تغییرات عملکرد ریوی و اوج اکسیژن مصرفی متعاقب برنامه تمرین هوازی تناوبی در دختران غیرفعال

سیدرضا عطارزاده حسینی[1]، زهرا حجتی اشتوانی[2]، حسین سلطانی[2]، سید علیرضا حسینی کاخک[3]

[1] دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران

[2] عضو هیأت علمی گروه تربیت بدنی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تربت حیدریه، تربت حیدریه، ایران

[3] استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تربیت معلم سبزوار، سبزوار، ایران

نشانی نویسنده مسؤول: مشهد دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دکتر سیدرضا عطارزاده حسینی
E-mail: attarzadeh@um.ac.ir

وصول:۹۰/۵/۱۶، اصلاح:۹۰/۶/۲۹، پذیرش:۹۰/۹/۸

چکیده

زمینه و هدف: ارتباط نزدیک و معناداری بین عملکرد ریوی با سلامتی و میزان کلی مرگ و میر وجود دارد. هماهنگی جریان خون و تهویه از عوامل مؤثر بر عملکرد ریوی است. به همین لحاظ تقویت همزمان هر دو دستگاه تنفس و قلب باید مورد تأکید قرار گیرد. هدف از این پژوهش، مطالعهٔ تأثیر ۲٤ جلسه برنامه تمرین هوازی تناوبی بر حجم و ظرفیت ریوی و اوج اکسیژن مصرفی دختران غیر فعال می‌باشد.

مواد و روش‌ها: این تحقیق نیمه‌تجربی با طرح پیش و پس‌آزمون برروی ۳۰ دانشجوی دختر غیر فعال سالم انجام شد که به صورت تصادفی به دو گروه ۱۵ نفره تجربی و کنترل تقسیم شدند. گروه تجربی به مدت شش هفته در ۲٤ جلسه ٤٥ دقیقه‌ای تمرین دوی هوازی تناوبی شرکت کردند. طی همین مدت، گروه کنترل در هیچ برنامه تمرینی مشارکت نداشتند. قبل و بعد از برنامه تمرینی توسط اسپیرومتر و پروتکل بروس به ترتیب حجم‌ها، ظرفیت‌های ریوی و اوج اکسیژن مصرفی افراد اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: تمرین باعث افزایش٦۲ درصدی حجم ذخیره بازدمی (P=۰/۰۰٤)، ٦٥ درصدی اوج جریان بازدمی (P=۰/۰۳)، ۳۵ درصدی حداکثر تهویه ارادی (P=۰/۰۳) و ۲۳ درصدی اوج اکسیژن مصرفی (P=۰/۰۰۱) شد. هم‌چنین تمرین بر حجم جاری (P=۰/۱٤)، حجم ذخیره دمی (P=۰/۲۹)، ظرفیت حیاتی با فشار (P=۰/۱۳)، اوج جریان دمی (P=۰/۷۵) و نسبت حجم بازدمی با فشار در ثانیه اول به ظرفیت حیاتی (P=۰/۹۳) تأثیر معنادار نداشت.

نتیجه‌گیری: تمرینات استقامتی در دختران جوان باعث افزایش توانمندی و هماهنگی عضلات تنفسی به ویژه عضلات بازدمی شده و از طریق افزایش برخی ظرفیت‌ها و حجم‌های ریوی باعث بهبود عملکرد ریه می‌شود. *(مجله دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی سبزوار، دوره ۱۹/شماره ۱/ صص ۵۱-۴۲).*

واژه‌های کلیدی: *تمرین ورزشی؛ اندازه‌گیری ظرفیت تنفسی؛ زنان.*

مقدمه

تحقیقات ارتباط نزدیک و معناداری را بین عملکرد مطلوب دستگاه تنفسی و سلامت کلی و سایر علل مرگ و میر نشان داده‌اند، به طوری که کاهش حجم بازدمی با فشار در یک ثانیه (FEV_1) به عنوان یک عامل خطرزای مستقل مرگ معرفی شده است (۱). دستگاه تنفس با همکاری دستگاه قلب و عروق، نقش مهمی در تهیه و تأمین اکسیژن سلول ها و تنظیم محیط داخلی بدن به هنگام استراحت و فعالیت به عهده دارد (۲). در بسیاری از مواقع، توازن موجود بین کارکردهای تهویه‌ای و قلبی در زنجیرهٔ تبادل گاز است که عضله اسکلتی را به هوای جوی مرتبط می‌سازد.

بر اثر ورزش، مقادیر فعالیت‌های متابولیکی افزایش می‌یابد و برای پاسخگویی به آن، هر دو دستگاه تهویه‌ای و قلبی باید از طریق افزایش همزمان تهویه دقیقه‌ای و برونده قلبی عمل کنند. این امر مستلزم افزایش تعداد تنفس‌ها و ضربان‌های قلب در دقیقه و حجم جاری (TV) و حجم ضربه‌ای است (۳). بدیهی است که هرگونه ناکارآمدی این دستگاه‌ها عملکرد کلی بدن را با مشکل مواجه می‌سازد؛ به طوری که با تغییر معادله نسبت تهویه به جریان خون و نیز نسبت تهویه به جذب اکسیژن و برداشت اکسیژن کمتر از حجم هوای تهویه شده از طریق افزایش هزینهٔ انرژی عضلات تنفسی، زمینه را برای بروز خستگی زودرس فراهم می‌سازد (٤). بنابراین، شناخت عوامل و اقدام در جهت بهبود کارآیی این دستگاه از اهمیت خاصی برخوردار است. شواهد علمی نشان می‌دهد که تمرینات ورزشی می‌تواند در تقویت دستگاه تنفس و ارتقای سطح عملکرد تهویه‌ای سودمند باشد (۳,۵,٦). در این راستا بعضی از پژوهش‌ها با مقایسه حجم‌ها و ظرفیت‌های ریوی ورزشکاران و غیر ورزشکاران در پی مطالعهٔ تأثیر ورزش بوده‌اند.

مطالعات در این زمینه به‌طور کلی حاکی از آن است که نسبت ظرفیت کل ریه (TLC) (۷) و FEV_1 به ظرفیت حیاتی با فشار (FVC) (۸) در ورزشکاران بالاتر از افراد غیر ورزشکار است. هم چنین نشان داده شده است که فعالیت بدنی و کاهش وزن در اثر ورزش عملکرد ریوی را بهبود می‌بخشد (۹,۱۰). در یکی از این مطالعات نشان داده شد که تمرینات هوازی سبب افزایش معنادار حجم ذخیره دمی (IRV)، حجم ذخیره بازدمی (ERV)، حداکثر تهویه ارادی (MVV)، FVC و اوج جریان بازدمی (PEV) گردید (۱۱). سایر شواهد نیز از تأثیر مطلوب تمرینات هوازی بر برخی عملکردهای ریوی در گروه‌های سنّی (۱۲,۱۳) و نژادهای مختلف (١٤) حکایت دارد. البته در یکی از جدیدترین تحقیقات در این زمینه، عملکردهای ریوی در دختران و پسران در اثر یک برنامه تمرین هوازی بدون تغییر ماند در تحقیق مذکور، هالک و شاتاک اثر ۱۲ هفته تمرین را بر عملکرد ریوی مردان و زنان دانشجو بررسی کردند و هیچ تغییری را در تست‌های عملکردی ریه [به جز اوج میزان جریان بازدمی (PEFR) آن هم فقط در مردان] مشاهده نکردند (۱۵).

با نگاه اجمالی به پژوهش‌های مرتبط با دستگاه تنفس می‌توان چنین گفت که بیشتر تحقیقات انجام شده درباره دستگاه تنفس در حیطه پزشکی روی افراد مبتلا به بیماری‌های انسدادی بوده و در حوزه فیزیولوژی ورزش نیز سهم مطالعات مربوط به تأثیر فعالیت بدنی بر عملکرد تهویه ریوی، بیشتر به ورزشکاران (١٤,١٦) و برنامه‌های تمرینات تداومی هوازی (۱۰,۱۱,۱۳) اختصاص داشته است که از این میان، پژوهش‌های مربوط به زنان و تمرینات تناوبی بخش کمی را به خود اختصاص داده است. هم چنین تناقض زیادی در نتایج تحقیقات به چشم می خورد.

بنابراین از آن‌جا که سبک زندگی بی‌تحرک، کارایی عملکردی ریوی را کاهش می‌دهد (۵) و با عنایت به کیفیت آمادگی هوازی که مشخصه سلامت و هماهنگی دستگاه تنفس و قلب و عروق است، تحقیق حاضر با

هدف بررسی تأثیر ۲٤ جلسه برنامه تمرین هوازی تناوبی بر نیمرخ حجم‌ها و ظرفیت‌های ریوی و اوج اکسیژن مصرفی دختران غیرفعال انجام شد.

مواد و روش‌ها

جامعه آماری این تحقیق را دانشجویان دختر تربیت بدنی دانشگاه فردوسی مشهد تشکیل می‌دادند. از بین آن‌ها، ۳۰ نفر که بر اساس تکمیل فرم شرح حال و پرسشنامه سلامت هیچ‌گونه سابقه بیماری قلبی- عروقی، ریوی، ناهنجاری جسمانی، انحراف مشهود ستون فقرات، کف پای صاف، زانودرد و استعمال سیگار نداشتند و فرم رضایت نامه همکاری در کار پژوهشی را امضا کرده بودند؛ شرکت کردند.

در روز اول، آزمودنی‌ها به طور کامل با مراحل انجام آزمون‌ها آشنا شدند. سپس با استفاده از ترازوی پزشکی ایستاده با خطای کمتر از ۰/۱ کیلوگرم و دستگاه قدسنج با خطای کمتر از ۰/۵ سانتی‌متر به ترتیب وزن و قد ایستاده آزمودنی‌ها بر حسب کیلوگرم و سانتی‌متر اندازه‌گیری شد و با ورود داده‌های وزن و قد به اسپیروگرام، شاخص توده بدنی بر حسب کیلوگرم بر مترمربع و سطح رویه بدن بر حسب مترمربع محاسبه شد. در ادامه، آزمودنی‌ها به صورت تصادفی ساده به دو گروه تجربی (۱۵ نفر) و کنترل (۱۵ نفر) تقسیم شدند.

در روز دوم، حجم‌ها و ظرفیت‌های استاتیک و دینامیک ریوی در محل آزمایشگاه توسط دستگاه اسپیرومتری با بر چسب کوارک Quark-Pulmonary Functional Test (PFT) ساخت کشور ایتالیا با دقت و پایایی ۰/۹۸۲ اندازه‌گیری شد؛ به نحوی که پس از آموزش عملی آزمودنی‌ها و تأکید بر حفظ تمرکز و جدیت در اعمال حداکثر تلاش به هنگام آزمایش مانورها یا آزمون‌های ریوی برای هر نفر سه بار با فاصله ۱ تا ۲ دقیقه، آزمون اسپیرومتری (منحنی جریان- حجم) و بعد از پنج دقیقه استراحت دو بار با فاصلهٔ ۲ دقیقه آزمون اسپیرومتری (حداکثر تهویه ارادی) به عمل آمد و بهترین عملکردهای ریوی اعلام، ثبت و داده‌ها ذخیره گردید.

در روز سوم، اوج اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. بدین منظور، از پروتکل اوج اکسیژن مصرفی بروس نصب شده روی تردمیل با برچسب تکنوجیم ساخت کشور ایتالیا و پایایی ۰/۹٦ استفاده شد، به نحوی که گرم کردن و پروتکل بروس به صورت یک برنامه کامل تمرینی توسط دستگاه کنترل و نتایج آن ثبت شد.

پس از اتمام آزمون‌های اولیه به منظور آشنایی هر چه بیشتر گروه تجربی با برنامه تمرینی و توضیح روش کار و نیز نحوه استفاده از ضربان‌سنج جهت کنترل شدت تمرین، یک جلسه توجیهی برگزار شد. طی این جلسه، نحوه بستن کمربند و محل صحیح قرارگیری سنسور، کار با ضربان سنج با برچسب پُلار جهت تعیین ضربان قلب، اندازه‌گیری ضربان قلب استراحت و تمرین به روش لمس شریان، مدت زمان ست‌های تمرین و دستورالعمل‌هایی جهت عملکرد بهتر در طی مراحل فعالیت و استراحت تشریح شد.

سپس از روز چهارم به بعد، گروه تجربی زیر نظر مربی و کارشناس ورزش در طی شش هفته، هر هفته چهار جلسه (در مجموع ۲٤ جلسه)، هر جلسه ٤٥ دقیقه تمرین دوی هوازی تناوبی با شدت ٦٥ تا ۸۰ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره (HRR) در سالن سرپوشیده ورزشی انجام دادند.

شدت دویدن‌ها از طریق ضربان قلب با استفاده از نمایشگر ضربان سنج که روی مچ دست آزمودنی‌ها نصب شده بود، براساس فرمول کارونن و یا نسبتی از HRR که از معادله (۱) محاسبه شده بود، کنترل گردید:

معادله (۱):

ضربان قلب بیشینه (MHR) = سن- ۲۲۰

ضربان قلب ذخیره (HRR) = ضربان قلب استراحت (HR)- ضربان قلب بیشینه (MHR)

ضربان قلب هدف (THR) = HR + (درصد شدت تمرین × HRR)

در این معادله، حداکثر ضربان قلب از تفاضل سن به سال از عدد ۲۲۰ به دست می‌آید و HR میزان ضربان قلب فرد در زمان استراحت می‌باشد و برای به دست آوردن منطقه ضربان قلب هدف (THR) در تمرین از معادله مربوطه استفاده شد.

در این پژوهش، از گروه کنترل خواسته شد طی همین مدت در هیچ برنامه تمرینی مشارکت نداشته باشند. نظر به این‌که اکثر دانشجویان ساکن در خوابگاه دانشجویی بودند، کار نظارت بر گروه‌های تحقیق به آسانی انجام گرفت. در پایان شش هفته مجدداً از هر دو گروه مشابه شرایط آزمون اولیه، آزمون اسپیرومتری و اوج اکسیژن مصرفی به عمل آمد.

پس از ثبت داده‌ها با بهره‌گیری از نرم‌افزار آماری SPSS برای اطمینان یافتن از طبیعی بودن توزیع نمرات و همگنی واریانس‌ها به ترتیب از آزمون کلوموگروف- اسمیرنُف و لِون استفاده شد. هم چنین برای تعیین همسانی دو گروه پیش از اعمال مداخله و مقایسه میانگین‌های بین گروهی متغیرهای اندازه‌گیری شده از روش آماری تی مستقل استفاده شد و نتایج در سطح معناداری P<۰/۰۵ مورد آزمایش قرار گرفت.

یافته‌ها

نتایج آزمون کلوموگروف- اسمیرنُف(K-S) نشان داد که داده های خام مربوط به هر کدام از متغیرها توزیع

جدول ۱: مشخصات آزمودنی‌ها

ویژگی‌ها	گروه تجربی (۱۵ نفر) میانگین	گروه کنترل (۱۵ نفر) میانگین	مقدار t	معناداری
سن (سال)	۲۱/۱۳	۲۰/۹۳	۰/٤۹۲	۰/۶۲۶
وزن (کیلوگرم)	٥٤/٥۳	٥۶/۹۳	-۱/۲۰٥	۰/۲۳۸
قد (سانتی‌متر)	۱٥۷	۱٥۹/۸۶	-۱/٤۷۸	۰/۱٥۱
شاخص تودهٔ بدن (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۲/۰۹	۲۲/۲۶	-۰/۲۱۹	۰/۸۲۸
اندازهٔ سطح بدن(متر مربع)	۱/٥٤	۱/٥۹	-۱/٥۰	۰/۱٤٥

جدول۲: متغیرهای عملکرد ریوی آزمودنی‌ها (مقادیری که پس از مداخله تمرین تغییر معنادار داشته است)

حجم‌ها و ظرفیت‌ها ی ریوی (ایستا و پویا)	گروه‌ها	پیش از تمرین انحراف معیار ± میانگین	پس از تمرین انحراف معیار ± میانگین	مقدار t	سطح معناداری*	درصد تغییرات
حجم ذخیرهٔ بازدمی (لیتر)	تجربی	۱/۱۳±۰/۷۱	۱/۸٤±۰/۷۷	۳/۱	۰/۰۰٤*	۶۲
	کنترل	۱/۲٥±۰/٤۹	۱/۱۳±۰/٤۶			
اوج جریان بازدمی (لیتر در ثانیه)	تجربی	٥/۰۲±۲/۰۳	۸/۳±۲/۹۳	۲/۲۳	۰/۰۳*	۶٥
	کنترل	٥/۶±۱/٥٤	٥/۶۶±۲/۳۸			
حداکثر جریان بازدمی۵۰ درصد (لیتر در ثانیه)	تجربی	٤/٤±۱/۶۹	۶/۷٥±۱/۷۸	۲/۳۶	۰/۰۲٥*	٥۳
	کنترل	٤/۲۹±۱/۰۶	٤/۸۷±۱/۳۳			
حداکثر جریان بازدمی۷٥ درصد (لیتر در ثانیه)	تجربی	٥/۱٤±۱/۸٥	۸/۳٤±۱/۹٤	۲/۹۶	۰/۰۰۶*	۶۲
	کنترل	٥/۲٥±۱/٥٤	٥/۹±۱/۹۶			
حداکثر تهویهٔ ارادی (لیتر در دقیقه)	تجربی	۱٤۰/۹±۳۱/۳٤	۱۹۱/٤±۳۲/۱۹	۲/۳۲	۰/۰۳*	۳٥
	کنترل	۱٤٤/۰٥±۲٥/٥۷	۱٥۰/۳±۲٥/۹۸			
اوج اکسیژن مصرفی (میلی لیتر به کیلوگرم در دقیقه)	تجربی	۲۹/۷±۶/٥	۳۶/٥۰±۶/۰	۹/۳٤	۰/۰۰۱*	۲۳
	کنترل	۲۹/۶±٤/۷	۳۱/۳±٥/۷			

* سطح معناداری P<۰/۰٥ در نظر گرفته شده است.

جدول۳: متغیرهای عملکرد ریوی آزمودنی ها (مقادیری که پس از مداخله تمرین تغییر معنادار نداشته است)

حجم‌ها و ظرفیت‌ها ی ریوی (ایستا و پویا)	گروه‌ها	پیش از تمرین انحراف معیار ± میانگین	پس از تمرین انحراف معیار ± میانگین	مقدار t	سطح معناداری*	درصد تغییرات
حجم جاری	تجربی	۰/۵۳±۰/۱۵	۰/۵۳±۰/۱۲	۱/۵۳	۰/۱٤	۰
(لیتر)	کنترل	۰/۶٤±۰/۲۱	۰/۵۷±۰/۲٤			
حجم ذخیرهٔ دمی	تجربی	۲/۱۷±۰/۳٤	۲/۵٤±۰/۳۷	۱/۰۷	۰/۲۹	۱۷
(لیتر)	کنترل	۲/۰۶±۰/٤٤	۲/۲۰±۰/۶٤			
حجم بازدمی با فشار در ثانیهٔ اول (لیتر)	تجربی	۳/۳۱±۰/۸۰	٤/٤۳±۰/۶۳	۱/۳	۰/۲۰	۳۳
	کنترل	۳/٤۷±۰/٤۹	۳/۵۹±۰/۸۲			
ظرفیت حیاتی با فشار	تجربی	۳/۶۸±۰/۸۷	٤/۸۲±۰/۵۸	۱/۵	۰/۱۳	۳۰
(لیتر)	کنترل	٤/۱۸±۰/۶۷	٤/۲۵±۰/۹۲			
اوج جریان دمی	تجربی	۱/۱۲±۰/۷۸	۱/۳۹±۰/۵۵	۰/۳۲	۰/۷۵	۲٤
(لیتر در ثانیه)	کنترل	۱/۲۶±۰/۸۰۵	۱/۳۲±۰/۹۵			
نقطهٔ میانی جریان بازدمی با فشار۲۵ تا	تجربی	٤/۰۱±۱/٤۵	۵/۱۲±۱/۶۰	۰/۶۳	۰/۵۳	۲۷
۷۵ درصد (لیتر در ثانیه)	کنترل	۳/۹±۱/۰۸	٤/۶۵±۱/۲۲			
حداکثر جریان بازدمی۲۵ درصد	تجربی	۲/۷۸±۰/۱	۳/۷۲±۱/۱۲	۱/۷۷	۰/۰۸	۳۲
(لیتر در ثانیه)	کنترل	۲/۵۸±۱/۱۹	۲/۶۸±۰/۹۱			
نسبت حجم بازدمی با فشار در ثانیهٔ اول	تجربی	۰/۹۰±۰/۰۶	۰/۹۱±۰/۰۶	۰/۰۹	۰/۹۳	۱
به ظرفیت حیاتی (لیتر)	کنترل	۰/۸٤±۰/۰۸	۰/۸۵±۰/۱۲			

* سطح معناداری P<۰/۰۵ در نظر گرفته شده است.

طبیعی دارند. هم‌چنین نتایج آزمون لِون همگنی واریانس-ها را تأیید کرد. مقادیر تی مستقل نشان داد که پیش از اعمال مداخله تفاوت میانگین‌های هر دو گروه تجربی و کنترل از نقطه نظر مشخصات سن، وزن، قد، شاخص تودهٔ بدن و اندازه سطح بدن معنادار نیست و هر دو گروه از نظر مشخصات فوق همگن هستند (جدول ۱).

آزمون آماری تی مستقل، مقایسه اختلاف میانگین حجم‌ها و ظرفیت‌های ریوی استاتیک و دینامیک دو گروه تجربی و کنترل پیش و پس از تمرین هوازی تناوبی نشان می‌دهد؛ با این که پس از انجام برنامه دوی هوازی تناوبی حجم جاری تغییری نداشت؛ حجم ذخیره دمی ۱۷ درصد، حجم بازدمی با فشار در ثانیه اول ۳۳ درصد، ظرفیت حیاتی با فشار ۳۰ درصد، اوج جریان دمی ۲٤ درصد، نقطه میانی جریان بازدمی ۲۷ درصد، حداکثر جریان بازدمی در نقطه ۲۵ درصد، ۲۲ درصد و نسبت حجم بازدمی با فشار در ثانیه اول به ظرفیت حیاتی یک درصد تغییرات افزایشی داشته‌اند اما از نقطه نظر آماری این تفاوت‌ها معنادار نبوده‌اند (P>۰/۰۵)(جدول ۲و۳).

این در حالی است که تغییرات افزایشی حجم ذخیره بازدمی، اوج جریان بازدمی، حداکثر جریان بازدمی در نقطه ۵۰ درصد، حداکثر جریان بازدمی در نقطه ۷۵ درصد و حداکثر تهویه ارادی معنادار بوده است (P<۰/۰۵). به عبارت دیگر، شش هفته تمرین دوی هوازی تناوبی توانسته است حجم ذخیره بازدمی را ٦۲ درصد، اوج جریان بازدمی را ٦۵ درصد، حداکثر جریان بازدمی را در نقاط ۵۰ و ۷۵ درصد به‌ترتیب ۵۳ و ٦۲ درصد و حداکثر تهویه ارادی را به میزان ۳۵ درصد افزایش و بهبود ببخشد. هم چنین آزمون آماری تی مستقل نشان داد که تغییرات افزایشی اوج اکسیژن مصرفی در گروه تجربی معنادار بوده است (P<۰/۰۵).

بحث

مطالعه پاسخ‌های قلبی- تنفسی به ورزش از طریق به کارگیری روش‌های غیرتهاجمی برای ارزیابی اثربخشی

برنامه‌های تمرین با هدف سلامتی، درمانی و نوتوانی از اهداف اصلی این پژوهش بود. با توجه به یافته‌های این پژوهش، شش هفته تمرین دوی هوازی تناوبی بر TV تأثیر معناداری نداشت. معمولاً حجم جاری استراحت در بزرگسالان متوسط ۰/۵ لیتر می‌باشد که این مقدار تقریباً مساوی ۱۵ درصد VC در هنگام استراحت است (۳). در این پژوهش، نسبت TV به VC استراحت پیش از اجرای برنامه تمرینی به ترتیب در گروه تجربی و کنترل ۰/۱٤٤ و ۰/۱۵۳ لیتر بود. این مقادیر پس از انجام برنامه تمرین دوی هوازی تناوبی به ترتیب در گروه تجربی و کنترل به ۰/۱۰۹ و ۰/۱۳٤ لیتر کاهش داشت. با توجه به این که تمرین دوی هوازی تناوبی تأثیری بر مقادیر TV نداشت. کاهش نسبت TV به VC پس از اجرای برنامه تمرینی به تنهایی می‌تواند نتیجه افزایش مقادیر VC باشد. در راستای نتایج عطارزاده و همکاران (۱۱)، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که با در نظر داشتن جنسیت و سن آزمودنی‌ها هر دو تمرین هوازی تناوبی و پیوسته با شدت ٦۵ تا ۸۰ درصد HRR تأثیری بر حجم جاری استراحت ندارد.

بر اساس نتایج پژوهش حاضر، میانگین IRV و PIF به ترتیب ۱۷ و ۲٤ درصد افزایش داشته است؛ اما این افزایش به لحاظ آماری معنادار نبود. این یافته با نتایج تحقیقات عطارزاده و همکاران و کوردین و همکاران همخوانی نداشت (۱۱,۱۷). این احتمال وجود دارد که علت ناهمخوانی تفاوت در نوع و ماهیت ورزش باشد. در مطالعه عطارزاده و همکاران تمرین از نوع تداومی بود. صرف نظر از این که هر دو تمرین تناوبی و تداومی با شدت یکسان ٦۵ تا ۸۰ درصد HRR انجام شد؛ شاید ماهیت تداومی بودن تمرینات نسبت به تمرینات تناوبی، بار کاری بیشتری بر عضلات دمی وارد نموده و موجبات تقویت بهتر نیروهای اتساعی قفسه سینه و افزایش استقامت آن‌ها را فراهم نموده است.

در این راستا، در مطالعه کوردین و همکاران گزارش شده که ظرفیت دمی شناگران به‌طور معناداری از گروه کنترل همسان و دوندگان بالاتر بوده است (۱۷). در مطالعه کوردین و همکاران احتمالاً مقاومت آب به‌عنوان یک نیروی بازدارنده در برابر نیروی اتساعی قفسه سینه باعث افزایش فزاینده توان عضلات دمی شناگران و در پی آن افزایش IRV و PIF شده است.

به‌طور کلی، مقادیر IRV و PIF همانند سایر حجم‌ها، بازتابی از خواص استاتیکی دستگاه تنفس هستند؛ به عبارت دیگر، چگونگی تعامل نیروهای الاستانس (ارتجاعی) و کومپلیانس (اتساعی) بافت قفسه سینه و ریه‌هاست که مقادیر حجمی و ظرفی ریه‌ها را تعیین می‌کند (۱۸,۱۹). عملکرد مطلوب عضلات دمی (بین دنده‌ای خارجی و دیافراگم) موجب اتساع قفسه سینه شده و همزمان با افزایش حجم قفسه سینه اختلاف فشار حبابچه‌ای و فضای جنبی کاهش یافته و در نتیجه نیروی اتساعی بر ارتجاعی برتری یافته و سبب می‌شود تا حجم درون ریوی با سرعت از هوا پُر شود. لذا افزایش ۲٤ درصدی مقادیر PIF در گروه تجربی از ۱/۱۲ به ۱/۳۹ لیتر در ثانیه می‌تواند گویای این واقعیت باشد که در اثر انجام برنامه تمرینی، هماهنگی عصبی- عضلانی و قدرت عضلات دمی افزایش می‌یابد (٦).

طبق نتایج پژوهش حاضر، تمرین هوازی تناوبی باعث افزایش معنادار ERV به میزان ٦۲ درصد شد. علت این امر را می‌توان به هماهنگی عصبی- عضلانی و فعالیت بیشتر عضله دیافراگم نسبت داد. قابل توجه این که مشخصه ضعف عضلهٔ دیافراگم، کاهش ۲۵ درصدی FVC از وضعیت ایستاده به خوابیده است (۲۰). مانور FVC و FEV1 از مهم‌ترین مانورهای عملکردی ریه هستند. هر عاملی که سبب تغییر TLC و RV شود، مقادیر FVC تغییر می‌کند. وجود انسداد در مجاری هوایی یا ضعف عضلات تنفسی شامل دیافراگم، عضلات بین دنده‌ای و گروه عضلات شکمی مقادیر FVC و FEV1 را تغییر می‌دهند.

با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر، FVC و

FEV1 به ترتیب ۳۰ و ۳۳ درصد افزایش داشت؛ اما این تغییرات به لحاظ آماری معنادار نبودند. این یافته با نتایج تحقیق عطارزاده و همکاران مطابقت داشت (۱۱). لاکرا و همکاران (۲۱)، واتسون (۸)، هوانگ و اوزنز (۱۳) و مورو (۱۶) پیش تر در مطالعات خود افزایش در حجم‌های مذکور متعاقب تمرین را گزارش کرده بودند. افزایش حجم باقیمانده در نتیجه ضعف عضلات بازدمی و نیز اختلالات عصبی- عضلانی به همراه کاهش قابلیت ارتجاعی ریه و محدود شده از عوامل کاهش دهنده مقادیر FVC هستند. در همین راستا، میانگین نسبت FEV_1 به FVC هر دو گروه تجربی و کنترل به ترتیب ۹۱ و ۸۵ درصد گزارش شد.

از آن‌جا که در پژوهش حاضر، هر دو مقدار FEV_1 و FVC در اثر تمرین به یک اندازه افزایش داشت؛ بنابراین، نسبت FEV_1 به FVC تفاوت چندانی نکرد. از طرفی، نسبت FEV_1 به FVC آزمودنی‌ها به بیش از ۸۵- ۷۵ درصد مقادیر پیشنهاد شده برای افراد بالغ و سالم، خود حاکی از عملکرد مطلوب تهویه‌ای افراد می‌باشد. در هر حال، نتایج پژوهش حاضر، نشان داد که برنامه تمرین هوازی تناوبی بر نسبت FEV_1 به FVC تأثیر معناداری ندارد. این یافته با نتایج تحقیقات هاینس و ویبلی (۲۲) و تامان و همکاران (۵) مطابقت داشت. هاینس و ویبلی با تحقیق بر روی ۶۰۵ پسر و ۵۶۶ دختر ۱۵-۹ ساله استرالیایی ضمن تأیید رابطه همبستگی بین توان هوازی با هر کدام از مقادیر FVC و FEV1 رابطه معناداری بین توان هوازی با نسبت FEV_1 به FVC پیدا نکرد (۲۲). همچنین در مطالعه تامان و همکاران، نه ماه برنامه تمرین شدید آماده سازی (شامل تمرینات دو و قدرتی سنگین) تغییری در نسبت FEV_1 به FVC ایجاد نکرد (۵).

در بین مانورهای تنفسی، MVV بیشتر به عنوان یک تست پویایی ظرفیت تهویه‌ای مطرح است، به طوری که کاهش MVV در بیماران عصبی- عضلانی و قلبی و نیز مبتلایان به انسداد و یا تنگی مجاری هوایی، قابل مشاهده است. لذا از این جهت، مقدار MVV به ظرفیت و توان ورزشی فرد و نیز محدودیت تنگی نفس وابسته است. در یک فرد بزرگسال سالم، مقدار MVV ۴۰ برابر FEV_1 است (۲۳,۲۴). در پژوهش مذکور که نسبت MVV به ترتیب در گروه تجربی و کنترل ۴۲ و ۴۱ برابر FEV_1 گزارش شد که تأییدی بر سلامت تنفسی دختران دانشجو بود. این مقادیر پس از انجام برنامه تمرین دوی هوازی تناوبی در گروه تجربی به بیش از ۴۵ برابر و در گروه کنترل به ۴۲ برابر رسید. در واقع، انجام ۲۴ جلسه دوی هوازی تناوبی توانست مقادیر MVV را در افراد گروه تجربی به ترتیب از ۱۴۱ به ۱۹۱ لیتر در دقیقه یعنی معادل ۳۵ درصد مقدار اولیه افزایش دهد. یافته این پژوهش با نتایج مطالعات هیل و همکاران (۲۵)، میاچی و شیبایاما (۲۶)، لاکرا و همکاران (۲۱) و تامان و همکاران (۵) همسو بود.

از آن‌جا که MVV عبارت است از بزرگ‌ترین تهویه دقیقه‌ای که می‌تواند در وضعیت استراحتی به دست آید، بزرگ‌ترین تهویه دقیقه‌ای در زمان ورزش در بزرگسالان اعم از زن و مرد تقریباً ۷۵ درصد MVV است. این موضوع نشان می‌دهد که ظرفیت تهویه‌ای در زمان فعالیت درمانده ساز تحت فشاری بیش از حداکثر مجازش قرار نمی‌گیرد (۳). لذا این مطلب هم برای افراد سالم و هم برای درمان بیماران انسداد ریوی می‌تواند حائز اهمیت باشد، چرا که تمرین درمانی ویژه برای این بیماران مفید است و از طریق ورزش ها و تمریناتی که عضلات تنفسی را در هر دو گروه افراد طبیعی و بیماران ریوی به کار وامی‌دارد، می‌توان قدرت و استقامت عضلات تنفسی را و در نتیجه MVV را افزایش داد.

همچنین نتایج نشان داد که شاخص اوج اکسیژن مصرفی آزمودنی‌های گروه تجربی پیش و پس آزمون به ترتیب از ۶/۵±۲۹/۷ به ۶/۰±۳۶/۵ میلی‌لیتر به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در دقیقه افزایش یافت. مقایسه تفاوت

بین گروهی ضمن تأیید معنادار بودن تغییرات افزایشی بیان‌گر آن است که مقادیر VO2peak آزمودنی‌های گروه تجربی پس از انجام شش هفته تمرینات تناوبی هوازی به میزان ۲۳ درصد افزایش داشته که از سوی دیگر، تأییدی بر مداخله مؤثر برنامه تمرینی است. این یافته پیش تر در مطالعات ندر و همکاران تأیید شده است (۲۷). آن‌ها با مطالعه بر روی ۱۰۰ آزمودنی (۵۰ زن و ۵۰ مرد) غیر سیگاری با دامنه سنّی ۸۰-۲۰ سال دریافتند که همبستگی معناداری بین شیوه زندگی، فعالیت ورزشی منظم و حداکثر توان هوازی با قدرت عضلات اسکلتی و تنفسی و مقادیر مانورMVV وجود دارد (۲۷). نتایج مطالعات چنگ و همکاران (۱۰) و کارا و همکاران (۲۱) نیز در همین راستا می‌باشد.

بر اساس تحقیقات FEV_1 به‌عنوان یک پیش بینی کننده مستقل طول عمر و ابزاری به عنوان ارزیابی کننده سلامت عمومی انسان معرفی شده است (۱). در این مطالعه FEV_1 افزایش داشت ولی افزایش آن از لحاظ آماری معنادار نبود. در بیان علت تغییرات یا عدم تغییرات تست های عملکردی ریه نتایج تحقیقات کاملاً با هم متناقض است. در حالی که در مطالعه تامان و همکاران انجام تمرینات شدید نظامی (پنج ساعت در روز به مدت نه ماه) باعث افزایش معنادار FEV_1 گردید و بنابراین مکانیسم افزایش شدت بالای تمرینات عنوان می‌شود (۵). در تحقیق هالک و فاتاک، ۱۲ هفته تمرین شدید دویدن (۱۰ جلسه در هفته) در دختران و پسران دانشجو فقط توانست PEFR را (فقط در پسران) افزایش دهد و سایر متغیرهای عملکردی ریه بدون تغییر ماند (۱۵). این امر خود لزوم تحقیقات بیشتر در این حوزه را روشن می‌سازد. ولی به هر حال پیشنهاد شده است به ویژه در مورد دختران باید تمرینات از مدت و شدت بیشتری برخوردار باشند (۱۵)، به طوری که برخی تحقیقات حداقل مدت تمرین هشت هفته را توصیه کرده‌اند (٦). ولی در مطالعه حاضر به علت محدودیت هایی که وجود داشت، تمرینات فقط به مدت شش هفته انجام شد. بنابراین پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده از برنامه‌های تمرینی با شدت‌ها و مدت‌های مختلف در هر دو جنس مورد استفاده قرار گیرند تا شدت و مدت بهینه تمرین به دست آید.

به طور کلی، با انجام ورزش فعالیت متابولیکی افزایش یافته و برای پاسخگویی به آن، باید هر دو دستگاه تهویه‌ای و قلبی از طریق افزایش همزمان تهویه دقیقه‌ای و برونده قلبی عمل کنند (۳). بدیهی است که هر گونه ناکارآمدی این دستگاه‌ها، عملکرد کلی بدن را با مشکل مواجه می‌سازد (٤). از آن‌جا که برنامه تمرینی بر بیشتر حجم‌های مرتبط با بازدم نظیر ERV، FEV_1، PEF، FVC و MEF50-75%FVC تأثیر بارزی دارد، می‌توان نتیجه گرفت که برنامه تمرینی باعث افزایش توانمندی و هماهنگی عضلات تنفسی به‌ویژه عضلات بازدمی شده است.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد برای حمایت مالی و همکاری صمیمانه آقای وحید عنوانی مسئول آزمایشگاه فیزیولوژی ورزشی تشکر و قدردانی می‌شود.

References

1. Schünemann HJ, Dorn J, Grant BJ, Winkelstein W JR, Trevisan M. Pulmonary function is a long-term predictor of mortality in the general population 29-year follow-up of the Buffalo Health study. Chest. 2000;118(3):656-64
2. McArdle W, Katch F, Katch V. Exercise physiology energy, nutrition, and Human performance. 7th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, WoltersKluwer Health; 2010.

3. Robergs RA, Keteyian SJ, Keteyian S. Fundamentals of exercise physiology: For fitness, performance, and health. 2th ed. New York: McGraw-Hill Higher Education; 2002.
4. Lazarus R, Sparrow D, Weiss ST. Effects of obesity and fat disteribution on ventelatory function. Chest. 1997; 111(4):891-8.
5. Thaman RG, Arora A and Bachhel R. Effect of physical training on pulmonary function tests in border security force trainees of India. J Life Sci. 2010; 2(1): 11-5
6. Troosters T, Gosselink R, Janssens W, Decramer M. Exercise training and pulmonary rehabilitation: new insights and remaining challenges. Eur Respir Rev. 2010, 1;19(115):24-9.
7. Armour J, Donnelly PM, Bye PT. The large lungs of elite swimmers: an increased alveolar number? Eur Respir J. 1993; 6(2):237-47.
8. Watson AW. Physical and fitness characteristics of successful gaelic footballer. Br J Sports Med. 1995; 29(4): 229–31.
9. Womack CJ, Harris DL, Katzel LI, Hagberg JM, Bleeker ER, Goldberg AP. Weight loss, not aerobic exercise, improves pulmonary function in older obese men. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2000; 55(8):M453-7
10. Cheng YJ, Macera CA, Addy CL, Sy FS, Wieland D, Blair SN. Effects of physical activity on exercise tests and respiratory function. Br J Sports Med. 2003;37(6):521-8.
11. Attarzadeh SR, Hejazi SM, Soltani H. The effects of selected aerobic exercise program on pulmonary volumes and capacities of non-athlete male students. Abstracts of the 5th International congress on physical education and sport sciences. 2006 Feb. 21-23, Thehran, Iran. (Persian)
12. Kara B, Pinar L, Uğur F, Oğuz M. Correlations between aerobic capacity, pulmonary and cognitive functioning in the older women. Int J Sports Med. 2005; 26(3):220-4.
13. Huang G, Osnesse, WH. Changes in pulmonary function response to a 10 week controlled exercise programs In sedentary elderly adults. Percept Mot Skills. 2005; 100(2):394-402
14. Higgins M, Keller JB, Wagenknecht LE, Townsend MC, Sparrow D, Jacobs DR Jr, Hughes G. Pulmonary function and cardiovascular risk factor relationship in black and in white young men & women. Chest. 1991;99(2):315-22.
15. Hulke SM, and Phatak MS. Effect of endurance training on lung function: a longitudinal study. Int J Biol Med Res. 2011; 2(1): 443-6
16. Morrow JR, Van Handel PJ, and Bradley PW. Development of Valid Pulmonary Function Equations for Trained Athletes. Int J Sports Med 1989; 10 (1)43-7.
17. Cordain L, Tucker A, Moon D, Stager JM. Lung volume and maximal respiratory pressure in collegiate swimmers and runners. Res Q Exerc Sport. 1990;61(1):70-4.
18. West JB. Respiratory physiology: the essentials, 8th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 2008.
19. Altose MD. Pulmonary mechanics. In: Fishman AP, Elias JA, editors. Pulmonary Diseases and Disorders.3rd ed. New York: McGraw-Hill, 1998, pp 149-162
20. Kosinski MA. Pulmonary-respiratory therapy secrets, 2nd Edition. CHEST. 2003; 124(4):1625-26.
21. Lakhera SC, Kain TC, Bandopadhyay P. Changes in lung function during adolescence in athletes and non-athletes. Journal Sports Med Phys Fitness. 1994; 34: 258-62.
22. Hains DA, Wibly K. Relationship between lung function and physical fitness in 9 to 15 years old Australian children. Aus J Sci Med Sport. 1993; 23(2): 42- 46.
23. Murray JF, Nadel JA. Pulmonary function testing. In: Murray JF, Nadel JA, editors. Textbook of respiratory medicine. 3rd ed. Philadelphia :Saunders;2000.pp. 782- 859.
24. Krapo JD, Glassroth J, Karlinsky J, King TE. Pulmonary function testing. In: Baum GL, Crapo JD, editors. Baum's testbook of Pulmonary disease. 7th ed. Philadelphia : Lippincott Williams & Wilkins, 2004. Pp. 35-46.
25. Hill NS, Jacoby C, Farber HW. Effect of an endurance triathlon on pulmonary function. Med Sci Sports Exerc. 1991;23(11):1260-4.
26. Miyachi M and Shibayama H. Ventilatory capacity and exercise-induced arterial desaturation of highly trained endurance athletes. Ann Physiol Anthropol. 1992; 11(3):263-7.
27. Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests: Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. Braz J Med Biol Res. 1999;32(6):719-27.

Changes in Pulmonary Function and Peak Oxygen Consumption in Response to Interval Aerobic Training in Sedentary Girls

Attarzadeh Hosseini SR., Ph.D
Assistant Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Hojati Oshtovani Z., MSc
Faculty Member, Department of Physical Education, Torbat Heydarieh Branch, Islamic Azad University, Torbat Heydarieh, Iran.

Soltani H., MSc
Faculty Member, Department of Physical Education, Torbat Heydarieh Branch, Islamic Azad University, Torbat Heydarieh, Iran.

Hossein Kakhk SA., Ph.D
Assistant Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Tarbiat Moallem University of Sabzevar, Sabzevar, Iran

Received:07/08/2011**, Revised:**20/09/2011**, Accepted:**29/11/2011

Correspondence:
Dr. Seyyed Reza Attarzadeh Hosseini, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
E-mail: attarzadeh@um.ac.ir

Abstract

Background and objective: There is a significant relationship between pulmonary function and general health and mortality. The matching between ventilation and perfusion is an effective factor in pulmonary function. This study investigated the effect of 24 sessions of interval aerobic training on pulmonary volumes and capacities and maximal oxygen consumption in sedentary girl students.

Materials and methods: In this experimental study with pre- and post-test design, 30 healthy sedentary girl students were selected and randomly allocated to experimental (N = 15) or control (N = 15) groups. The experimental group performed 24 sessions of 45-minute interval aerobic running while the control group had no training program. Before and after the training program, pulmonary volumes and capacities and peak oxygen consumption were evaluated via spirometry tests and Bruce treadmill protocol, respectively.

Results: Exercise training resulted in 62% increase in ERV ($p = 0.004$), 65% increase in PEV ($p = 0.03$), 35% increase in MVV ($p = 0.03$), and 23% increase in VO2max ($p = 0.001$). Also, training had no significant effect on TV, IRV, FVC, PIV, and FEV1/FVC. In spite of increase in TV, IRV, and FEV1, FVC, PIV, MEF-25%FVC, FMEF-25%-75%FVC, and FEV1/FVC, training had no significant effect on these variables. However, the effect of training on the increase of ERV, PEF, MEF-50%FVC, MEF-75%FVC, MVV and VO2peak was significant ($p < 0.05$).

Conclusions: Aerobic training in young girls improves capability and coordination of respiratory muscles, especially expiratory muscles, and causes improvement in lung function via increasing some lung volumes and capacities. ***(Quarterly Journal of Sabzevar University of Medical Sciences, Volume 19, Number 1, pp.42-51).***

Keywords: *Aerobic Exercise; Pulmonary Function Tests; Female*