مقاله اصلی

نشر، سال ۵، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۷، صفحات ۳۳ تا ۴۳

مقایسه تاثیر تمرین هوازی تداومی و تناوبی بر عملکردهای ریوی و قلبی تنفسی دختران جوان فعال

فاطمه شامحمدی[۱]، فتاح مرادی[۱*]، سامان پاشایی[۱]

۱) گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد سقز، دانشگاه آزاد اسلامی، سقز، ایران

چکیده:

مطالعات اندکی اثر نوع تمرین ورزشی بر عملکرد ریوی را تحت بررسی قرار داده‌اند. هدف از مطالعه حاضر مقایسه تاثیر تمرین هوازی تداومی و تناوبی بر عملکردهای ریوی و قلبی تنفسی دختران جوان فعال بود.

روش تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی بود. ۳۲ دختر جوان فعال از میان دانش‌آموزان رشته تربیت‌بدنی (سن ۰/۵±۱۷ سال) انتخاب شدند و به صورت تصادفی در سه گروه تمرین هوازی تداومی (n=۱۱)، تمرین هوازی تناوبی (n=۱۱) و کنترل (n=۱۰) قرار گرفتند. پروتکل تمرین‌ها (هشت هفته، هر هفته سه جلسه) شامل ۲۰ تا ۳۵ دقیقه دویدن در هر جلسه و با شدت ۶۰ تا ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه بود. ویژگی‌های عمومی، آزمون اسپیرومتری و عملکرد قلبی تنفسی آزمودنی‌ها قبل و پس از دوره تمرین اندازه‌گیری شد. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس دو عاملی با اندازه‌گیری‌های مکرر در سطح معناداری P<۰/۰۵ استفاده شد.

تمرین هوازی تداومی و تناوبی تاثیر معناداری بر شاخص‌های ظرفیت حیاتی، ظرفیت حیاتی اجباری، حجم بازدمی اجباری در ثانیه اول، نسبت حجم بازدمی اجباری در ثانیه اول به ظرفیت حیاتی اجباری و اوج جریان بازدمی نداشت (P>۰/۰۵)، اما فقط تمرین تناوبی اوج جریان دمی را بطور معناداری افزایش داد (P=۰/۰۲). به دنبال هر دو نوع تمرین افزایش‌های معنادار مشابهی در عملکرد قلبی تنفسی مشاهده گردید (P=۰/۰۰۱).

به‌نظر می‌رسد تمرین تناوبی حتی با مدت کوتاه (هشت هفته) می‌تواند بر عملکرد ریوی دختران جوان فعال اثر مثبت بگذارد. همچنین، تمرین تناوبی بطور مشابهی با تمرین تداومی، اما به صورتی مقرون به صرفه (از لحاظ زمانی)، می‌تواند عملکرد قلبی تنفسی را بهبود بخشد.

واژگان کلیدی: تمرین تداومی، تمرین تناوبی، عملکرد ریوی، اسپیرومتری، فعال

*نویسنده مسئول:

دکتر فتاح مرادی، استادیار فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سقز، سقز، ایران، پست الکترونیک: moradi_fatah@yahoo.com

مقدمه

تمرین ورزشی روشی قابل اعتماد برای ارزیابی قابلیت‌های جسمانی و واکنش‌های فیزیولوژیک - که پایه سلامتی خوب و تندرستی را تشکیل می‌دهند - می‌باشد و می‌تواند به عنوان مثال برای ارزیابی قابلیت تحمل فشار و تداوم یک وضعیت خاص که شخص ناسالم از عهده آن بر نمی‌آید، بکار رود. از سوی دیگر، عملکرد ریوی به عنوان یک ابزار پیش‌بین‌گر حیاتی مرگ و میر و بیماری در حیطه پزشکی به‌شمار می‌رود. شاخص‌های تنفسی همچون ظرفیت حیاتی اجباری[1] (FVC) و حجم بازدمی اجباری در ثانیه اول[2] (FEV_1) نشان‌گرهای قوی عملکرد ریوی هستند که بطور قابل توجهی در نتیجه سبک زندگی کم‌تحرک افت می‌کنند [۱]. در مطالعه‌ای که به مدت نوزده ماه بر روی ۶۷۹۰ آزمودنی صورت گرفت، بهبودی FVC و FEV_1 در آزمودنی‌های با سبک زندگی فعال نشان داده شد. با این وجود آزمودنی‌های با سبک زندگی کم‌تحرک کاهش در FVC و FEV_1 را تجربه نمودند [۲].

شدت و مدت تمرین، عوامل تعیین‌کننده مهم سازگاری‌های فیزیولوژیک هستند که در پاسخ به تمرین رخ می‌دهند. بر اساس متون علمی، منطق استفاده از تمرین ورزشی تناوبی، قابلیت آن برای استخراج توان خیلی بالا از عضلات محیطی، بدون اِعمال بار بیش از حد بر ظرفیت قلبی-تنفسی می‌باشد. پاسخ سوخت‌وسازی در طول تمرین تناوبی، بسیار مشابه با تمرین تداومی (با شدت متوسط) است و بنابراین تمرین تناوبی با الگوی پایداری در پاسخ‌های قلبی تنفسی و غلظت پایین لاکتات عضله در سراسر تمرینِ نسبتاً طولانی و دوره‌های بازگشت به حالت اولیه، همراه می‌باشد. در افراد جوان سالم، تمرین تناوبی (با شدت بالا) در مقایسه با تمرین تداومی، بهبودی بیشتری در میزان کار، اکسیژن مصرفی و آستانه‌های لاکتات و تهویه‌ای اعمال می‌کند. همچنین، در خصوص متابولیسم تار عضلانی، در طول تمرین تناوبی در افراد سالم نشان داده شده است که هر دو نوع تار عضلانی به میزان مشابهی در طول تمرین تناوبی به‌کار گرفته می‌شوند. اگرچه تمرین تداومی (با شدت بالا) سطوح لاکتات خون را به دلیل تخلیه فسفوکراتین و تخلیه ذخایر اکسیژن متصل به میوگلوبین بالا می‌برد، اما دوره‌های پراکنده میزان کار زیر آستانه لاکتات ممکن است برداشت لاکتات را تسهیل نموده و تا حدودی سطوح فسفوکراتین را باز گرداند. به‌علاوه، ظرفیت بازسازی مجدد ذخایر میوگلوبین در طول دوره‌های بازگشت به حالت اولیه - که اجازه تجزیه بیشتر گلیکوژن به صورت هوازی و در نتیجه یک کاهش نسبی تقاضا را می‌دهد - بعنوان مکانیسم اصلی گلیکولیز آهسته مشاهده شده در طول دوره تمرین تناوبی مطرح شده است. در مقایسه با مقدار کل کار انجام شده حین تمرین تداومی، تمرین تناوبی بارهای حداکثری هم بر عضلات محیطی و هم بر اندام‌های انتقال دهنده اکسیژن اِعمال می‌کند، بدون آنکه فرایندهای بی‌هوازی و تجمع اسید لاکتیک را درگیر نماید. بنابراین گلیکوژن کمتری به‌کار رفته و غلظت لاکتات در عضله خیلی پایین‌تر است. ظاهراً در تمرین تناوبی با دوره‌های تمرینی کوتاه، افراد جوان سالم می‌توانند سطوح خیلی بالای تمرین هوازی را تحمل نموده و در نتیجه تولید لاکتات بسیار اندکی رخ خواهد داد [۳].

امروزه، عدم فعالیت بدنی در کنار سبک زندگی کم‌تحرک یک بیماری غیر مسری جهانی به‌شمار می‌رود. سازمان جهانی بهداشت پیش‌بینی می‌کند بیماری‌های مزمن وابسته به سبک زندگی (عمدتا شامل بیماری قلبی عروقی، دیابت، سرطان و بیماری‌های مزمن تنفسی) مسئول دو سوم مرگ و میر در سطح جهان در ۲۵ سال آینده خواهند بود. فعالیت بدنی اثرات مثبت متعددی بر سلامتی دارد و تمرین منظم با شدت متوسط مرگ و میر و بیماری ناشی از بیماری‌های مزمن همچون دیابت، بیماری قلبی عروقی و اختلالات تنفسی را کاهش می‌دهد. با این وجود، دستورالعمل‌های تمرینی برای آنکه منجر به یک فایده اقتصادی مثبت برای جامعه و فواید سلامتی برای افراد گردند، نه تنها بایستی عوامل خطر بیماری‌زای کلیدی را تعدیل نمایند، بلکه همچنین بایستی از سوی جامعه قابل پذیرش باشند [۴].

کارایی عملکردهای تنفسی و ریوی ارتباط مستقیم با سلامت عمومی فرد دارد. به‌علاوه، فعالیت جسمانی منظم از اهمیت زیادی برای سلامت عمومی افراد به‌ویژه افراد

[1] Forced vital capacity
[2] Forced expiratory volume in 1 second

جوان برخوردار است. موثرترین عامل در آمادگی قلبی تنفسی سطح فعالیت جسمانی می‌باشد. تمرین ورزشی استقامت و قدرت عضلات تنفسی ورزشکاران را بهبود می‌بخشد، منجر به کاهش مقاومت در مجاری تنفسی می‌شود، ارتجاع‌پذیری ریوی و اتساع آلوئولی را افزایش می‌دهد و حجم‌ها و ظرفیت‌های ریوی را توسعه می‌بخشد. بر این اساس، انتخاب نوع تمرین ورزشی مناسب ممکن است یک عامل مهم در پیشگیری یا کاهش بیماری‌های تنفسی و افزایش کارایی این سیستم باشد. همچنین، عدم توانایی برای حفظ تهویه در سطوح بالا، یک عامل محدود کننده حداکثر ظرفیت هوازی در افراد سالم است [۵].

FVC حجم عملکرد ریوی وابسته به سن، شاخص فعالیت جسمانی، ترکیب بدنی و وضعیت سلامت افراد می‌باشد. میزان FVC منعکس کننده عضلات قلبی تنفسی است که به‌وسیله ارتجاع‌پذیری ریوی و مقاومت مسیرهای تنفسی تعیین می‌شود. به‌علاوه، FVC به قدرت عضلات تنفسی و میزان گنجایش قفسه سینه وابسته می‌باشد. FEV_1 شاخص مهم دیگر عملکرد ریوی است. این عامل در پاسخ به حالاتی همچون آمادگی جسمانی پایین و دیابت کاهش می‌یابد. کاهش FEV_1 ممکن است نشان‌دهنده کاهش ظرفیت ریوی کل، انسداد راه‌های هوایی تنفسی، کاهش ظرفیت برگشت‌پذیری و با شیوع کمتری، نشان‌دهنده توسعه ناکافی عضلات تنفسی باشد. به دنبال بهبود قدرت و مقاومت عضلات تنفسی در نتیجه تمرین، حجم‌های عملکردی ریوی همچون FVC و FEV_1 در بیماران دیابتی افزایش می‌یابد [۶]. نسبت FEV_1/FVC یک شاخص انسداد راه هوایی است. گزارش شده است که توسعه عضلات تنفسی و عضلات تنه به بهبود تحرک قفسه سینه کمک نموده و اثرات مثبتی بر نسبت FEV_1/FVC دارد [۷].

آسیب عملکردهای قلبی عروقی و تنفسی با افزایش بیماری و مرگ و میر همراه می‌باشد. فعالیت بدنی آمادگی جسمانی را بهبود می‌بخشد و میزان بیماری و مرگ و میر ناشی از شرایط و بیماری‌های مزمن متعدد را کاهش می‌دهد. آزمون‌های نوارگردان و آزمون‌های اسپیرومتری ابزارهای مهم ارزیابی عملکردهای قلبی عروقی و تنفسی هستند. ارتباط مثبت بین فعالیت جسمانی و آزمون نوارگردان بسیار پایدارتر از رابطه فعالیت بدنی و شاخص‌های اسپیرومتری می‌باشد. تحقیقات طولی اندکی بر روی فعالیت بدنی و عملکرد تنفسی در جمعیت عمومی صورت گرفته است [۸].

نتایج تحقیقات پیشین درباره اثر تمرین ورزشی روی شاخص‌های عملکرد ریوی یکدست نمی‌باشد. مرادیانس و همکاران (۲۰۱۶) اثر هشت هفته تمرین هوازی، مقاومتی و تناوبی بر شاخص‌های تنفسی در زنان غیر ورزشکار را تحت بررسی قرار دادند. به دنبال دوره تمرین هیچ تفاوت معناداری بین شاخص‌های ظرفیت حیاتی[1] (VC)، FVC، FEV_1، نسبت FEV_1/FVC، اوج جریان دمی[2] (PIF) و جریان‌های بازدمی اجباری[3] (FEF) سه گروه مشاهده نگردید. فقط در گروه تمرین هوازی VC و در گروه تمرین تناوبی نیز شاخص‌های ظرفیت دمی[4] (IC) و PIF افزایش نشان دادند و هیچ یک از شاخص‌ها در نتیجه تمرین مقاومتی تغییر نکرد [۹]. پارک و هان (۲۰۱۷) با بررسی اثر دوازده هفته تمرین هوازی با شدت بالا روی نوارگردان بر عملکرد ریوی (از طریق ارزیابی اسپیرومتری بازدمی حداکثر تلاش) در زنان میانسال تفاوت معناداری در FVC و FEV_1 مشاهده نمودند. این محققان نتیجه گرفتند تمرین هوازی با شدت بالا روی نوارگردان اثر مثبتی بر عملکرد ریوی زنان میانسال دارد [۷].

علی‌رغم اینکه یافته‌های برخی محققان همچون پارک و هان (۲۰۱۷) از اثر تمرین ورزشی بر عملکرد ریوی حمایت می‌کند [۷]، اما محققان دیگری همچون مرادیانس و همکاران (۲۰۱۶) به یافته‌های مشابهی دست نیافته‌اند [۹]. در کنار این عدم هم‌خوانی یافته‌های موجود، دانش فعلی در زمینه چگونگی سازگاری‌های فیزیولوژیک ریوی با ویژگی‌های تمرین ورزشی (همچون نوع تمرین) ناکافی می‌باشد [۳،۵]. در همین راستا و با عنایت به کمبود یافته‌ها در زمینه مقایسه تاثیر شیوه‌های مختلف تمرین هوازی بر عملکرد ریوی افراد فعال، تحقیق حاضر با هدف مقایسه تاثیر تمرین هوازی تداومی و

[1] Vital capacity
[2] Peak inspiratory flow
[3] Forced expiratory flow
[4] Inspiratory capacity

تناوبی بر عملکردهای ریوی و قلبی-تنفسی دختران جوان فعال صورت گرفت.

مواد و روش‌ها:

آزمودنی‌ها:

روش تحقیق مطالعه حاضر نیمه‌تجربی و طرح پژوهش از نوع پیش‌آزمون (قبل از دوره تمرین) و پس‌آزمون (پس از دوره تمرین) و شامل گروه‌های آزمایش (تمرین هوازی تداومی و تناوبی) و کنترل با انتساب تصادفی بود و دختران جوان و فعال (از لحاظ جسمانی) شهرستان بوکان تحت مطالعه قرار گرفتند. روش نمونه‌گیری تحقیق به صورت در دسترس بود و آزمودنی‌ها از میان دانش‌آموزان ۱۶ تا ۱۸ سال رشته تربیت‌بدنی هنرستان دخترانه فجر شهرستان بوکان (استان آذربایجان غربی) در سال ۱۳۹۶ انتخاب شدند، اما گمارش آزمودنی‌ها به گروه‌ها تصادفی بود و باشیوه تصادفی‌سازی جایگزینی (replacement randomization) صورت گرفت. تعداد آزمودنی‌ها با استفاده از نرم‌افزار GPower (نسخه ۳.۱.۹.۲) با تنظیم برای آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر (اثر تعاملی)، احتمال خطای α برابر ۰/۰۵، توان آماری مساوی ۰/۹۰ و η^2=۰/۱، برابر ۳۳ نفر برآورد گردید. البته یک نفر بر اساس معیارهای خروج از جریان تحقیق خارج شد و تعداد نهایی آزمودنی‌ها ۳۲ نفر بود و به سه گروه تمرین هوازی تداومی (n=۱۱)، تمرین هوازی تناوبی (n=۱۱) و کنترل (n=۱۰) تقسیم شدند. معیارهای ورود آزمودنی‌ها به مطالعه شامل عدم مصرف الکل، دخانیات و هرگونه درمان دارویی یا مکمل‌های ورزشی، عدم رژیم‌گیری تغذیه‌ای، عدم ابتلا به هر گونه بیماری خاص نظیر بیماری‌های قلبی عروقی، تنفسی و عضلانی اسکلتی و ارتوپدی در سه ماه قبل از شروع تحقیق و معیارهای خروج شامل عدم اجرای منظم تمرین‌ها، مصرف دارو، الکل، دخانیات یا مکمل‌های تغذیه‌ای، تغییر رژیم غذایی، اجرای تمریناتی غیر از تمرین‌های تجویز شده، ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی، تنفسی و عضلانی اسکلتی ارتوپدی و عدم رعایت سایر نکات توصیه شده در طول دوره مطالعه بود [۷،۹-۱۱]. تمام داوطلبان پرسشنامه تاریخچه سلامتی، فرم رضایتنامه کتبی و فرم آمادگی شرکت در فعالیت جسمانی را تکمیل نمودند. اجرای تحقیق پس از تایید شورای پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سقز صورت گرفت.

روش اجرا:

قبل از شروع دوره تمرین، ابتدا طی یک جلسه توجیهی، اهداف، طرح و روش‌شناسی تحقیق، برنامه تمرین‌ها، ارزیابی‌های آزمایشگاهی (مثلا نمونه‌گیری خون) و مراحل و برنامه زمانی تحقیق بطور مفصل برای داوطلبان تشریح گردید. همچنین، نحوه اجرای صحیح آزمون عملکرد قلبی تنفسی (حداکثر اکسیژن مصرفی) به داوطلبان آموزش داده شد. به‌علاوه، نکاتی که داوطلبان می‌بایست در طول مطالعه رعایت کنند شامل مواردی که منجر به خروج داوطلبان از جریان تحقیق می‌گردید و نیز نکاتی که قبل از ارزیابی‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون ملزم به رعایت آنها بودند، تشریح گردید. از داوطلبان خواسته شد که در طول دوره تحقیق از هرگونه تغییر در رژیم غذایی روزانه خود اجتناب کنند، مطابق پروتکل تمرینی آموزش داده شده توسط محقق تمرین کنند و از انجام فعالیت‌های بدنی مازاد بر تمرین‌های تجویز شده اجتناب نمایند.

قبل از ارزیابی‌های مرحله پیش‌آزمون از آزمودنی‌ها خواسته شد که چند نکته را رعایت کنند: ۴۸ ساعت قبل از ارزیابی از انجام هرگونه فعالیت بدنی مازاد بر زندگی روزمره پرهیز کنند، ۲۴ ساعت قبل از ارزیابی هرچه که می‌خورند را در برگه ثبت تغذیه روزانه یادداشت نمایند و در روز پیش‌آزمون، پس از خوردن صبحانه معمولی جهت ارزیابی‌ها حضور یابند. ارزیابی‌ها در فاصله ساعت ۸ الی ۱۰ صبح و با حضور کارشناس پرستاری مرکز بهداشت طب کار شهرستان بوکان در هنرستان فجر اجرا گردید. ابتدا، از آزمون اسپیرومتر جهت ثبت شاخص‌های عملکرد ریوی استفاده شد. سپس، ویژگی‌های آنتروپومتریکی و فیزیولوژیکی داوطلبان شامل قد، وزن، نمایه توده بدن[1] (BMI) و درصد چربی بدن[2] (BFP) اندازه گیری شد. در ادامه، آزمون نوارگردان بروس اصلاح شده جهت ارزیابی عملکرد قلبی تنفسی (حداکثر اکسیژن مصرفی) به اجرا درآمد. قبل و پس از اجرای آزمون، آزمودنی‌ها به مدت ۵ دقیقه خود را گرم و سرد نمودند (به ترتیب).

[1] Body mass index
[2] Body fat percentage

پس از مرحله پیش‌آزمون، دوره تمرین شروع شد. در هر دو گروه تمرین هوازی تداومی و تناوبی، هر جلسه تمرین شامل گرم کردن (۱۰ دقیقه)، سرد کردن (۱۰ دقیقه) و تمرین اصلی بود. نوع تمرین اصلی، دویدن در سوله ورزشی بود. شدت تمرین از ۶۰ ٪ ضربان قلب بیشینه شروع و تا ۷۵ ٪ ادامه داشت. به منظور رعایت اصل اضافه بار در هر هفته دو دقیقه به زمان تمرین اضافه شد، طوری‌که مدت تمرین اصلی از ۲۰ دقیقه در هفته اول به ۳۵ دقیقه در پایان هفته هشتم رسید. در گروه تمرین تناوبی، در تمرین اصلی در هفته اول تناوب تمرین به استراحت فعال ۶۰ به ۱۵ ثانیه بود که برای هر فرد و با توجه به میزان پیشرفت در هر هفته افزایش یافت. اما در گروه تمرین تداومی، تمرین به صورت متوالی و بدون وقفه انجام شد. پروتکل تمرین‌ها به مدت هشت هفته، هر هفته سه جلسه، به صورت یک روز در میان (روزهای جمعه بدون تمرین) و تحت نظارت و با حضور کامل محقق صورت گرفت [۱۲].

پس از دوره تمرین، مرحله پس‌آزمون شروع شد. نکات مربوط به قبل از شروع مرحله پیش‌آزمون، مجددا قبل از مرحله پس‌آزمون توسط داوطلبان رعایت گردید. ضمن اینکه ارزیابی‌های مرحله پس‌آزمون ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین صورت گرفت. ارزیابی‌های مرحله پس‌آزمون مشابه با مرحله پیش‌آزمون و با همان ترتیب تکرار گردید. جهت کنترل اثر احتمالی تغذیه روی عملکرد ریوی از آزمودنی‌ها خواسته شد که در فاصله زمانی یک روز قبل از ارزیابی پیش‌آزمون هرچه که می‌خورند را دقیقا در برگه ثبت تغذیه روزانه یادداشت نمایند و همین رژیم را در روز قبل از ارزیابی پس‌آزمون مجدداً تکرار نمایند.

ابزار گردآوری داده‌ها:

وزن بدن با استفاده از ترازوی دیجیتالی (حداقل دقت ۰/۱ کیلوگرم، مارک BEURER، مدل BG55، ساخت چین) و قد با بکارگیری قدسنج (حداقل دقت ۰/۱ سانتی متر، مارک BALAS، مدل تلسکوپی، ساخت ایران) اندازه‌گیری گردید. BMI از طریق تقسیم وزن بدن (kg) بر مجذور قد (m^2) محاسبه شد. درصد چربی بدن نیز با استفاده از دستگاه تجزیه و تحلیل‌گر چربی بدن (دقت ۱ درصد، مارک CITIZEN، مدل BM100، ساخت ژاپن) تعیین گردید.

آزمون نوارگردان بروس اصلاح شده با استفاده از نوارگردان (مارک TOP FORM، مدل 9915، ساخت کشور چین) به اجرا درآمد. در این آزمون آزمودنی تا سر حد واماندگی روی نوارگردان می‌دود. سرعت و شیب نوارگردان در شروع آزمون به ترتیب روی ۲/۷۴ کیلومتر بر ساعت و صفر درصد تنظیم می‌شود و در طول اجرای آزمون سرعت و شیب به فواصل زمانی منظم و هر سه دقیقه یک بار مطابق پروتکل بروس افزوده می‌شود. با شروع دویدن زمان‌سنج فعال شده و به محض اینکه فرد قادر به دویدن نباشد، متوقف می‌شود. مقدار حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها از طریق فرمول زیر تعیین گردید [۱۳]:

=حداکثر اکسیژن مصرفی(میلی‌لیتربه‌ازای‌کیلوگرم‌وزن‌بدن‌دردقیقه)
[زمان×۰/۰۵۶]+[جنس(زنان=۲/مردان=۱) ×۲/۸۲]-۶/۷۰
(کل زمان آزمون بر حسب ثانیه)

عملکرد ریوی با استفاده از دستگاه اسپیرومتر (مارک PNEUMOTRAC، شرکت VITALOGRAPH، کشور ایرلند) مورد ارزیابی قرار گرفت. با استفاده از آزمون اسپیرومتری، شاخص‌های VC، FVC، FEV1، نسبت FEV_1/FVC، PIF و PEF تعیین گردید.

تجزیه و تحلیل آماری:

با توجه به فاصله‌ای بودن مقیاس داده‌ها، آزمون‌های پارامتریک جهت تجزیه وتحلیل‌های آماری بکار برده شد. برای توصیف داده‌ها آمار توصیفی مورد استفاده قرار گرفت (انحراف معیار ± میانگین). آزمون شاپیرو-ویلک[1] جهت بررسی نرمال بودن توزیع جامعه و آزمون تحلیل واریانس دو عاملی با اندازه‌گیری‌های مکرر جهت آزمون فرضیات بکار گرفته شد. گروه‌ها (تمرین تداومی/تمرین تناوبی/کنترل) به عنوان عامل بین گروهی و زمان اندازه‌گیری (پیش‌آزمون/پس‌آزمون) به عنوان عامل درون گروهی در نظر گرفته شدند. برای آزمون فرض کروی بودن از آزمون موچلی[2] استفاده شد و در صورت معنادار بودن این آزمون (برقرار نبودن فرض کروی بودن)، از

[1] Shapiro-Wilk test
[2] Mauchly's test of sphericity

جدول ۱ - ویژگی‌های عمومی آزمودنی‌ها (انحراف معیار ± میانگین)

متغیر	گروه *# تمرین تداومی (n=۱۱)	تمرین تناوبی (n=۱۱)	کنترل (n=۱۰)
سن (سال)	۱۶/۹ ± ۰/۵	۱۷/۱ ± ۰/۴	۱۷/۰ ± ۰/۵
وزن (کیلوگرم)	۵۳/۲ ± ۹/۵	۵۹/۳ ± ۸/۶	۵۶/۸ ± ۱۰/۵
قد (سانتی‌متر)	۱۵۹/۵ ± ۷/۰	۱۶۱/۸ ± ۵/۰	۱۶۰/۴ ± ۶/۲
BMI (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۱/۰ ± ۳/۶	۲۲/۶ ± ۲/۶	۲۲/۰ ± ۳/۸
BFP (درصد)	۲۴/۰ ± ۵/۸	۲۶/۳ ± ۴/۰	۲۷/۳ ± ۷/۰

* آزمودنی‌ها (۳۲ نفر) از میان دختران جوان فعال انتخاب شدند.
# مقایسه بین میانگین‌های سه گروه با استفاده از آزمون ANOVA یک‌طرفه صورت گرفت.

عامل اصلاح اپسیلون[1] گرین‌هاوس‌گیسر[2] استفاده گردید. در صورت معنادار بودن اثرات تعاملی (زمان و گروه)، از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه برای مقایسه اختلاف پیش‌آزمون-پس‌آزمون سه گروه و در صورت معنادار بودن آن نیز از آزمون تعقیبی توکی[3] استفاده گردید. سطح معناداری $p\leq ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد. تمام تجزیه و تحلیل‌های آماری به وسیله نسخه ۲۲ نرم‌افزار بسته آماری برای علوم اجتماعی[4] (SPSS) صورت گرفت.

یافته‌ها:

ویژگی‌های عمومی آزمودنی‌ها در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج آزمون ANOVA یک‌طرفه برای مقایسه میانگین‌های سن، وزن، قد، BMI و درصد چربی بدن سه گروه قبل از شروع مطالعه تفاوت معناداری بین گروه‌ها نشان نداد ($p>۰/۰۵$). همچنین، مقادیر شاخص‌های اسپیرومتری و عملکرد قلبی تنفسی (حداکثر اکسیژن مصرفی) در وضعیت‌های قبل از تمرین (پیش‌آزمون) و پس از تمرین (پس‌آزمون) در جدول ۲ گزارش شده است.

نتایج آزمون تحلیل واریانس دو عاملی با اندازه‌گیری‌های مکرر برای متغیرهای وابسته تحقیق در جدول ۳ نشان داده شده است. بر اساس این نتایج، اثر تعاملی بین زمان و گروه در مورد PIF و حداکثر اکسیژن مصرفی معنادار ($p<۰/۰۵$) و در مورد دیگر متغیرهای وابسته غیر معنادار بود ($p>۰/۰۵$).

با توجه به معنادار شدن اثر تعاملی در مورد متغیرهای PIF و حداکثر اکسیژن مصرفی، از آزمون‌های تعقیبی استفاده شد. در مورد PIF، آزمون ANOVA یک‌طرفه برای مقایسه اختلاف پیش‌آمون-پس‌آزمون‌های سه گروه معنادار بود ($F=۴/۳۰۹$ و $sig=۰/۰۲۳$). نتیجه آزمون تعقیبی توکی حاکی از تفاوت معنادار اختلاف پیش‌آزمون-پس‌آزمون گروه‌های تمرین تناوبی و کنترل ($p=۰/۰۲۰$) و عدم تفاوت معنادار اختلاف پیش‌آزمون-پس‌آزمون گروه‌های تمرین تداومی و تناوبی ($p=۰/۶۸۲$) و گروه‌های تداومی و کنترل ($p=۰/۱۱۹$) بود.

در مورد حداکثر اکسیژن مصرفی نیز آزمون ANOVA یک‌طرفه برای مقایسه اختلاف پیش‌آمون-پس‌آزمون‌های سه گروه معنادار بود ($F=۲۴/۴۹۹$ و $p=۰/۰۰۱$). نتیجه آزمون تعقیبی توکی حاکی از تفاوت معنادار اختلاف پیش‌آزمون-پس‌آزمون گروه‌های تمرین تداومی و کنترل ($p=۰/۰۰۱$)، گروه‌های تمرین تناوبی و کنترل ($p=۰/۰۰۱$) و عدم تفاوت معنادار اختلاف پیش‌آزمون-پس‌آزمون گروه‌های تمرین تداومی و تناوبی ($p=۰/۴۰۷$) بود.

بحث:

بر اساس یافته‌های تحقیق حاضر هشت هفته تمرین هوازی تداومی و تناوبی تاثیری بر شاخص‌های VC، FVC، FEV_1، نسبت FEV_1/FVC و PEF در دختران جوان فعال ندارد، اما تمرین تناوبی (و نه تمرین تداومی) PIF را افزایش می‌دهد. به‌علاوه، هر دو نوع تمرین به‌طور مشابهی عملکرد قلبی تنفسی را بهبود می‌بخشند.

[1] Epsilon
[2] Green House Geisser
[3] Tukey's Post Hoc test
[4] Statistical Package for the Social Sciences

جدول ۲ - مقادیر شاخص‌های اسپیرومتری و حداکثر اکسیژن مصرفی در وضعیت‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون (انحراف معیار ± میانگین)

متغیر		گروه *# تمرین تداومی (n=۱۱)	تمرین تناوبی (n=۱۱)	تمرین تداومی (n=۱۰)
VC (لیتر)	پیش‌آزمون	۱/۹۲ ± ۰/۲	۲/۰۸ ± ۰/۳	۲/۰۵ ± ۰/۴
	پس‌آزمون	۱/۸۷ ± ۰/۱	۲/۰۱ ± ۰/۳	۲/۱۱ ± ۰/۴
FVC (لیتر)	پیش‌آزمون	۱/۸۹ ± ۰/۳	۱/۹۱ ± ۰/۳	۱/۹۹ ± ۰/۴
	پس‌آزمون	۱/۸۰ ± ۰/۳	۱/۹۲ ± ۰/۵	۱/۹۵ ± ۰/۴
FEV_1 (لیتر)	پیش‌آزمون	۱/۶۱ ± ۰/۴	۱/۶۴ ± ۰/۵	۱/۶۸ ± ۰/۲
	پس‌آزمون	۱/۶۰ ± ۰/۵	۱/۴۳ ± ۰/۵	۱/۹۵ ± ۰/۴
نسبت FEV_1/FVC	پیش‌آزمون	۰/۸۶ ± ۰/۱	۰/۸۴ ± ۰/۱	۰/۸۷ ± ۰/۱
	پس‌آزمون	۰/۸۵ ± ۰/۲	۰/۸۱ ± ۰/۲	۰/۹۱ ± ۰/۱
PIF (لیتر بر ثانیه)	پیش‌آزمون	۱/۳۸ ± ۰/۵	۱/۲۴ ± ۰/۵	۱/۶۱ ± ۰/۵
	پس‌آزمون	۱/۵۳ ± ۰/۹	۱/۶۱ ± ۰/۷	۱/۲۲ ± ۰/۳
PEF (لیتر بر ثانیه)	پیش‌آزمون	۱/۹۷ ± ۰/۷	۲/۰۰ ± ۰/۷	۲/۱۳ ± ۰/۵
	پس‌آزمون	۲/۰۱ ± ۰/۸	۱/۸۷ ± ۰/۷	۲/۳۷ ± ۰/۷
حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی‌لیتر به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در هر دقیقه)	پیش‌آزمون	۴۳/۶ ± ۴/۳	۳۹/۷ ± ۴/۵	۴۲/۲ ± ۹/۵
	پس‌آزمون	۴۹/۸ ± ۵/۱	۴۷/۳ ± ۴/۶	۴۲/۳ ± ۹/۴

* آزمودنی‌ها (۳۲ نفر) از میان دختران جوان فعال انتخاب شدند.

تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از آزمون تجزیه و تحلیل واریانس دو عاملی با اندازه‌گیری‌های مکرر صورت گرفت.

شواهد متعددی از بهبود عملکرد ریوی در نتیجه تمرین ورزشی حمایت می‌کنند، از جمله اثر جبرانی تمرین ورزشی بر محدودیت ناشی از عدم تعادل عضلانی در قفسه سینه، تقویت عضله تنفسی کمکی در اثر تمرین ورزشی منظم، افزایش جریان هوای باقی‌مانده و کاهش تهویه در بیماران آسمی (از طریق تقویت اتساع برونشی در طول تمرین)، کاهش مقاومت راه هوایی، افزایش قطر راه هوایی، تقویت عضلات تنفسی و افزایش ارتجاع پذیری قفسه سینه در نتیجه تمرین ورزشی، کاهش برگشت‌پذیری ریوی و افزایش اتساع عروق ریوی (در نتیجه افزایش فعال‌سازی سیستم آدرنالین در طول تمرین ورزشی)، کاهش مقاومت راه هوایی و افزایش FEV_1 و FVC از طریق افزایش جریان هوا (به دنبال اتساع عروق ریوی) و ارتباط کورتیزول سرم با اتساع برونشی و تولید سورفکتانت ریوی [۵].

بر اساس یافته‌های تحقیق حاضر شاخص‌های VC، FVC، FEV_1، نسبت FEV_1/FVC و PEF به دنبال یک دوره تمرین هوازی تداومی یا تناوبی در دختران جوان فعال تغییری نمی‌کند، اما شاخص PIF متعاقب تمرین تناوبی افزایش نشان می‌دهد. این یافته‌ها با مطالعات گومس‌نتو و همکاران (۲۰۱۶)، مرادیانس و همکاران (۲۰۱۶)، گریس بروک و همکاران (۲۰۱۲) و وُماک و همکاران (۲۰۰۰) هم‌خوانی دارد [۱۵،۱۴،۹،۱]، اما با یافته‌های راوشده و النویسه (۲۰۱۸)، آوتو و همکاران (۲۰۱۶)، پارک و هان (۲۰۱۷)، آزاد و همکاران (۲۰۱۱) و ایران‌دوست و همکاران (۲۰۱۵) هم‌راستا نمی‌باشد [۱۷،۱۶،۱۱،۱۰،۷].

گومس‌نتو و همکاران (۲۰۱۶) در یک مطالعه مروری فراتحلیلی درباره اثر تمرین ورزشی بر ظرفیت هوازی و عملکرد ریوی در کودکان و نوجوانان پس از جراحی بیماری قلبی مادرزادی دریافتند تمرین ورزشی اثر مثبتی بر اوج اکسیژن مصرفی دارد، اما بهبود FEV_1 و FVC پس از تمرین ورزشی معنادار نبود [۱۴]. در مطالعه مرادیانس و همکاران (۲۰۱۶) روی زنان غیر ورزشکار نیز فقط افزایش VC پس از تمرین هوازی و بهبود IC و PIF متعاقب تمرین تناوبی مشاهده شد، در حالیکه تمرین مقاومتی بر روی هیچکدام از شاخص‌های تنفسی اثرگذار نبود [۹]. در مطالعه دیگری، گریس بروک و

جدول ۳ - نتایج آزمون تحلیل واریانس دو عاملی با اندازه‌گیری‌های مکرر برای متغیرهای وابسته تحقیق

پارامتر	F	sig
VC (لیتر)	۰/۶۸۸	۰/۵۱۰
FVC (لیتر)	۰/۲۵۳	۰/۷۷۸
FEV_1 (لیتر)	۰/۹۰۳	۰/۴۱۷
نسبت FEV_1/FVC	۰/۵۶۳	۰/۵۷۶
PIF (لیتر بر ثانیه)	۴/۳۰۹	۰/۰۲۳*
PEF (لیتر بر ثانیه)	۰/۵۷۱	۰/۵۷۱
حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی‌لیتر به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در هر دقیقه)	۲۴/۴۹۹	۰/۰۰۱*

* معنی‌دار در سطح $p<۰/۰۵$

همکاران (۲۰۱۲) اثر دوازده هفته تمرین ورزشی (تمرین تناوبی و تمرین مقاومتی) بر عملکرد ریوی و ظرفیت هوازی را در بزرگسالان مبتلا به سوختگی تحت بررسی قرار دادند. بر طبق یافته‌های آنها، تمرین ورزشی عملکرد ریوی را در هیچ کدام از گروه‌ها بهبود نبخشید، اما در هر دو گروه افزایش معناداری در اوج اکسیژن مصرفی و حداکثر تهویه دقیقه‌ای مشاهده شد [۱۵]. وُماک و همکاران (۲۰۰۰) اثر برنامه کاهش وزن و تمرین هوازی بر عمکلرد ریوی در مردان چاق مسن را تحت مقایسه قرار دادند. به‌دنبال برنامه کاهش وزن، وزن بدن، درصد چربی بدن، دور کمر، نسبت دور کمر به لگن و توده بدون چربی کاهش یافت. این تغییرات با افزایش در FVC، ظرفیت ریوی کل، ظرفیت باقیمانده عملکردی و حجم باقیمانده همراه بود، بدون اینکه در FEV_1 و نسبت FVC/FEV_1 تغییری مشاهده شود. تغییر در FVC با تغییر در وزن بدن همبسته بود. در گروه تمرین هوازی VO_2max افزایش یافت، اما تغییری در عملکرد ریوی مشاهده نشد [۱].

راوشده و النویسه (۲۰۱۸) دریافتند به دنبال سه هفته تمرین هوازی با شدت بالا شاخص‌های FEV_1، نسبت FEV_1/FVC و حداکثر تهویه ارادی[1] (MVV) بطور معناداری در مردان غیرفعال بهبود یافت، اما بهبودی معناداری در شاخص FVC پس از تمرین با شدت‌های مختلف مشاهده نکردند [۱۶]. آوتو و همکاران (۲۰۱۶) اثرات شش هفته تمرین هوازی بر عملکرد ریوی را در افراد دارای ویروس HIV بررسی نمودند. یافته‌های آنها تفاوت معناداری بین شاخص‌های FVC، FEV_1 و PIF گروه‌های آزمایش و کنترل نشان داد، اما تفاوت معناداری در مورد تعداد تنفس مشاهده نگردید [۱۷]. پارک و هان (۲۰۱۷) نیز بهبود شاخص‌های FVC و FEV_1 پس از تمرین هوازی در زنان میانسال را نشان دادند [۷]. آزاد و همکاران (۲۰۱۱) اثر بیست و چهار هفته تمرین هوازی بر عملکرد ریوی در نوجوانان بیش وزن و چاق را تحت بررسی قرار دادند. در گروه تمرین، بهبودی‌های معناداری در FEV_1، FVC و MVV مشاهده گردید. همچنین مقادیر BMI و وزن بدن نیز به‌دنبال دوره تمرین کاهش یافت. بهبودی‌های حاصله در شاخص‌های FEV1 و FVC با بهبودی مشهود در MVV همبستگی مثبت معنادار داشت، اما با تغییر حاصله در BMI همبسته نبود. مقایسه مقادیر پس از تمرین شاخص‌های BMI، وزن، قد و شاخص‌های تنفسی تفاوت معناداری بین دو گروه آزمایش و کنترل نشان نداد. این محققان نتیجه گرفتند در نوجوانان بیش‌وزن و چاق برنامه تمرین هوازی مناسب می‌تواند تا حدودی عملکرد ریوی را از طریق عضلات تنفسی بهبود ببخشد. با این وجود، به منظور حصول مقادیر پیش‌بینی شده برای عملکرد ریوی، افزایش بیشتری در مدت زمان فعالیت و کاهش در BMI لازم است. FEV1 و FVC در گروه مداخله تمرینی به صورت مثبتی تحت تاثیر فعالیت بدنی، کاهش BMI و رشد ریوی درطول دوره مطالعه قرار گرفت[۱۰]. ایران‌دوست و همکاران (۲۰۱۵) نیز اثرات تمرین‌های هوازی مختلف به مدت دوازده هفته بر عملکردهای ریوی دختران چاق دبیرستانی را تحت بررسی قرار دادند. در این مطالعه دختران چاق نوجوان ۱۴ الی ۱۵ سال در سه گروه تمرین طناب‌زنی، دو نرم و کنترل قرار گرفتند.

[1] Maximal Voluntary Ventilation

یافته‌های این تحقیق نشان داد در هر دو گروه تمرینی شاخص‌های آنتروپومتریک شامل وزن، BMI، BFP و نسبت کمر به لگن کاهش و VC، FVC و FEV_1 در هر دو گروه افزایش نشان داد. در حالیکه هیچ تفاوت معناداری بین شاخص‌های عملکرد ریوی دو گروه در پایان مطالعه مشاهده نگردید. در این مطالعه، تمام شاخص‌های آنترومتریک مرتبط با چاقی یعنی BMI، BFP و نسبت کمر به لگن پس از مداخلات تمرینی کاهش یافته است که می‌تواند توجیه نماید چرا عملکردهای ریوی آزمودنی‌ها بهبود یافته است [۱۱]. عدم هم‌خوانی یافته‌های مطالعه حاضر با مطالعات پیشین را می‌توان به تفاوت‌های روش‌شناسی به‌ویژه تفاوت در مدت و شدت دوره تمرینی، سطح آمادگی بدنی و وضعیت سلامت آزمودنی‌های تحت مطالعه نسبت داد [۱۶،۱۱،۱۰،۷].

در مطالعات پیشین به مکانیزم‌های احتمالی مختلفی جهت توجیه یافته‌ها اشاره شده است. وُماک و همکاران (۲۰۰۰) تغییر حجم‌های ریوی ایستا را به کاهش وزن نسبت دادند [۱]. راوشده و النویسه (۲۰۱۸) بیان نمودند بهبود FEV_1 عمدتاً در نتیجه اتساع ریه‌ها در طول دوره تمرین هوازی با شدت بالا رخ می‌دهد که منجر به ورود حجم هوای بزرگتر به درون راه‌های هوایی و اتساع مسیر تنفسی می‌شود. همچنین، در خصوص اثر فزاینده تمرین روی نسبت FEV_1/FVC بیان نمودند تقویت عضلات تنفسی و عضلات تنه و بهبود تحرک قفسه سینه اثر مثبتی بر این افزایش دارد. این محققان در توجیه تغییرات مشهود در MVV و FEV_1 و عدم تغییر در FVC در مطالعه خود بیان نمودند که تمرین بکار رفته در مطالعه آنها اثر تقویت کننده عضلانی یا توسعه دهنده قفسه سینه نداشته است، اما منجر به تحریک کیسه‌های هوایی گشته است [۱۶]. پارک و هان (۲۰۱۷) بیان نمودند تمرین هوازی با شدت بالا مصرف اکسیژن را افزایش داده و کیسه‌های هوایی غیر فعال را فعال می‌سازد و تحریک مکرر دم و بازدم گنجایش کیسه هوایی را افزایش می‌دهد و در نتیجه، FVC افزایش می‌یابد. همچنانکه کیسه‌های هوایی غیر فعال بیشتری فعال می‌شوند هوای بیشتری به درون کیسه‌های هوایی وارد می‌شود و افزایش گنجایش کیسه‌های هوایی را می‌توان به افزایش ارتجاع‌پذیری ریه و بازدم هوای بیشتر نسبت داد. همچنین، افزایش FEV_1 به این دلیل است که ریه به دنبال تمرین هوازی با شدت بالا اتساع یافته و حجم هوای بزرگتری به درون کیسه‌های هوایی راه پیدا کرده و و در نتیجه مسیر هوایی اتساع پیدا کرده است. این محققان نیز عدم FEV_1/FVC را چنین توجیه نمودند که تمرین به کار رفته در مطالعه آنها یک تمرین تقویت‌کننده عضلانی یا تمرین توسعه‌دهنده قفسه سینه نبوده و بلکه یک تمرین محرک برای فعال‌سازی کیسه‌های هوایی بوده است [۷].

همچنین، در مطالعه آزاد و همکاران (۲۰۱۱) افزایش FEV_1 و FVC به بهبود انقباض‌پذیری عضلات تنفسی در نتیجه تمرین استقامتی نسبت داده شده است. این محققان بهبود در عملکرد عضلات تنفسی، کاهش توده چربی و کاهش وزن بدن را به عنوان مکانیزم‌های احتمالی بهبود FVC پیشنهاد نمودند. همچنین توده چربی بیش از حد و کوتاه بودن دوره تمرین ورزشی را به عنوان دلایل احتمالی تغییرات ناکافی در FEV_1 و FVC در گروه مداخله تمرینی معرفی نمودند. به‌علاوه، نتیجه گرفتند افزایش عملکرد عضله تنفسی در نتیجه تمرین هوازی می‌تواند مسئول بهبود FEV_1 و FVC در گروه مداخله تمرینی باشد [۱۰]. ایران‌دوست و همکاران (۲۰۱۵) در توجیه یافته‌های خود بیان نمودند بیشتر ناهنجاری‌های عملکردی تنفسی مشاهده شده در افراد چاق، ناشی از بار مکانیکی بافت چربی بر دیواره قفسه سینه و همچنین عدم تعادل عضلانی مرتبط با کم‌تحرکی می‌باشد که بر قفسه سینه اعمال محدودیت می‌کند. بنابراین، هرگونه تمرین کاهنده چربی ممکن است این موقعیت را جبران نماید. به‌علاوه، بهبود عملکرد عضلات تنفسی از جمله اثرات مفید تمرین ورزشی منظم می‌باشد. تمرین ورزشی اثر عملکرد ریوی را از طریق افزایش مبادله گازها در کیسه‌های هوایی و افزایش جذب اکسیژن از جریان خون بهبود می‌بخشد [۱۱].

به‌طور کلی، عدم تاثیر تمرین بر شاخص‌های VC، FVC، FEV_1، نسبت FEV_1/FVC و PEF در مطالعه حاضر را می‌توان به ناکافی بودن تمرین اعمال شده در کنار سطح آمادگی بدنی بالا و وزن و BFP پایین آزمودنی‌ها نسبت داد، ضمن اینکه احتمالا مداخله

تمرینی تغییری در قدرت عضلات تنفسی بازدمی، حجم ریه، تحرک قفسه سینه، فعالیت کیسه‌های هوایی و شاخص‌های آنتروپومتریکی ایجاد نکرده است [۷،۱۰،۱۱، ۱۶]. با این وجود، افزایش شاخص PIF را می‌توان از طریق تاثیر فزاینده تمرین تناوبی روی قدرت عضلات دمی توجیه نمود [۱۸].

همچنین، یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد هر دو نوع تمرین هوازی تداومی و تناوبی به‌طور مشابهی عملکرد قلبی تنفسی دختران جوان فعال را بهبود می‌بخشد. این یافته با یافته‌های مادور و همکاران (۲۰۰۹) و دونهام و هارمس (۲۰۱۲) هم‌خوانی دارد [۱۹،۲۰]، اما با یافته‌های خالد و همکاران (۲۰۱۳) هم‌راستا نمی‌باشد [۴]. مادور و همکاران (۲۰۰۹) اثرات هشت هفته تمرین تداومی و تناوبی را در بیماران مبتلا به بیماری مزمن انسداد ریوی بررسی نمودند و دریافتند هر دو نوع تمرین منجر به بهبودی‌های مشابهی در امتیازات مربوط به مسافت پیاده‌روی در شش دقیقه، حداکثر ظرفیت کار، زمان تمرین استقامتی، کیفیت زندگی، خستگی و تنگی نفس می‌شود [۱۹]. همچنین، دونهام و هارمس (۲۰۱۲) اثر تمرین تناوبی با شدت بالا و تمرین استقامتی سنتی بر عملکرد ریوی در افراد سالم جوان فعال (از لحاظ جسمانی) را تحت مقایسه قرار دادند. به دنبال هر دو نوع تمرین، VO_2max به میزان مشابهی بهبود یافت. این محققان نتیجه گرفتند هر دو نوع تمرین ورزشی در افزایش قدرت عضله تنفسی موثر می‌باشد و تمرین تناوبی با شدت بالا را بعنوان جایگزین مقرون به صرفه (از لحاظ زمانی) جهت بهبود ظرفیت و عملکرد هوازی پیشنهاد نمودند [۲۰]. با این وجود، خالد و همکاران (۲۰۱۳) با مقایسه تاثیر تمرین هوازی مرسوم و تمرین تناوبی سرعتی بر آزمون‌های عملکرد ریوی در مردان کم‌تحرک جوان، دریافتند بهبودی‌های حاصله در FVC و MVV در هر دو گروه مشابه بود، اما تمرین تناوبی سرعتی منجر به بهبودی بیشتری در شاخص آمادگی جسمانی گردید. این محققان تمرین تناوبی سرعتی را به عنوان یک گزینه مقرون به صرفه برای بهبود آمادگی قلبی تنفسی که می‌تواند به عنوان یک استراتژی بهبود سلامتی بکار رود پیشنهاد نمودند [۴].

عدم کنترل رژیم غذایی، اطمینان ناکافی از عدم اجرای فعالیت بدنی مازاد بر تمرین‌های تجویز شده در طول دوره مطالعه و کوتاه بودن طول دوره تمرین (به دلیل دسترسی محدود به آزمودنی‌ها) از جمله محدودیت‌های مطالعه حاضر می‌باشد که توجه به آنها در تحقیقات بعدی می‌تواند به تکمیل یافته‌ها کمک نماید. اجرای مطالعات مشابه در دیگر گروه‌های جمعیتی (مثلا آزمودنی‌های غیر فعال، چاق یا مبتلا به بیماری‌های مزمن انسدادی ریوی)، با اعمال دوره تمرینی طولانی‌تر (۳ یا ۶ ماه) و شدت‌های متفاوت می‌تواند جوانب دیگری از موضوع را آشکار سازد.

یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد هشت هفته تمرین هوازی تداومی یا تناوبی تاثیری بر شاخص‌های VC، FVC، FEV_1، نسبت FEV_1/FVC و PEF در دختران جوان فعال ندارد، اما تمرین تناوبی (و نه تمرین تداومی) می‌تواند PIF را در این افراد افزایش دهد. همچنین، هر دو نوع تمرین به‌طور مشابهی عملکرد قلبی تنفسی را بهبود می‌بخشند. به نظر می‌رسد اجرای تمرین هوازی تناوبی حتی با مدت کوتاه (هشت هفته) می‌تواند بر عملکرد ریوی دختران جوان فعال اثر مثبت گذاشته و به طور مشابه با تمرین هوازی تداومی، اما به صورتی مقرون به صرفه (از لحاظ زمانی)، منجر به بهبود عملکرد قلبی تنفسی گردد.

سپاسگزاری:

مقاله حاضر گزارشی مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد رشته فیزیولوژی ورزشی (کد ۲۴۷۲۱۴۰۴۹۵۲۰۰۲) می‌باشد که با حمایت و نظارت دانشگاه آزاد اسلامی واحد سقز به اجرا رسیده است. از معاونت پژوهشی واحد سقز، پرسنل مرکز بهداشت طب کار و دانش‌آموزان سال آخر رشته تربیت‌بدنی هنرستان دخترانه فجر شهرستان بوکان، صمیمانه تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

منابع:

1) Womack CJ, Harris DL, Katzel LI, Hagberg JM, Bleecker ER, Goldberg AP. Weight loss, not aerobic exercise, improves pulmonary function in older obese men. The Journals of Gerontolo: Series A, Biological Sciences and Medical Sciences. 2000; 55(8): M453-457.
2) Garcia-Aymerich J, Lange P, Benet M, Schnohr P, Antó JM. Regular physical activity modifies smoking-related lung function

decline and reduces risk of chronic obstructive pulmonary disease: a population-based cohort study. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine. 2007; 175(5):458-463.
3) Kortianou EA, Nasis IG, Spetsioti ST, Daska lakis AM, Vogiatzis I. Effectiveness of interval exercise training in patients with COPD. Cardiopulmonary Physical Therapy Journal. 2010;21(3):12-19.
4) Badaam Khaled M, Munibuddin A, Khan ST, Choudhari SP, Doiphode R. Effect of traditional aerobic exercises versus sprint interval training on pulmonary function tests in young sedentary males: a randomised controlled trial. Journal of Clinical and Diagnostic Research. 2013;7(9): 1890-1893.
5) Khosravi M, Tayebi SM, Safari H. Single and concurrent effects of endurance and resistance training on pulmonary function. Iranian Journal of Basic Medical Sciences. 2013;16(8):628-634.
6) Saki H, Shahrokhian SH, Taeid V, Amani M, Talebifard H, Delaramnasab H. Comparison of the effects of aerobic exercise on pulmonary function and levels of inflammatory mediators in men with type 2 diabetes. International Journal of Basic Science in Medicine. 2017;2(2): 95-100.
7) Park J, Han D. Effects of high intensity aerobic exercise on treadmill on maximum-expiratory lung capacity of elderly women. The Journal of Physical Therapy Science. 2017;29(8):1454-1457.
8) Cheng YJ, Macera CA, Addy CL, Sy FS, Wieland D, Blair SN. Effects of physical activity on exercise tests and respiratory function. British Journal of Sports Medicine. 2003;37(6):521-528.
9) Moradians V, Rahimi A, Javad Moosavi SA, et al. Effect of eight-week aerobic, resistive, and interval exercise routines on respiratory parameters in non-athlete women. Tanaffos 2016;15(2): 96–100.
10) Azad A, Gharakhanlou R, Niknam A, Ghanbari A. Effects of aerobic exercise on lung function in overweight and obese students. Tanaffos. 2011;10(3):24–31.
11) Irandoust K. The effects of selected aerobic exercises on pulmonary functions of high school obese girls. International Journal of School Health. 2015;2(4):e29288.
12) Hosseini-Kakhak SAR, Rezaei Bajestani A, Shahabi Kaseb MR. Comparison of the effects of two different training methods (interval vs. continues) on aerobic fitness in 9 to 12 year-old students. Journal of Applied Exercise Physiology. 2015;11(21):83-92.
13) Noonan V, Dean E. Submaximal exercise testing: clinical application and interpretation. Physical Therapy. 2000; 80(8): 782-807.
14) Gomes-Neto M, Saquetto MB, da Silva e Silva CM, Conceição CS, Carvalho VO. Impact of exercise training in aerobic capacity and pulmonary function in children and adolescents after congenital heart disease surgery: a systematic review with meta-analysis. Pediatric Cardiology. 2016;37(2):217-224.
15) Grisbrook TL, Wallman KE, Elliott CM, Wood FM, Edgar DW, Reid SL. The effect of exercise training on pulmonary function and aerobic capacity in adults with burn. Burns. 2012;38(4): 607-613.
16) Rawashdeh A, Alhawaiseh N. The Effect of high-intensity aerobic exercise on the pulmonary function among inactive male individuals. Biomedical and Pharmacology Journal. 2018;11(2):735-741.
17) Aweto HA, Aiyegbusi AI, Ugonabo AJ, Adeyemo TA. Effects of aerobic exercise on the pulmonary function, respiratory symptoms and psychological status of people living with HIV. Journal of Research in Health Sciences. 2016;16(1):17-21.
18) Weiner P, Weiner M. Inspiratory muscle training may increase peak inspiratory flow in chronic obstructive pulmonary disease. Respiration. 2003;73(2):151-156.
19) Mador MJ, Krawza M, Alhajhusian A, Khan AI, Shaffer M, Kufel TJ. Interval training versus continuous training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention. 2009;29(2): 126-132.
20) Dunham C, Harms CA. Effects of high-intensity interval training on pulmonary function. European Journal of Applied Physiology. 2012;112(8):3061-3068.

Nafas, Vol. 5, No. 3, Autumn 2018, Pages: 33-43

Original Article

The Comparison Study of the Effect of Continuous and Interval Aerobic Training on Pulmonary and Cardiorespiratory Functions of Active Young Girls

Fatemeh Shamohammadi[1], Fatah Moradi[1*], Saman Pashaei[1]

1) Department of Physical Education and Sport Sciences, Saghez Branch, Islamic Azad University, Saghez, Iran

Abstract:

Few studies have been conducted on the effect of exercise type on pulmonary function. The purpose of this study was to compare the effect of continuous and interval aerobic training on pulmonary and cardiorespiratory functions of active young girls.

The research method was quasi-experimental and 32 active young girls were selected among physical education students (age=17.0±0.5 years) and were randomly divided into three continuous aerobic training (n=11), interval aerobic training (n=11), and control (n=10) groups. The protocol of the trainings (eight weeks, three sessions per week) included 20-35 minutes of running per session, with an intensity of 60-75% of the maximum heart rate. General characteristics, spirometry and cardiorespiratory function were measured before and after the training period. To analyze the data, two factor analysis of variance with repeated measurements was used at the significant level of $P<0.05$.

Continuous and interval aerobic trainings had no significant effect on vital capacity, forced vital capacity, forced expiratory volume in first second, forced expiratory volume in first second to forced vital capacity ratio, and peak expiratory flow ($P>0.05$), but only the interval training significantly increased the peak inspiratory flow ($P=0.020$). Following both types of trainings, similar significant increases were observed in cardiorespiratory function ($P=0.001$).

It appears that the interval training, even with short duration (eight weeks), can have a positive effect on the pulmonary function of active young girls. Also, similar to continuous training; however in a time-saving way; interval training can improve cardiorespiratory function.

Keywords: Continuous Training, Interval Training, Pulmonary Function, Spirometry, Active

[*]**Corresponding Author:**
Fatah Moradi, PhD. Assistant Professor of Exercise Physiology. Department of Physical Education and Sport Sciences, Islamic Azad University, Saghez Branch, Saghez City, Kordestan County, Iran. Email: moradi_fatah@yahoo.com