

The comparison of the responses of lung function indices to aerobic and anaerobic exercises in polluted air

Shavandi N¹, Saremi A¹, Moeeni L², Parastesh M^{3*}, Ghorbani A³, Heidarpour RA⁴

1- Assistant Professor, PhD of Sport Physiology, Department of Physical Education, Arak University, Arak, Iran

2- Assistant Professor, Pulmunology Specialist, Department of Internal Medicine, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran

3- MSc of Physical Education and Sport Sciences, Arak University, Arak, Iran

4- MSc of Sport Pathology, Arak University, Arak, Iran

Received 24 Oct 2009 Accepted 6 Jan 2010

Abstract

Background: The aim of the present study was to determine the response of lung function indices to aerobic and anaerobic exercises in polluted air.

Materials and Methods: In this quasi-experimental study, 20 healthy men were randomly divided into two equal groups; experiment and control. The experiment group initially had one session of aerobic exercise and after a three-week break, received one session of anaerobic exercise on ergometer bicycle in polluted air. The control group did the same kind of exercise in healthy clean air. Lung function tests were run before, right after (the first post-test), and 24 hours after the exercises (the second post-test).

Results: Aerobic exercise in unhealthy polluted air resulted in the significant reduction of FEV1, FVC, and FEF25-75% indices in the first and second post-tests. Following anaerobic exercises in polluted air, a significant decrease was observed in FVC and FEF25-75% indices in both the first and second post-tests. FEV1 and FEF25-75% indices in the first and second post-tests, and FEV1 and FVC indexes in the second post-tests underwent a remarkably greater reduction following aerobic exercise.

Conclusion: While aerobic physical exercise in polluted air caused a reduction in the lung function indices (FEV1, FVC and FEF25-75%) in the first and second post-tests, it seemed that anaerobic exercises in polluted air induced a significantly smaller reduction in FEV1 and FEF25-75% in the first and second post tests, and FEV1/FVC in the second post test.

Keywords: Aerobic exercise, Air pollution, Anaerobic exercise, Lung function

*Corresponding author:

Email: mohamad.parastesh@gmail.com

Address: Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Humanities, Arak University, Arak, Iran

مقایسه پاسخ شاخص‌های عملکرد ریوی به فعالیت هوازی و بی‌هوازی در هوای آلوده

دکتر نادر شوندی¹، دکتر عباس صارمی¹، دکتر لطیف معینی²، محمد پرستش^{3*}، اکبر قربانی³، رحمت‌الله حیدرپور⁴

1- استادیار، دکترای فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی، دانشگاه اراک، اراک، ایران

2- استادیار، فوق تخصص ریه، گروه داخلی، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران

3- کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه اراک، اراک، ایران

4- کارشناس ارشد آسیب‌شناسی ورزشی، دانشگاه اراک، اراک، ایران

تاریخ دریافت 88/8/2، تاریخ پذیرش 88/10/16

چکیده

زمینه و هدف: هدف تحقیق حاضر تعیین پاسخ شاخص‌های عملکرد ریوی به فعالیت هوازی و بی‌هوازی در هوای آلوده بود.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق نیمه تجربی 20 مرد سالم به صورت تصادفی به دو گروه مساوی فعالیت و کنترل تقسیم شدند. در گروه فعالیت ابتدا یک جلسه فعالیت هوازی و پس از سه هفته استراحت، یک جلسه فعالیت بی‌هوازی در هوای آلوده روی دوچرخه کارسنج انجام شد. گروه کنترل همین جلسات فعالیت را در شرایط هوای سالم انجام دادند. آزمون عملکرد ریوی قبل، بلافاصله (پس از آزمون اول) و 24 ساعت بعد (پس از آزمون دوم) از اجرای هر فعالیت به عمل آمد.

یافته‌ها: فعالیت هوازی در هوای آلوده باعث کاهش معنی‌دار شاخص‌های ظرفیت حیاتی اجباری (FVC)، حجم بازدم فعال در ثانیه اول (FEV1) و جریان بازدمی حداکثر بین 25 تا 75 درصد ظرفیت حیاتی (FEF 25 تا 75 درصد) در پس آزمون اول و دوم گردید. متعاقب فعالیت بی‌هوازی در هوای آلوده FVC و FEF 25 تا 75 درصد در پس آزمون اول و دوم و FEV1 در پس آزمون اول کاهش معنی‌داری یافت. متعاقب فعالیت هوازی شاخص‌های FEV1 و FEF 25 تا 75 درصد در پس آزمون اول و دوم و FEV1/FVC در پس آزمون دوم بیشتر دچار افت شدند.

نتیجه گیری: در حالی که انجام فعالیت بدنی هوازی در هوای آلوده باعث کاهش شاخص‌های عملکرد ریوی از جمله (FVC، FEV1 و FEF 25 تا 75 درصد در پس آزمون اول و دوم می‌شود، اما به نظر می‌رسد فعالیت بی‌هوازی در هوای آلوده باعث کاهش کمتری در شاخص‌های FEF 25 تا 75 درصد و FEV1 در پس آزمون اول و دوم و FEV1/FVC در پس آزمون دوم می‌گردد.

واژگان کلیدی: فعالیت هوازی، هوای آلوده، فعالیت بی‌هوازی، عملکرد ریوی

*نویسنده مسئول: اراک، دانشگاه اراک، دانشکده علوم انسانی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی

Email: mohamad.parastesh@gmail.com

مقدمه

عوارض ناشی از حضور در هوای آلوده می تواند برای مدت زمان نسبتاً طولانی (حداقل 24 ساعت) پایدار باشد (11). با مرور مطالعات گذشته به نظر می رسد ماندگاری تأثیر فعالیت بدنی در هوای آلوده کمتر مورد توجه قرار گرفته شده است، از این رو یکی دیگر از اهداف مطالعه حاضر تعیین ماندگاری (24 ساعت پس از تمرین) اثرات فعالیت بدنی در هوای آلوده بر شاخص های عملکرد ریوی بود.

مواد و روش ها

تعداد 20 مرد جوان سالم با میانگین سنی $22/4 \pm 0/4$ سال پس از اعلام فراخوان در سطح دانشگاه اراک جهت شرکت در مطالعه حاضر انتخاب شدند (جدول 1).

جدول 1. مشخصات فردی آزمودنی های شرکت کننده در تحقیق

کنترل میانگین (انحراف معیار)	تمرین میانگین (انحراف معیار)	
(0/55)22/8	(0/40)22/4	سن (سال)
(2/1)179/5	(1/3)176/1	قد (سانتیمتر)
(2/13)75/30	(1/3)71/4	وزن (کیلوگرم)

قبل از ورود، افراد با هدف و خطرات احتمالی تحقیق آشنا شدند و نسبت به تکمیل پرسشنامه های رضایت شرکت در تحقیق، فعالیت بدنی و تاریخچه پزشکی اقدام نمودند. آزمودنی هایی که سابقه هرگونه بیماری نظیر قلبی-تنفسی و اسکلتی عضلانی را داشتند از مطالعه خارج شدند. روش تحقیق از نوع نیمه تجربی بود که به صورت میدانی و با طرح پیش آزمون- پس آزمون و کنترل شده با گروه شاهد انجام شد. آزمودنی های واجد شرایط به صورت تصادفی به دو گروه تمرین (10 نفر) و کنترل (10 نفر) تقسیم شدند. قبل از قرار گرفتن در محیط، پیش آزمون عملکرد ریوی توسط اسپرومتر و آنالیزور گازهای تنفسی (Quark b2 کشور ایتالیا) به عمل آمد. گروه کنترل در محیط سالم با (Pollution Standard Index) PSI برابر 60 و گروه تجربی در محیط آلوده ناسالم با PSI برابر 150 فعالیت هوازی را روی دوچرخه کارسنج (Technogym

مطالعات همه گیرشناسی نشان می دهند که افزایش غلظت ذرات معلق و گازهای سمی قابل استنشاق در هوا باعث افزایش تعداد مراجعین به بیمارستان ها، بروز عوارض حاد دستگاه تنفسی، کاهش ظرفیت های تنفسی و افزایش مرگ و میر در مردم می شود (1). به طوری که مطالعات گوناگون نشان می دهند که رابطه مستقیمی بین امراض تنفسی و آلودگی های هوا وجود دارد. بر اساس آمارهای به دست آمده هر ساله در حدود 800000 نفر در جهان بر اثر امراض مرتبط با آلودگی هوا جان می بازند (2).

از سویی پرداختن به فعالیت بدنی منظم نقش به سزایی در سلامت عمومی از جمله کارکرد دستگاه قلبی-تنفسی انسان دارد (3). با افزایش میزان فعالیت بدنی، شدت تنفس افزایش یافته و هوای بیشتری وارد ریه می گردد، این روند ممکن است منجر به افزایش خطر جذب آلاینده ها از طریق تنفس گردد (4). به هر حال بهره مندی از مزایای ورزش همگانی، زمانی بهینه خواهد بود که ورزش و فعالیت های بدنی با در نظر گرفتن ملاحظات بهداشتی، از جمله شرایط محیطی مناسب انجام شود (5). از این رو فرضیه ای مطرح است که آلودگی هوا ممکن است تأثیر مفید ورزش بر سلامتی را دچار محدودیت کند (6، 7) به گونه ای که در محدود مطالعات انجام گرفته گزارش شده است فعالیت بدنی از نوع هوازی در محیط آلوده باعث کاهش عملکرد ریوی می شود (6، 8). بر اساس اطلاعات ما به نظر می رسد تحقیقی در زمینه اثرات فعالیت بی هوازی در هوای آلوده بر عملکرد ریوی صورت نگرفته است. بسیاری از فعالیت های روزمره ما غالباً از نوع فعالیت های بی هوازی تکراری مانند بالا رفتن از پله و سریع دویدن برای رسیدن به اتوبوس است (9). فعالیت های بی هوازی بخش مهمی از برنامه فعالیتی اکثر ورزشکاران را تشکیل می دهد. با در نظر گرفتن این حقیقت که راه های تولید انرژی و پاسخ های تهویه ای دو شیوه فعالیتی هوازی و بی هوازی متفاوت است (10)، در تحقیق حاضر ما در پی آن بودیم که تأثیر این دو نوع روش فعالیت را در محیط آلوده بر عملکرد دستگاه تنفسی سنجیده و با هم مقایسه نماییم.

گزارش اداره حفاظت از محیط زیست شهرستان اراک در سال 1387). مطالعه حاضر نیز تحت نظارت و تأیید کمیسیون پژوهشی دانشگاه اراک انجام گردید.

در تحقیق حاضر از آمار توصیفی برای به دست آوردن شاخص های میانگین و انحراف استاندارد استفاده گردید. در بخش آمار استنباطی پس از تأیید توزیع نرمال داده ها با استفاده از آزمون کلموگروف- اسمیرنوف، از آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری های مکرر و آزمون تی مستقل به ترتیب برای تعیین تفاوت های درون گروهی (زمان های مختلف اندازه گیری) و برون گروهی استفاده شد. کلیه عملیات آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه 15 با سطح معنی داری $p < 0/05$ انجام شد.

یافته ها

تجزیه تحلیل نتایج نشان داد که فعالیت هوازی در هوای آلوده باعث کاهش معنی دار پس آزمون اول و دوم شاخص های ظرفیت حیاتی اجباری (Forced Vital Capacity- FVC)، حجم بازدم فعال در ثانیه اول (Forced Expiratory Volume in first second- FEV1) و جریان بازدمی حداکثر بین 25 تا 75 درصد ظرفیت حیاتی (FEF25-75 درصد) شد، ولی بر پس آزمون اول و دوم شاخص نسبت حجم بازدم فعال در ثانیه اول به ظرفیت حیاتی اجباری (FVC/FEV1) تأثیر معنی داری نداشت (جدول 2).

300HC کشور ایتالیا) با سرعت 50 دور در دقیقه و توان 100 وات به مدت 20 دقیقه انجام دادند. سپس از گروه های کنترل و تجربی پس آزمون اول (بلافاصله) و پس آزمون دوم (24 ساعت بعد از فعالیت) گرفته شد. بعد از سه هفته استراحت، دوباره پیش آزمون اجرا شد و گروه ها مجدداً به ترتیب در محیط سالم و ناسالم قرار گرفتند و این بار فعالیت بی هوازی با سرعت 70 دور در دقیقه و روی دوچرخه کارسنج با توان 285 وات به مدت 1 دقیقه فعالیت و 2 دقیقه استراحت با 7 تکرار انجام گرفت. سپس از گروه ها پس آزمون اول (بلافاصله) و پس آزمون دوم (24 ساعت بعد از فعالیت) گرفته شد. هر دو شیوه فعالیت بی هوازی و بی هوازی از نظر انرژی مصرفی یکسان بودند (هوازی برابر 120 کیلو ژول و بی هوازی 119 کیلو ژول) (12).

برای ایجاد آلودگی در آزمایشگاه فیزیولوژی از بخاری گازی با گازهای خروجی شامل CO، (Monoxide carbon) NO₂، (Dioxide nitrogen) SO₂ (Dioxide sulfur) و (Particle matter) PM استفاده شد. میزان آلودگی هوا توسط دستگاه های سنجش ذرات معلق (PM) مدل TSI کشور آمریکا و دستگاه سنجش CO، NO₂، SO₂ و O₃ (Ozone) مدل LSI کشور ایتالیا بر اساس شاخص های کنترل کیفیت هوا برای هوای سالم و ناسالم هر 10 دقیقه یک بار کنترل و ثبت گردید (13). در واقع شرایط هوای سالم و ناسالم مطابق روزهای آلوده هوای شهر اراک شبیه سازی شده بود

جدول 2. مقایسه تغییرات شاخص های عملکرد ریوی متعاقب فعالیت هوازی در هوای آلوده در دو گروه تمرین و کنترل

p	تمرین هوازی			
	کنترل	میانگین (انحراف معیار)		
0/083	(1/071)7/064	(1/208)6/125	پیش آزمون	FVC
0/001	(0/866)6/477	(0/735)5/023	پس آزمون اول	
0/035	(1/434)6/173	(0/746)4/997	پس آزمون دوم	
0/66	(0/805)6/294	(0/924)5/535	پیش آزمون	FEV1
0/0001	(0/808)5/930	(0/687)4/409	پس آزمون اول	
0/23	(1/419)5/624	(0/731)4/371	پس آزمون دوم	
0/559	(2/753)89/467	(8/871)91/296	پیش آزمون	FEV1/FVC
0/325	(6/915)91/774	(9/139)88/114	پس آزمون اول	
0/399	(8/328)91/225	(1/208)87/975	پس آزمون دوم	
0/168	(0/846)7/609	(1/346)6/886	پیش آزمون	FEF 25 تا 75 درصد
0/0001	(0/862)6/887	(0/938)5/099	پس آزمون اول	
0/23	(1/780)6/870	(0/812)5/199	پس آزمون دوم	

از طرفی فعالیت بی‌هوازی در هوای آلوده باعث کاهش معنی‌دار پس‌آزمون اول و دوم FVC، FEV1 و FEF 25- 75 درصد و پس‌آزمون اول FEV1 شد، ولی بر پس‌آزمون اول و دوم FVC/FEV1 و پس‌آزمون دوم FEV1 تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول 3).

جدول 3. مقایسه تغییرات شاخص‌های عملکرد ریوی متعاقب فعالیت بی‌هوازی در هوای آلوده در دو گروه تمرین و کنترل

p	کنترل میانگین (انحراف معیار)	تمرین بی‌هوازی میانگین (انحراف معیار)		
0/176	(0/640)6/518	(0/970)5/977	پیش‌آزمون	
0/006	(0/910)6/801	(0/758)5/877	پس‌آزمون اول	FVC
0/033	(1/231)6/445	(0/378)5/450	پس‌آزمون دوم	
0/086	(0/584)6/274	(0/870)5/667	پیش‌آزمون	FEV1
0/006	(0/743)6/145	(0/698)5/133	پس‌آزمون اول	
0/078	(0/231)5/967	(0/496)5/156	پس‌آزمون دوم	
0/128	(1/938)96/320	(2/754)94/620	پیش‌آزمون	FEV1/FVC
0/727	(9/099)90/966	(5/265)92/143	پس‌آزمون اول	
0/459	(6/394)92/614	(4/544)94/490	پس‌آزمون دوم	
0/753	(0/541)7/520	(1/517)7/356	پیش‌آزمون	FEF 25 تا 75
0/03	(1/432)7/365	(0/735)6/162	پس‌آزمون اول	درصد
0/018	(1/089)6/990	(0/584)5/968	پس‌آزمون دوم	

در مقایسه دو شیوه تمرینی، در شاخص‌های FEV1 و FEF 25 تا 75 درصد در پس‌آزمون اول و دوم و FEV1/FVC فقط در پس‌آزمون دوم متعاقب فعالیت هوازی کاهش بیشتر مشاهده شد (جدول 4).

جدول 4. مقایسه تغییرات شاخص‌های عملکرد ریوی متعاقب فعالیت هوازی و بی‌هوازی در هوای آلوده در دو گروه تمرین هوازی و تمرین بی‌هوازی

p	تمرین بی‌هوازی میانگین (انحراف معیار)	تمرین هوازی میانگین (انحراف معیار)		
0/797	(0/970)5/977	(1/208)6/125	پیش‌آزمون	
0/115	(0/758)5/877	(0/735)5/023	پس‌آزمون اول	FVC
0/091	(0/378)5/450	(0/746)4/997	پس‌آزمون دوم	
0/746	(0/870)5/667	(0/924)5/535	پیش‌آزمون	FEV1
0/021	(0/698)5/133	(0/687)4/409	پس‌آزمون اول	
0/012	(0/496)5/156	(0/731)4/371	پس‌آزمون دوم	
0/268	(2/754)94/620	(8/871)91/296	پیش‌آزمون	FEV1/FVC
0/243	(5/265)92/143	(9/139)88/114	پس‌آزمون اول	
0/046	(4/544)94/490	(1/208)87/975	پس‌آزمون دوم	
0/473	(1/517)7/356	(1/346)6/886	پیش‌آزمون	FEF 25 تا 75 درصد
0/011	(0/735)6/162	(0/938)5/099	پس‌آزمون اول	
0/026	(0/584)5/968	(0/812)5/199	پس‌آزمون دوم	

شاخص‌های ذکر شده است. در فعالیت بی‌هوازی در شاخص‌های FEV1 و FEF 25 تا 75 بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون اول و دوم و شاخص FVC فقط بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون اول تفاوت معنی‌داری مشاهده شد.

در بحث ماندگاری عوارض ناشی از فعالیت در هوای آلوده در فعالیت هوازی در شاخص‌های FVC، FEV1 و FEF 25 تا 75 درصد بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون اول و دوم تفاوت معنی‌داری مشاهده شد که نشان‌دهنده ماندگاری آلودگی هوا تا 24 ساعت بعد از فعالیت در

بحث

معیارهای قابل سنجش با استفاده از دستگاه اسپیرومتری شامل مقاومت راه‌های هوایی در بازدِم عمیق، قدرت و استقامت عضلات تنفسی و همچنین گنجایش و ظرفیت ششی است (14). با توجه به این که آلودگی هوا موجب افزایش مقاومت هوایی و کاهش ظرفیت‌های ششی می‌شود و این عوارض در حین فعالیت تشدید می‌شوند (4)، یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد انجام فعالیت‌های هوازی و بی‌هوازی در هوای آلوده باعث کاهش شاخص‌های عملکرد ریوی می‌شود، اگر چه کاهش مشاهده شده در شرایط هوازی به مراتب بیشتر بود.

یکی از یافته‌های مهم این تحقیق کاهش معنی‌دار FVC، FEV1 و FEF 25 تا 75 درصد در پس‌آزمون های اول و دوم بعد فعالیت هوازی در هوای آلوده بود. در مطالعه ای ویلیام و آدامز در سال 2006 دریافت انجام فعالیت هوازی با شدت فعالیت برابر با تهویه دقیقه‌ای 40 لیتر بر دقیقه باعث کاهش معنی‌دار FVC، FEV1 و FEF 25 تا 75 درصد می‌شود که با مطالعه حاضر همخوان است (15). نتایج مطالعه ما با یافته‌های برخی از مطالعات دیگر غیر همخوان است. در مطالعه سوندیپ و همکاران در سال 1999 که 15 مرد را در معرض دود یک موتور دیزلی قرار دادند تغییر معنی‌داری در فاکتورهای عملکرد ریوی شامل FEV1، FVC و FEF 25 تا 75 درصد مشاهده نکرد (16)؛ همچنین در مطالعه مک‌کیتریک و آدامز در سال 1995 نشان داد که FEV1، FVC و FEF 25 تا 75 درصد اندازه‌گیری شده در قبل از فعالیت و بلافاصله بعد از آن تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند (17). که علت آن را می‌توان، تفاوت در نوع، میزان آلودگی و پروتکل اعمال شده دانست.

بر اساس یافته‌های ما به نظر می‌رسد فعالیت هوازی با شدت 50 دور در دقیقه و توان 100 وات به مدت 20 دقیقه در هوای آلوده منجر به کاهش شاخص‌های FEV1، FVC و FEF 25 تا 75 درصد می‌شود. با توجه به افزایش خطر جذب آلاینده‌ها در فعالیت هوازی (4) بهتر است از انجام

فعالیت‌های هوازی در این شرایط، حداقل برای افراد حساس‌تر از جمله کودکان و افراد مسن اجتناب شود. از طرف دیگر دریافتیم که فعالیت بی‌هوازی در هوای آلوده باعث کاهش معنی‌دار FEV1، FVC تا 25 تا 75 درصد در پس‌آزمون اول و دوم و FEV1 در پس‌آزمون اول می‌شود. به نظر می‌رسد تحقیقی در زمینه فعالیت بی‌هوازی در هوای آلوده انجام نشده است.

در مقایسه دو شیوه فعالیت، مشاهده شد کاهش در FEV1 (در پس‌آزمون اول و دوم)، FEF 25 تا 75 درصد (در پس‌آزمون اول و دوم) و FVC/FEV1 فقط در پس‌آزمون دوم متعاقب فعالیت هوازی بیشتر بود. این اختلالات بیشتر در شاخص‌های فوق متعاقب فعالیت هوازی ممکن است به سازوکارهایی چون الگوهای متفاوت تنفسی در فعالیت هوازی و بی‌هوازی، تولید رادیکالهای آزاد و ایجاد التهاب و تأثیر نوع فعالیت بر شاخص‌های عملکرد ریوی مربوط باشد (18-20).

در طول فعالیت‌های سبک و متوسط با شدت یکنواخت (هوازی)، تهویه به صورت خطی متناسب با اکسیژن مصرفی و دی‌اکسیدکربن تولیدی افزایش می‌یابد. تحت این شرایط، تهویه عمدتاً از طریق زیاد شدن حجم جاری افزایش می‌یابد در حالی که در فعالیت شدید و کوتاه مدت (بی‌هوازی) سرعت تنفس و تعداد تنفس افزایش و حجم جاری کاهش می‌یابد (19). از این رو پیشنهاد شده است که در فعالیت‌های بی‌هوازی الگوی تهویه ریوی نسبت به فعالیت هوازی متفاوت است و هوای وارد شده در هر دم کمتر بوده و با سرعت بیشتری از ریه خارج می‌شود (21)، در نتیجه در زمان فعالیت بی‌هوازی در هوای آلوده مقدار هوایی که در هر دم وارد ریه می‌شود کمتر بوده و نسبت به فعالیت هوازی به عمق کمتری از ریه نفوذ کرده و به مراتب خیلی سریع‌تر از ریه خارج می‌شود. بنابراین ممکن است تفاوت در الگوهای تنفسی در دو شیوه فعالیت یکی از دلایل کاهش بیشتر فاکتورهای عملکرد ریوی (FEV1) در پس‌آزمون اول و دوم، FEF 25 تا 75 درصد در پس

آزمون اول و دوم و $FVC/FEV1$ فقط در پس آزمون) متعاقب فعالیت هوازی باشد.

از سویی در مطالعات صورت گرفته شواهد زیادی مبنی بر ایجاد پروسه التهاب ریوی در کودکان و بزرگسالان بر اثر افزایش استرس اکسیداتیو، مشاهده شده است. عوامل محرک آسم همراه با سلول‌های التهابی تجمع یافته در راه‌های هوایی با فعال کردن مسیر تولید گونه‌های واکنشی اکسیژن سبب افزایش التهاب راه‌های هوایی می‌گردند (18). مسیرهای تولید رادیکال‌های آزاد پس از قرار گرفتن افراد در معرض آلاینده‌ها، بویژه با NO_2 و O_3 فعال می‌شوند (22). به نظر می‌رسد عوارض ریوی که سریعاً بعد از قرار گرفتن در معرض سطوح بالایی از آلاینده‌های هوا شروع می‌شود، در طی ساعات آینده ادامه می‌یابد و ممکن است با استرس اکسیداتیو ششی که منجر به التهاب سیستمیک و به هم خوردن تعادل هموستاتیک- فیبرینولیتیک می‌شود، مربوط باشد (23، 24). با افزایش مصرف اکسیژن، تولید رادیکال‌های سوپراکسید (O_2^-) در میتوکندری افزایش می‌یابد (25). با توجه به این که در فعالیت‌های هوازی میزان مصرف اکسیژن بیشتر از فعالیت بی‌هوازی است به نظر می‌رسد میزان جذب آلاینده‌های هوا و تولید رادیکال‌های آزاد در فعالیت‌های هوازی نسبت به فعالیت‌های بی‌هوازی و در نتیجه التهاب و کاهش عملکرد ریوی بیشتر است.

همچنین یک جلسه فعالیت بدنی به عنوان یک عامل اسپاسم برونش‌ها مطرح می‌باشد (20). به طوری که درصد قابل توجهی از ورزشکاران بدون این که هیچ سابقه‌ای از آسم داشته باشند در حین فعالیت ورزشی و یا پس از آن دچار برونکواسپاسم می‌شوند (26). این حالت پس از 10 دقیقه فعالیت ورزشی تا 30 دقیقه پس از توقف ورزش اتفاق می‌افتد، ولی حداکثر آن بین 5 تا 10 دقیقه پس از توقف ورزش می‌باشد (27). یافته‌ها پیشنهاد می‌کنند که در فعالیت‌های استقامتی دراز مدت همچون اسکی، فوتبال و دوچرخه سواری برونکواسپاسم ناشی از ورزش بیشتر از فعالیت‌های بی‌هوازی کوتاه مدت با شدت بالا

است (8، 28، 29). با وجود این که میزان برونکواسپاسم در دو شیوه تمرینی در هوای آلوده در حد طبیعی بود اما به مراتب این میزان در فعالیت هوازی بیشتر بود. از این رو به نظر می‌رسد نوع فعالیت ممکن است یکی از دلایل کاهش کمتر شاخص‌های عملکرد ریوی متعاقب فعالیت بی‌هوازی باشد.

بنابراین محتمل است سازوکارهای ارائه شده توجیحی در کاهش بیشتر $FEV1$ ، FEF_{25} تا 75 درصد در هردو پس آزمون و $FEV1/FVC$ در پس آزمون دوم متعاقب فعالیت هوازی نسبت به فعالیت بی‌هوازی باشد.

همچنین با بررسی ماندگاری آلودگی هوا ما به این مطلب پی بردیم که کاهش معنی دار شاخص‌های ذکر شده در هر دو روش فعلیتی تا 24 ساعت بعد از در معرض قرار گرفتن باقی می‌ماند اما میزان کاهش این شاخص‌ها در پس آزمون دوم تفاوت معنی‌داری با پس آزمون اول نداشت که نشان دهنده این است که کاهش شاخص‌های عملکرد ریوی به صورت فزاینده نبوده است.

در این تحقیق متغیرهای قد، سن، وزن، جنس و عدم مبتلا بودن به هر گونه بیماری تنفسی افراد و برنامه تمرینی هوازی و بی‌هوازی تحت کنترل محقق بودند. در کنار این مزایا عدم توانایی کنترل عواملی مانند تغذیه، عوامل ژنتیکی و سطح استرس افراد از محدودیت‌های تحقیق می‌باشد.

نتیجه‌گیری

یافته‌های تحقیق حاضر نشان می‌دهد که هر دو روش فعالیت هوازی و بی‌هوازی در هوای آلوده باعث کاهش شاخص‌های عملکرد ریوی بلافاصله (پس آزمون اول) و 24 ساعت بعد از فعالیت (پس آزمون دوم) می‌شود، اگر چه میزان کاهش این شاخص‌ها ($FEV1$ ، FEF_{25} تا 75 درصد در هردو پس آزمون و $FEV1/FVC$ در پس آزمون دوم) در فعالیت بی‌هوازی کمتر از فعالیت هوازی بود؛ (بنابراین با توجه به اهمیت و نقش ورزش در حفظ و ارتقاء سلامت به نظر می‌رسد افراد ساکن در شهرهای آلوده

10. Abedi A, Sazavar H, Mohammadi N. Comparison of Functional Pulmonary Tests in Welder Labors Aged 20-70 with Non-Welders in Ardabil. *medical journal of tabriz university of medical sciences*. 2004;38(64):57-61.
11. Seaton A, MacNee W, Donaldson K, Godden D. Particulate air pollution and acute health effects. *Lancet*. 1995 Jan;345(8943):176-8.
12. Vanhelder W, Goode R, Radomski M. Effect of anaerobic and aerobic exercise of equal duration and work expenditure on plasma growth hormone levels. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1984;52(3):255-7.
13. ErfanManesh M, Afyuni M. *Environmental Pollution: Water, Soil and Air*. 1st ed. Yazd: Ardakan Publication; 2002.
14. Womack C, Harris D, Katzel L, Hagberg J, Bleecker E, Goldberg A. Weight loss, not aerobic exercise, improves pulmonary function in older obese men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2000 Aug;55(8):M453-7.
15. Adams WC. Human Pulmonary Responses with 30-Minute Time Intervals of Exercise and Rest When Exposed for 8 Hours to 0.12 PPM Ozone Via Square-Wave and Acute Triangular Profiles. *Inhalation Toxicology*. 2006; 18(6): 413-22.
16. Salvi S, Blomberg A, Rudell B, Kelly F, Sandström T, Holgate S, et al. Acute inflammatory responses in the airways and peripheral blood after short-term exposure to diesel exhaust in healthy human volunteers. *Am J Respir Crit Care Med*. 1999 Mar;159(3):702-9.
17. McKittrick T, Adams W. Pulmonary function response to equivalent doses of ozone consequent to intermittent and continuous exercise. *Arch Environ Health*. 1995 Mar-Apr; 50(2): 153-8.
18. Fazl elahi MR. The Role of Anti-oxidants in Respiratory System's Allergic Diseases. *Iranian Journal of Pediatrics*. 2002; 12: 13-17.
19. McArdel WD, Katch FI, Katch VL. *Exercise physiology: energy, nutrition, and human performance*. 3 ed. tehran: samt; 2004.
20. Liu AH, Spahn JD, Leung DYM. "Childhood Asthma. In: Behraman, Kliegman, Jenson". *Nelson Textbook of Pediatrics*

بتر است فعالیت‌های بدنی بی هوازی همراه با وهله‌های استراحت را بر فعالیت‌های هوازی پیوسته ترجیح دهند.

تشکر و قدردانی

این پژوهش با همکاری و مساعدت مالی معاونت محترم پژوهشی دانشگاه اراک انجام شده است که بدین وسیله مراتب تشکر و قدردانی خود را از این معاونت اعلام می‌داریم.

منابع

1. Pope CA. Review: Epidemiological Basis for Particulate Air Pollution Health Standards. *Aerosol Science and Technology*. 2000;32(1):4 - 14.
2. Mills N, Törnqvist H, Gonzalez M, Vink E, Robinson S, Söderberg S, et al. Ischemic and thrombotic effects of dilute diesel-exhaust inhalation in men with coronary heart disease. *N Engl J Med*. 2007 Sep;357(11):1075-82.
3. Schmidt W, Biwer C, Kalscheuer L. Effects of long versus short bout exercise on fitness and weight loss in overweight females. *J Am Coll Nutr*. 2001 Oct;20(5):494-501.
4. Basrur Sheela V. *Air pollution and exercise: Examination of Toronto Data Guide Public Advice on Smog and Exercise*. City of Toronto: Toronto, Canada;2003.
5. Carlisle A, Sharp N. Exercise and outdoor ambient air pollution. *Br J Sports Med*. 2001 Aug;35(4):214-22.
6. Florida-James G, Donaldson K, Stone V. Athens 2004: the pollution climate and athletic performance. *J Sports Sci*. 2004 Oct; 22(10): 967-80; discussion 80.
7. Lippi G, Guidi G, Maffulli N. Air pollution and sports performance in Beijing. *Int J Sports Med*. 2008 Aug;29(8):696-8.
8. Wilber R, Rundell K, Szmedra L, Jenkinson D, Im J, Drake S. Incidence of exercise-induced bronchospasm in Olympic winter sport athletes. *Med Sci Sports Exerc*. 2000 Apr;32(4):732-7.
9. Shah A, Gozal D, Keens T. Determinants of aerobic and anaerobic exercise performance in cystic fibrosis. *Am J Respir Crit Care Med*. 1998 Apr; 157(4 Pt 1):1145-50.

- Disease. 17th ed. Philadelphia, Saunders; 2004.p.760-766.
21. Edington D, Edgerton VR. The biology of physical activity. 5th ed. tehran: samt; 2004.
22. Nel A. Atmosphere. Air pollution-related illness: effects of particles. Science. 2005 May;308(5723):804-6.
23. Gaeini A A, Hamedinia M R. the effect of aerobic training on oxidative stress in students of physical education. Research On Sports Science. Fall 2005; 3(8):53-64.
24. Farhoudi A H ,Zieaei V, Halabchi F, Ahmadinezhad Z. Exercise induced asthma; a systematic approach and an overview. journal of medical council of i.r.i. spring 2004; 22(1): 42-55.
25. Health effects of outdoor air pollution. Committee of the Environmental and Occupational Health Assembly of the American Thoracic Society. Am J Respir Crit Care Med. 1996 Jan;153(1):3-50.
26. Giesbrecht G, Younes M. Exercise- and cold-induced asthma. Can J Appl Physiol. 1995 Sep; 20(3):300-14.
27. Lacroix V. Exercise-induced asthma. Phys Sportsmed. 1999 Nov;27(12):75-92.
28. Wilber R, Rundell K, Szmedra L, Jenkinson D, Im J, Drake S. Incidence of exercise-induced bronchospasm in Olympic winter sport athletes. Med Sci Sports Exerc. 2000.