدم تغییر معنادار در نسبت  $VE/VCO_2$ ، به تعداد کم آزمودنیها نسبت دادند.

نبض اکسیژن ( $O_2Pulse$ ) نیز پس از هشت هفته تمرین یوگا، افزایش یافت. حداکثر نبض اکسیژن، نسبت اوج اکسیژن مصرفی به اوج ضربان قلب است که در ارزیابی اجرای ورزشی و آمادگی قلبی عروقی کاربرد دارد. حداکثر نبض اکسیژن به حجم اکسیژن منتقل شده با خون و دریافت آن به وسیله بافت‌های محیطی طی فعالیت ورزشی بیشینه و زیربیشینه اطلاق می‌شود که با نسبت حداکثر اکسیژن مصرفی به حداکثر ضربان قلب به هنگام اجرای یک فعالیت محاسبه می‌شود. مطالعات نشان داده‌اند که نبض اکسیژن در ورزشکاران در مقایسه با افراد بی‌تحرک سالم، مقادیر بالاتری را نشان می‌دهد [۳۶]. این نتایج با یافته‌های مطالعه دانوکلاو و همکاران (۲۰۰۸) که تغییر معناداری در نبض اکسیژن بعد از تمرینات پرانامایا مشاهده کردند [۳۵]، همخوانی دارد. از آنجا که حداکثر اکسیژن مصرفی در مطالعه حاضر، افزایش معناداری را نشان داد، افزایش نبض اکسیژن دور از انتظار نیست. با این

## Reference

1. Knaeps S, Lefevre J, Wijtzes A, Charlier R, Mertens E, Bourgois JG. Independent associations between sedentary time, moderate-to-vigorous physical activity, cardiorespiratory fitness and cardio-metabolic health: a cross-sectional study. *PloS one*. 2016; 11(7):1-13.
2. Durmic T, Lazovic B, Djelic M, Lazic JS, Zikic D, Zugic V, et al. Sport-specific influences on respiratory patterns in elite athletes. *Jornal brasileiro de pneumologia*. 2015; 41(6):516-522.
3. Gharakhanlou R, Nikouei RA, Bahraminezhad M, Khazeni A. The determination of anaerobic threshold by monitoring % SPO2 changes and pulmonary gas exchanges active men. *Harakat*. 2008; (34):5-20. [Persian].
4. Ignjatović A, Hofmann P, Radovanović D. Non-invasive determination of the anaerobic threshold based on the heart rate deflection point. *Facta universitatis - series: physical education and sport*. 2008; 6(1):1-10.
5. Moazami M, Taghizadeh V, Ketabdar A, Dehbashi M, Jalilpour R. Effects of oral L-arginine supplementation for a week, on changes in respiratory gases and blood lactate in female handballists. *Iranian journal of nutrition sciences & food technology*. 2015; 9(4):45-52. [Persian].
6. Paes LS, Borges JP, Cunha FA, Souza MGC, Cyrino FZGA, Bottino DA, et al. Oxygen uptake, respiratory exchange ratio, or total distance: a comparison of methods to equalize exercise volume in Wistar rats. *Brazilian journal of medical and biological research*. 2016; 49(8):e5200.
7. Shahabpoor E, Letafatkar A, Mazidi M, Hashemi A. The effects of maximal oxygen consumption on oxygen dynamics of recovery period after maximal continuous activity in female basketball players (pilot study). *Journal of research in rehabilitation sciences*. 2014; 10(3):420-431. [Persian].
8. Kemps HM, Schep G, Zonderland ML, Thijssen EJ, Vries WR de, Wessels B, et al. Are oxygen uptake kinetics in chronic heart failure limited by oxygen delivery or oxygen utilization? *International journal of cardiology*. 2010; 142(2):138-144.
9. Billat VL, Mille-Hamard L, Demarle A, Koralsztein JP. Effect of training in humans on off- and on-transient oxygen uptake kinetics after severe exhausting intensity runs. *European journal of applied physiology*. 2002; 87(6):496-505.
10. Villien F, Yu M, Barthelemy P, Jammes Y. Training to yoga respiration selectively increases respiratory sensation in healthy man. *Respiratory physiology & neurobiology*. 2005; 146(1):85-96.
11. Parshad O. Role of yoga in stress management. *The West Indian medical journal*. 2004; 53(3):191-194.
12. Murugesan R, Govindarajulu N, Bera TK. Effect of selected yogic practices on the management of hypertension. *Indian journal of physiology and pharmacology*. 2000; 44(2):207-210.
13. Yadav RK, Das S. Effect of yogic practice on pulmonary functions in young females. *Indian journal of physiology and pharmacology*. 2001; 45(4):493-496.
14. Spicuzza L, Gabutti A, Porta C, Montano N, Bernardi L. Yoga and chemoreflex response to hypoxia and hypercapnia. *Lancet*. 2000; 356(9240):1495-1496.
15. Beutler E, Beltrami FG, Boutellier U, Spengler CM. Effect of regular yoga practice on respiratory regulation and exercise performance. *PloS one*. 2016; 11(4):e0153159.
16. Harinath K, Malhotra AS, Pal K, Prasad R, Kumar R, Kain TC, et al. Effects of Hatha yoga and Omkar meditation on cardiorespiratory performance, psychologic profile, and melatonin secretion. *Journal of alternative and complementary medicine*. 2004; 10(2):261-268.
17. Sreehari P, Inayatulla Khan M, Sreemala P, Tanweer KT, Mriza M. Estimation of VO2 max before and after yoga training in healthy male medical students. *Journal of contemporary medicine and dentistry*. 2013; 1(1):26-29.
18. Doijad VP, Kamble P, Surdi AD. Effect of yogic exercises on aerobic capacity (Vo 2 Max). *International journal of physiology*. 2013; 1(2):47-50.
19. Ray US, Sinha B, Tomer OS, Pathak A, Dasgupta T, Selvamurthy W. Aerobic capacity & perceived exertion after practice of Hatha yogic exercises. *The Indian journal of medical research*. 2001; 114:215-221.
20. Lau C, Yu R, Woo J. Effects of a 12-week hatha yoga intervention on cardiorespiratory endurance, muscular strength and endurance, and flexibility in Hong Kong Chinese adults: a controlled clinical trial. *Evidence-based complementary and alternative medicine*. 2015; 2015:1-12.
21. Smith TP, Coombes JS, Geraghty DP. Optimising high-intensity treadmill training using the running speed at maximal O(2) uptake and the time for which this can be maintained. *European journal of applied physiology*. 2003; 89(3-4):337-343.
22. Hooshmandi Z, Nikseresht A, koushkie Jahromi M, Ashjazade N, Salesi M. The effect of eight weeks aerobic exercise training on nitric oxide level, disability status, and VO2max in women with relapsing remitting multiple sclerosis. *Ebnesina*. 2015; 17(2):19-27. [Persian].
23. Ha M-S, Baek Y-H, Kim J-W, Kim D-Y. Effects of yoga exercise on maximum oxygen uptake, cortisol level, and creatine kinase myocardial bond activity in female patients with skeletal muscle pain syndrome. *Journal of physical therapy science*. 2015; 27(5):1451-1453.
24. Ramos-Jimenez A, Hernandez-Torres R, Wall-Medrano A, Munoz-Daw M, Torres Duran P, Juarez-Oropeza M. Cardiovascular and metabolic effects of intensive hatha yoga training in middle-aged and older women from northern Mexico. *International journal of yoga*. 2009; 2(2):49-54.



25. Abel AN, Lloyd LK, Williams JS, Miller BK. Physiological characteristics of long-term Bikram yoga practitioners. *Journal of exercise physiology online*. 2012; 15(5):32–39.
26. Shepherd Gawinsk K. The effects of type of yoga training on physiological and psychological fitness in college aged men and women [Master's thesis]. Ontario, Canada: University of Windsor; 2012.
27. Hovsepian V, Marandi SM, Kelishadi R, Zahed A. A Comparison between yoga and aerobic training effects on pulmonary function tests and physical fitness parameters. *Pakistan journal of medical sciences*. 2013; 29(1):317–320.
28. Marles A, Mucci P, Legrand R, Betbeder D, Prieur F. Effect of prior exercise on the VO<sub>2</sub>/work rate relationship during incremental exercise and constant work rate exercise. *International journal of sports medicine*. 2006; 27(5):345–350.
29. Bezerra LA, Melo HF de, Garay AP, Reis VM, Aidar FJ, Bodas AR, et al. Do 12-week yoga program influence respiratory function of elderly women? *Journal of human kinetics*. 2014; 43:177–184.
30. Kruk B, Pekkarinen H, Litmanen H. Deep breathing training in connection to moderate physical activity can be beneficial in mildly obese men. *Biology of sport*. 2006; 23(2):107–116.
31. Karthik PS, Chandrasekhar M, Ambareesha K, Nikhil C. Effect of pranayama and suryanamaskar on pulmonary functions in medical students. *Journal of clinical and diagnostic research*. 2014; 8(12):BC04-BC06.
32. Krishna BH, Pal P, Pal GK, Sridhar MG, Balachander J, Jayasettiaseelon E, et al. Yoga training in heart failure (NYHA I-II) reduces oxidative stress and inflammation. *Journal of exercise physiology online*. 2014; 17(1):10–18.
33. Ray US, Pathak A, Tomer OS. Hatha yoga practices: energy expenditure, respiratory changes and intensity of exercise. *Evidence-based complementary and alternative medicine*. 2011; 2011:1–12.
34. Telles S, Singh N, Balkrishna A. Metabolic and ventilatory changes during and after high-frequency yoga breathing. *Medical science monitor basic research*. 2015; 21:161–171.
35. Danucalov MAD, Simoes RS, Kozasa EH, Leite JR. Cardiorespiratory and metabolic changes during yoga sessions: the effects of respiratory exercises and meditation practices. *Applied psychophysiology and biofeedback*. 2008; 33(2):77–81.
36. Oliveira RB, Myers J, Araujo CGSd. Long-term stability of the oxygen pulse curve during maximal exercise. *Clinics*. 2011; 66(2):203–209.
37. Prasad KVV, Venkata Ramana Y, Raju PS, Venkata Reddy M, Murthy KJR. Energy cost and physiological efficiency in male yoga practitioners. *Energy*. 2001; 4(3):38–44.
38. Lavie CJ, Milani RV, Mehra MR. Peak exercise oxygen pulse and prognosis in chronic heart failure. *The American journal of cardiology*. 2004; 93(5):588–593.

## **Effect of eight weeks yoga on changes in respiratory gases and O<sub>2</sub>Pulse in active young women**

Ali R<sup>1</sup>, \*Nazarali P<sup>2</sup>, Khosravi N<sup>2</sup>, Ramezankhani A<sup>3</sup>

### **Abstract**

**Background:** Studies have emphasized on the functional adaptations of respiratory system after exercise, however, the type of exercise can appear to have different consequences. Yoga is considered as an exercise to improve the physical, psychological, and social health. The aim of this research was to investigate the effect of eight weeks yoga practice on changes in respiratory gases and O<sub>2</sub> pulse in active young women.

**Materials and methods:** In this quasi-experimental study, 20 young women were randomly divided into yoga and control groups. Before starting the yoga training courses, the respiratory gases were measured with gas analyzer. After eight weeks of yoga training courses that containing yoga practices and pranayama, the respiratory gases were measured again. Data was analyzed by paired sample t-test and independent t-test with SPSS software at the confidence level of  $p < 0.05$ .

**Results:** At the end of the practice, a significant decrease was observed in respiratory exchange ratio, whereas a significant increase was found in minute ventilation, oxygen consumption, ventilator equivalent for carbon dioxide, oxygen consumption at anaerobic threshold, and maximum oxygen uptake ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** The results of this study indicated that eight-week yoga delays anaerobic threshold and fatigue with changes in metabolic parameters of the respiratory system, and likely these practices can be used to improve the athletes' performance in sports activities.

**Keywords:** Yoga, Respiratory System, Women, Anaerobic Threshold, Fatigue

1. MSc, Alzahra University, Tehran, Iran

2. Associate professor, Alzahra University, Tehran, Iran  
(\*Corresponding Author)  
parvanehnazarali@yahoo.com

3. PhD in sport physiology, Tehran University, Tehran, Iran