

پاسخ برخی شاخص‌های عملکرد ریوی به یک جلسه فعالیت بی‌هوای در مردان جوان

دکتر نادر شوندی^۱

دکتر عباس صارمی^۲

محمد پرستش^۳

اکبر قربایی^۴

اسماعیل علی بخشی^۵

چکیده

هدف: هدف تحقیق حاضر بررسی پاسخ شاخص‌های عملکرد ریوی به فعالیت بی‌هوای در هوای آلوده بود.
روش کار: در این تحقیق ۲۰ مرد سالم ($22/40 \pm 0/40$ سال) به صورت تصادفی به دو گروه، تجربی (۱۰ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند. گروه تجربی یک جلسه فعالیت بی‌هوای را به مدت ۲۱ دقیقه با توان ۲۸۵ وات به صورت دوره‌های فعالیت ۱ دقیقه‌ای و ۲ دقیقه استراحت با ۷ تکرار در هوای آلوده روی دوچرخه کارسنج انجام دادند. گروه کنترل همین جلسه فعالیت را در شرایط هوای سالم انجام دادند. آزمون عملکرد ریوی قبل، بلافاصله (پس از آزمون اول) و ۲۴ ساعت بعد (پس از آزمون دوم) از اجرای هر فعالیت اجرا شد.

نتایج: برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر و t مستقل برای تعیین تفاوت بین گروه‌ها استفاده شد. نتایج نشان داد، فعالیت بی‌هوای در هوای آلوده باعث کاهش معنادار FVC، $75-78\%$ FEF₂₅ (پس از آزمون اول و دوم) و FEV1 (پس از آزمون اول) در گروه تجربی می‌شود ($P < 0/05$).

نتیجه‌گیری: با توجه به مرور مطالعات گذشته در حالی که انجام فعالیت بدنی هوای باعث کاهش شاخص‌های عملکرد ریوی می‌شود، به نظر می‌رسد فعالیت بی‌هوای در هوای آلوده نیز باعث کاهش شاخص‌های عملکرد ریوی از جمله (FVC، $75-78\%$ FEF₂₅ در پس از آزمون اول و دوم و FEV1 فقط در پس از آزمون اول) می‌شود.

واژه‌های کلیدی: هوای آلوده، عملکرد ریوی، فعالیت بی‌هوای.

۱. استادیار دانشگاه اراک

۲. استادیار دانشگاه اراک

۳. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی اراک واحد فلق (نویسنده مسئول)

۴. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی اراک واحد فلق

۵. مرکز تحقیقات فیزیولوژی ورزش، دانشگاه علوم پزشکی بقیه... (عج)، تهران

The Acute Response of Lung Function Indices to Anaerobic Exercises in Polluted Air

Shavandi, N (Ph.D)

Saremi, A (Ph.D)

Parastesh, M (Msc)

Ghorbani, A (Msc)

Bakhshi, E. A (Msc)

Abstract

The purpose of the present study was to examine the effects of anaerobic exercises on lung functions in polluted weather. In this study, 20 healthy men (22.8 ± 0.554) were randomly divided into two experimental and control groups. The experimental group did the anaerobic exercise (lasting 21 minutes with the power of 285 watts for one minute, and 2 minutes break for 7 times) on the ergometer bicycle in polluted air. Lung function tests were performed before the exercises, right after the exercises (first post-test) and 24 hours after the exercises (second post-test). The data analysis was done using AVOVA with repeated measures and independent t, in order to determine the difference among the groups and the training methods. The findings indicated that anaerobic exercise in polluted air did not significantly affected the FVC and FEF25-75% factors in the first and second post-tests and FEV1 factor did not cause any significant effect in first post-test, too. With regard to the findings of the previous studies while aerobic exercises in polluted air decrease lung function factors, it seems that anaerobic exercises in polluted air also cause a decrease in lung function factors including FVC, FEV1 and FEF25-75% in the first and second post-tests.

Keywords: Polluted air, Lung function, Anaerobic exercise.

مقدمه

مطالعات اپیدمیولوژیکی در کل جهان نشان داده‌اند، آلودگی هوا با افزایش مرگ و میر از طریق بیماری‌های قلبی - عروقی، تنفسی و مرگ مرتبط است (۴،۱۶). با وجود این، اطلاعات اندکی در مورد تأثیر کوتاه‌مدت آلودگی هوا در دسترس است. تأثیر مضرات افزایش غلظت ذرات معلق و مونوکسید کربن و آلاینده‌های دیگر در چندین مطالعه به صورت افزایش پذیرش در بیمارستان و مراجعه به بخش اورژانس برای بیماری‌های تنفسی نشان داده شده است (۱۶). همچنین افزایش پذیرش در بیمارستان، بیماری‌های قلبی - عروقی در مطالعات متعدّد آمریکایی، کانادایی و اروپایی مرتبط با آلاینده‌های معلق و مونوکسید کربن نشان داده شده است (۱۲). این نتایج نشان می‌دهد که آلودگی هوا نه تنها یک ریسک فاکتور برای بیماری‌های تنفسی؛ بلکه برای حوادث حاد قلبی از جمله سندرم حاد کرونری و سکته قلبی است. استنشاق هوای آلوده می‌تواند منجر به تشدید بیماری‌های قلبی - تنفسی، عوارض حاد دستگاه تنفسی، کاهش ظرفیت‌های تنفسی گردد (۲۰).

از سویی، پرداختن به فعالیت بدنی منظم نقش به‌سزایی در سلامت عمومی (از جمله کارکرد دستگاه قلبی - تنفسی) انسان دارد (۲۴). با افزایش میزان فعالیت بدنی، شدت تنفس افزایش می‌یابد و هوای بیشتری وارد ریه می‌گردد که این روند ممکن است، منجر به افزایش خطر جذب آلاینده‌ها از طریق تنفس گردد (۲۳). به هر حال بهره‌مندی از مزایای ورزش همگانی، زمانی بهینه خواهد بود که ورزش و فعالیت‌های بدنی با در نظر گرفتن ملاحظات بهداشتی از جمله شرایط محیطی مناسب انجام شود (۲). از این رو، فرضیه‌ای مطرح است، آلودگی هوا ممکن است تأثیر مفید ورزش بر سلامتی را دچار محدودیت کند (۸،۱۳). به طوری که در مطالعات انجام گرفته گزارش شده است، فعالیت بدنی از نوع هوازی در محیط آلوده باعث کاهش عملکرد ریوی می‌شود (۸،۲۵). براساس اطلاعات به دست آمده به نظر می‌رسد تحقیقی در زمینه اثر فعالیت بی‌هوازی در هوای آلوده بر عملکرد ریوی صورت نگرفته است. با توجه به این که بسیاری از فعالیت‌های روزمره ما غالباً از نوع فعالیت‌های بی‌هوازی تکراری است مانند: بالا رفتن از پله، سریع دویدن برای رسیدن به اتوبوس و غیره است (۳)، هم‌چنین فعالیت‌های بی‌هوازی بخش مهمی از برنامه فعالیت‌های اکثر ورزشکاران را تشکیل می‌دهد، و با در نظر گرفتن این حقیقت که راه‌های تولید انرژی و پاسخ‌های تهویه‌ای دو شیوه فعالیت‌های بی‌هوازی (بی‌هوازی) متفاوت است (۱)، در تحقیق حاضر ما در پی آن بودیم که تأثیر فعالیت بی‌هوازی را در محیط آلوده بر عملکرد دستگاه تنفسی پرداخته شده است.

با توجه به این که عوارض ناشی از حضور در هوای آلوده می‌تواند برای مدت نسبتاً طولانی (حدّ اقل ۲۴ ساعت) پایدار باشد (۲۱) و از سویی با مرور مطالعات گذشته به نظر می‌رسد 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 (۲۴ ساعت پس از تمرین) اثرات فعالیت بدنی در هوای آلوده بر شاخص‌های عملکرد ریوی است.

روش‌شناسی

تعداد ۲۰ مرد جوان سالم ($22/40 \pm 0/40$ سال) پس از اعلام فراخوان در سطح دانشگاه اراک جهت شرکت در مطالعه حاضر انتخاب شدند (جدول ۱). قبل از ورود، افراد با هدف و خطرات احتمالی تحقیق آشنا شدند و نسبت به تکمیل رضایت‌نامه شرکت در تحقیق، فعالیت بدنی و تاریخچه پزشکی اقدام نمودند. آزمودنی‌هایی که سابقه هرگونه بیماری‌های قلبی - تنفسی، اسکلتی عضلانی و غیره داشتند، از مطالعه خارج شدند. روش تحقیق از نوع نیمه تجربی بود که به صورت میدانی و با طرح پیش‌آزمون - پس‌آزمون با گروه شاهد انجام شد. آزمودنی‌های واجد شرایط با صورت تصادفی به دو گروه تجربی (۱۰ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند. از آزمودنی‌ها قبل از فرار گرفتن در محیط، پیش‌آزمون عملکرد ریوی به وسیله اسپرومتر و گاز آنالایزور (Quark b2 کشور ایتالیا) به عمل آمد، سپس گروه کنترل در محیط سالم ($PSI=60$) و گروه تجربی در محیط آلوده ناسالم ($PSI=150$) فعالیت بی‌هوازی را روی دوچرخه کارسنج (HC300 Technogym کشور ایتالیا) به مدت ۲۱ دقیقه با توان ۲۸۵ وات به صورت دوره‌های فعالیت ۱ دقیقه‌ای و ۲ دقیقه استراحت با ۷ تکرار انجام دادند. سپس از گروه‌های کنترل و تجربی پس‌آزمون اول (بلافاصله) و پس‌آزمون دوم (24 ساعت بعد از فعالیت) گرفته شد (۲۸).

جدول ۱ - مشخصات فردی آزمودنی‌های شرکت‌کننده در تحقیق

ویژگی‌ها	گروه‌ها	تجربی (انحراف معیار \pm میانگین)	کنترل (انحراف معیار \pm میانگین)
سن (سال)		$22/40 \pm 0/40$	$22/80 \pm 0/55$
قد (سانتیمتر)		$176/10 \pm 1/30$	$179/50 \pm 2/10$
وزن (کیلوگرم)		$71/40 \pm 1/30$	$75/30 \pm 2/13$

پس‌آزمون دوم	پس‌آزمون اول	پروتکل	پیش‌آزمون	گروه‌ها
۲۴ بعد از اجرای پروتکل بی‌هوازی	بلافاصله بعد از اجرای پروتکل بی‌هوازی	اجرای پروتکل بی‌هوازی در محیط آلوده ناسالم ($PSI=150$)	محیط سالم ($PSI=60$)	گروه تجربی
۲۴ بعد از اجرای پروتکل بی‌هوازی	بلافاصله بعد از اجرای پروتکل بی‌هوازی	اجرای پروتکل بی‌هوازی در محیط سالم ($PSI=60$)	محیط سالم ($PSI=60$)	گروه کنترل

اسپیرومتری روشی است که در آن فرد قطعه دهانی را در داخل دهان قرار می‌دهد و گیره بینی را به بینی نصب می‌کند و سپس شروع به دم و بازدم می‌کند. بعد از تثبیت وضعیت تنفسی فرد که از طریق دیدن حد اقل ۳ تنفس عادی و متقارن مشخص می‌شد از فرد خواسته می‌شد به آرامی یک دم عمیق و سپس یک

بازدم عمیق با فشار انجام دهد، و بدین ترتیب FVC^1 به دست می‌آید. مقدار هوای خارج شده در ثانیه اول بر حسب لیتر بر ثانیه به عنوان $FEV1^2$ و کل هوای خارج شده بر حسب لیتر به عنوان FVC در نظر گرفته شد (۱۷).

برای ایجاد آلودگی در آزمایشگاه فیزیولوژی از بخاری گازوئیلی (گازهای خروجی شامل: SO_2 , NO_2 , CO و PM^3) استفاده شد. میزان آلودگی هوا به وسیله دستگاه‌های سنجش ذرات معلّق (PM)، مدل (TSI) کشور آمریکا) و دستگاه سنجش CO , NO_2 , SO_2 و O_3 مدل (LSI کشور ایتالیا) بر اساس شاخص‌های کنترل کیفیت هوا برای هوای سالم و ناسالم (۱۹) هر ۱۰ دقیقه یک بار کنترل و ثبت گردید. در واقع شرایط هوای سالم و ناسالم مطابق روزهای آلوده هوای شهر اراک بر اساس گزارش اداره حفاظت محیط زیست شهرستان اراک در سال ۱۳۸۷ شبیه‌سازی شده بود. هم‌چنین مطالعه حاضر به شماره ۸۷/۱۳۷۹۴ در کمیسیون پژوهشی دانشگاه اراک تأیید شده است.

گزارش نتایج

بعد از انجام محاسبه یا اندازه‌گیری سه مانور قابل قبول، بزرگ‌ترین FVC و بزرگ‌ترین $FEV1$ باید گزارش شود. حتی اگر دو مقدار از منحنی‌ها جداگانه باشند. بقیه مقادیر (مانند FEF_{25-75}^4) باید از بهترین منحنی منفرد گرفته شوند. بهترین منحنی تست عملکرد ریوی یک منحنی قابل قبول است که بیشترین مقدار حاصل جمع FVC و $FEV1$ را داشته باشد (۱۷).

تجزیه و تحلیل آماری

در تحقیق حاضر از آمار توصیفی برای به دست آوردن شاخص‌های میانگین و انحراف استاندارد استفاده شد. در بخش آمار استنباطی پس از تأیید توزیع نرمال داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگروف - اسمیرنوف از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر و آزمون تی مستقل برای تعیین تفاوت‌های بین گروهی استفاده شد. کلیه عملیات آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۵ با سطح معناداری $P < 0.05$ انجام شد.

یافته‌ها

تجزیه تحلیل یافته‌ها نتایج نشان داد، فعالیت بی‌هوای در هوای آلوده باعث کاهش معنادار شاخص‌های FVC [در پس آزمون اول ($P < 0.006$)، در پس آزمون دوم ($P < 0.03$)، FEF_{25-75}^4] [در پس آزمون اول ($P < 0.03$)، در پس آزمون دوم ($P < 0.018$)] و $FEV1$ [فقط در پس آزمون اول ($P < 0.006$)] می‌شود، با این

1. Forced Vital Capacity
2. Forced Expiratory Volume in first second
3. Particular Matter

۴. جریان بازدمی حداکثر بین ۲۵ تا ۷۵ درصد ظرفیت حیاتی

حال $FEV1/FVC^1$ در پس‌آزمون اول و پس‌آزمون دوم؛ و $FEV1$ در پس‌آزمون دوم تغییر معناداری نکرد ($P > 0.05$) (جدول ۲).

جدول ۲- بررسی تغییرات برخی از شاخص‌های عملکرد ریوی متعاقب فعالیت بی‌هوای در هوای آلوده در گروه تجربی و کنترل

شاخص‌ها	مراحل آزمون	گروه تجربی (میانگین، انحراف معیار)	گروه کنترل (میانگین، انحراف معیار)	P value
FVC (لیتر)	پیش‌آزمون	۵/۹۷±۰/۹۷	۶/۵۱±۰/۶۴	-/۱۷۶
	پس‌آزمون اول	۵/۸۷±۰/۷۵	۶/۸۰±۰/۹۱	*./۰۰۶
	پس‌آزمون دوم	۵/۴۵±۰/۳۷	۶/۴۴±۱/۲۳	*./۰۰۳
FEV1 (لیتر)	پیش‌آزمون	۵/۶۶±۰/۸۷	۶/۲۷±۰/۵۸	-/۰۸۶
	پس‌آزمون اول	۵/۱۳±۰/۶۹	۶/۱۴±۰/۷۴	*./۰۰۶
	پس‌آزمون دوم	۵/۱۵±۰/۴۹	۵/۹۶±۱/۲۳	-/۰۷۸
FEV1/FVC (%)	پیش‌آزمون	۹۴/۶۲±۲/۷۵	۹۶/۳۲±۱/۹۳	-/۱۲۸
	پس‌آزمون اول	۹۲/۱۴±۵/۲۶	۹۰/۹۶±۹/۰۹	-/۷۳۷
	پس‌آزمون دوم	۹۴/۴۹±۴/۵۴	۹۲/۶۱±۶/۳۹	-/۴۵۹
FEF ₂₅₋₇₅ (لیتر.ثانیه)	پیش‌آزمون	۷/۳۵±۱/۵	۷/۵۲±۰/۵۴	-/۷۵۳
	پس‌آزمون اول	۶/۱۶±۰/۷۳	۷/۳۶±۱/۴۳	*./۰۰۳
	پس‌آزمون دوم	۵/۹۶±۰/۵۸	۶/۹۹±۱/۰۸	*./۰۱۸

در مقایسه درون‌گروهی بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون‌های بلافاصله و ۲۴ ساعت بعد از فعالیت در هوای آلوده، در هر گروه برای بررسی ماندگاری عوارض ناشی از فعالیت بی‌هوای در هوای آلوده، در شاخص‌های $FEV1$ و FEF_{25-75} ، بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون اول و پیش‌آزمون و پس‌آزمون دوم و شاخص FVC فقط بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون اول، تفاوت معناداری مشاهده شد که نشان دهنده ماندگاری تأثیر آلودگی هوا تا ۲۴ ساعت بعد از فعالیت در شاخص‌های $FEV1$ و FEF_{25-75} بود.

بحث

معیارهای قابل‌سنجش با استفاده از دستگاه اسپرومتری شامل مقاومت راه‌های هوایی در بازدم عمیق، قدرت و استقامت عضلات تنفسی و هم‌چنین گنجایش و ظرفیت ششی است (۱۱). با توجه به این که آلودگی هوا موجب افزایش مقاومت هوایی و کاهش ظرفیت‌های ششی می‌شود و این عوارض در حین فعالیت تشدید

۱. نسبت حجم بازدم فعال در ثانیه اول به ظرفیت حیاتی اجباری

می‌شوند (۲۳). یافته‌های پژوهش حاضر نشان دادند، انجام فعالیت بی‌هوای در هوای آلوده باعث کاهش شاخص‌های عملکرد ریوی می‌شود.

یکی از یافته‌های مهم این تحقیق این بود، فعالیت بی‌هوای در هوای آلوده باعث کاهش معنادار FVC ، $FEV1$ و $FEV1/FVC$ در پس‌آزمون اول و دوم و $FEV1$ در پس‌آزمون اول می‌شود. با توجه به بررسی ما به نظر می‌رسد تحقیقی در زمینه فعالیت بی‌هوای در هوای آلوده انجام نشده است. اختلالات در شاخص‌های فوق متعاقب فعالیت بی‌هوای ممکن است به سازوکارهایی چون تولید رادیکال‌های آزاد و ایجاد التهاب و تأثیر خود فعالیت بر شاخص‌های عملکرد ریوی مربوط شود (۶،۱۴،۲۷) که در ادامه به تفسیر آن‌ها پرداخته می‌شود:

شواهد زیادی مبنی بر ایجاد پروسه التهاب ریوی در کودکان و بزرگسالان بر اثر افزایش استرس اکسیداتیو، ارائه شده است (۱۷). عوامل محرک آسم همراه با سلول‌های التهابی تجمع یافته در راه‌های هوایی با فعال کردن مسیر تولید گونه‌های واکنشی اکسیژن^۱ سبب افزایش التهاب راه‌های هوایی می‌گردند (۱۸). مسیرهای تولید رادیکال‌های آزاد پس از قرار گرفتن افراد در معرض آلاینده‌ها به ویژه NO_2 و O_3 فعال می‌شوند (۱۵). 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 بهم خوردن تعادل هموستاتیک - فیبرینولیتیک^۲ می‌شود، مربوط باشد (۱۸،۲۱). با افزایش مصرف اکسیژن، تولید رادیکال‌های سوپراکسید (O_2^-) در میتوکندری افزایش می‌کند (۷). از این رو به نظر می‌رسد در فعالیت بی‌هوای در هوای آلوده میزان جذب آلاینده‌های هوا و تولید رادیکال‌های آزاد و در نتیجه، التهاب و کاهش عملکرد ریوی را به همراه دارد.

هم‌چنین یک جلسه فعالیت بدنی به عنوان یک عامل اسپاسم برونش‌ها مطرح است (۱۴). 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 اسپاسم برونش‌ها می‌شوند (۱۸). این حالت پس از ۱۰ دقیقه فعالیت ورزشی تا ۳۰ دقیقه پس از توقف ورزش اتفاق می‌افتد؛ ولی حداکثر آن بین ۵ تا ۱۰ دقیقه پس از توقف ورزش می‌باشد (۵). یافته‌ها پیشنهاد می‌کنند، در فعالیت‌های استقامتی درازمدت هم چون اسکی، فوتبال و دوچرخه سواری برونکواسپاسم ناشی از ورزش، بیشتر از فعالیت‌های بی‌هوای کوتاه‌مدت با شدت بالا است (۹،۱۰).

بنابراین محتمل است سازوکارهای ارائه شده توجیهی در کاهش $FEV1$ ، $FEV1/FVC$ در هر دو پس‌آزمون و $FEV1/FVC$ در پس‌آزمون اول متعاقب فعالیت بی‌هوای در هوای آلوده باشد.

هم‌چنین با بررسی ماندگاری آلودگی هوا ما به این مطلب پی بردیم که کاهش معنادار شاخص‌های ذکر شده تا ۲۴ ساعت بعد از در معرض قرار گرفتن باقی می‌مانند؛ اما میزان کاهش این شاخص‌ها در پس‌آزمون دوم تفاوت معناداری با پس‌آزمون اول نداشت که نشان دهنده این مطلب است که کاهش شاخص‌های عملکرد ریوی به صورت فزاینده نبوده است.

1. Homeostatic-Fibrinolytic

2. Bronco spasm

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

نتیجه‌گیری

یافته‌های تحقیق حاضر نشان می‌دهد فعالیت بی‌هوازی در هوای آلوده باعث کاهش شاخص‌های عملکرد ریوی در بلافاصله (پس از آزمون اول) و ۲۴ ساعت بعد از فعالیت (پس از آزمون دوم) می‌شود. در چندی از مطالعات صورت گرفته محققان از برنامه‌های تمرین هوازی در هوای آلوده استفاده کرده و عوارض ناشی از آن را مورد بررسی قرار داده‌اند و به نتایج مضر بودن آن پی برده‌اند (۲۶، ۲۲). با توجه به این امر که احتمال استفاده از روش تمرین بی‌هوازی نیز در محیط‌های دارای هوای آلوده نیز وجود دارد، تاکنون محققان به بررسی این روش تمرین نپرداخته است. بنابراین با بررسی نتایج تحقیق حاضر مشاهده شد، تمرین بی‌هوازی نیز باعث کاهش برخی از شاخص‌های عملکرد ریوی از جمله FVC ، $FEV1$ و FEF_{25-75} در پس از آزمون اول و دوم و $FEV1$ فقط در پس از آزمون اول می‌شود. در نتیجه پیشنهاد می‌شود، افراد فعالیت بدنی بی‌هوازی را نیز مانند فعالیت هوازی با در نظر گرفتن شرایط محیطی مورد استفاده قرار دهند، و در صورت بالا بودن سطوح آلودگی هوا از انجام فعالیت بی‌هوازی در محیط‌های آلوده خودداری کنند. همچنین پیشنهاد می‌شود که دو روش تمرینی هوازی و بی‌هوازی در هوای آلوده بررسی شود و در صورت تفاوت در عوارض تنفسی ناشی از این دو شیوه تمرینی توصیه‌های مؤثر در استفاده از این دو روش تمرین ارائه شود.

تشکر و قدردانی

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

منابع

1. Abedi A, Sezavar S H, Mohamadi naghde M (2005). "The comparison of test lung function in melderers aged 27-70 years with non-melderers in Ardebil province. Medical science magazine of Tabriz. 36 (46). 57-61.
2. A Carlisle and N Sharp (2001). "Exercise and outdoor ambient air pollution". Br J Sports Med. August; 35, 214-222.
3. Ashish R. shah, david gozal, and thomas G. keens (1998). "Determinants of Aerobic and Anaerobic Exercise Performance in Cystic Fibrosis". Am J Respir Crit Care Med 157, 1145-1150.
4. Bascom R, Bromberg PA (1996). "Health effect of outdoor air pollution". Am J Respir Crit Care Med. 153:3-50.

5. Farhudi A, Halabchi F, Ahmadinjad A (2004). "Athletic asthma, and how to teat it". Journal of medical council of islamic republic of iran. 22 (1). 45-54.
6. Fazlolahi MR (2002). "The role of anti -oxidants in respiratory system's sllergic diseases". Iranian Children Diseases, 13: 13-17.
7. Gaeini A A, Hamedinia M R (2005). "The effect of aerobic exercises on oxidative stress during rest and after exhaustion exercise in athletic students". research in sports sciences. 3 (8). 53-64.
8. Geraint Florida -James., Ken Donaldson., Vicki Stone (2004). "The pollution climate and athletic performance". Pub Med 22, 967– 980.
9. Giesbrecht G. G., Younes M (1995). "Exercise and cold -induced asthma". Can. J.Appl. Physiol. 20, 300–314.
10. Lacroix V. J (1999)." Exercise -induced asthma". J. Physician Sports Med. 27, 23 -28.
11. Harris DL (2000)."Weight loss, not aerobic exercise, improves pulmonary function in older obese men". 55 (8), 453-715.
12. Jaakkola JJK, Nafstad P, Magnus P (2001). "Environmental tobacco smoke, parental autopsy, and childhood asthma". Environ Health Perspect 2001; 109: 579 -82.
13. Lippi G., Guidi GC (2008). Maffulli N "The Air pollution and sports performance in Beijing". Pub Med 29, 696-8, 2008.
14. Liu A. H., Spahn J. D., Leung D. Y. M (2004). "Childhood Asthma. In: Behraman, Kliegman, Jenson". Nelson Textxbook of Pediatrics Disease. 17th ed. Philadelphia, Saunders. pp 760–466.
15. Nel A (2005). "Atmosphere: enhanced: air pollution -related Illness: effects of particles". Science. 308, 804–6.
16. Pope C.A (2000). Review: "Epidemiological basis for particulate air pollution health standards". AEROSOL. SCI. TECH. 32 (1): 9-13.
17. Pope C.A (1991). "Lung function testing: selection of reference values and interpretative strategies". Am. Rev. Resp. Dis. 144. 1202-1218.
18. Salvi S, Blomberg A, Rudell B, et al (1999). "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. 159, 702 -709.
19. School Template - FINAL DRAFT (2006). "Guidance on Ozone Pollution and Physical Activities". For most current version contact Jacqueline Lentz, HDHHS Bureau of Air Policy at. pp 713 -794 -9302.
20. Schwartz J, Morris R (1995). "Air pollution and hospital admissions for cardiovascular disease in Detroit, Michigan". Am J Epidemiol. 142: 23 -35.
21. Seaton A, Mac Nee W, Donaldson K, Godden D (1995). "Particulate air pollution and acute health effects". Lancet. 345. 176-178.
22. Sundeep Salvi, Anders Blomberg, Bertil Rudell, Frank Kelly, Thomas Sandstrom, Stephen T. Holgate (1999). "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. 159, 702 -709.
23. Tarlo, S.M., Urch, R.B. and Silverman, F (2003). " Air pollution and exercise". Current Therapy in Sports Medicine, 20-35.

24. W.Daniel shmide, Craig J, Biwer, and Linda K (2001). "Effects of long versus short bout exercise on fitness and weight loss in overweight females". *Journal of the American Cillage of Nutrition*. 20:494-501.
25. Wilber R. L., Rundell K. W., Szmedra L., Jenkinson D. M., Im J., Drake S. D (2002). "Incidence of exercise induced bronchospasm in Olympic winter sport athletes". *Med. Sci. Sports. Exerc.* 32: 732-7.
26. William C. Adams (2006). "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*, 18, 413-422.
27. William D. McArdel, Frank I. Katch, Victor L. Katch. Translate by Asghar Khaledan.(2004). "Exercise Physiology: Nutrition and Human Performance" 3st ed., thran: samt Publication; 2004.
28. W. P. Vanhelfler, R. C. Goofle, and M. W. Raflomski (1984). "Effect of anaerobic and aerobic exercise of equal duration and work expenditure on plasma growth hormone levels". *Eur J Appl Physiol*, 52, 255-257.

