Iran Occupational Health

Iran Occupational Health. 2021 (01 Feb);18: 3

Original Article

http://ioh.iums.ac.ir

# Effects of Moderate Intensity Interval Training on workers suffering from Restrictive Lung Diseases associated with working in Polluted environment of Iron Ore Mines

**Abdolhakim Batajrobe,** Department of Sport Sciences, University of Birjand, Birjand, Iran.

**Mohsen Mohammadnia Ahmadi,** (*Corresponding author), Department of Sport Sciences, University of Birjand, Birjand, Iran.. m.m.ahmadi2005@birjand.ac.ir

**Mehdi Mogharnasi,** Department of Sport Sciences, University of Birjand, Birjand, Iran.

## Abstract

**Background and aims:** Impaired (Restricted) lung function, is one of the major problems of iron ore mine workers, exposed to occupational dust. In this regard, there is limited evidence that shows the benefits of pulmonary rehabilitation in restrictive lung disease. Moreover, the purpose of this study was to investigate the effects of 12 weeks of moderate intensity, periodic exercises, on the pulmonary function's basic parameters, in the patients with Restrictive Lung Disease (RLD), working in polluted environment of Iron ore mines.

**Methods:** To accomplish this, 30 patients with a mild restrictive pulmonary disease, were selected from workers of Sangan Iron mine in the city of Khaf, then they were randomly divided into two groups: 1) periodic exercise with moderate intensity and 2) control. The study's duration was 12 weeks (3 sessions per week). During this period, the travelling time, progressively increased from 10 to 32 minutes. At the beginning and the end of the study, pulmonary indices (FEV1 and FVC) and functions (Maximum Aerobic Speed (MAS) test), were performed and used for the final statistical analysis, as well as Rate of Perceived Exertion (RPE).

**Results:** The results showed that the respiratory parameters in the first group (FEV1 and FVC), increased significantly ($p<0.001$). Meanwhile, in the treatment group, average travelling distance significantly increased in the MAS test ($P<0.0001$). Also, after the intervention time, the Rate of Perceived Exertion (RPE) significantly decreased.

**Conclusion:** Based on the results obtained from this research, the moderate intensity periodic exercises, improved the indication of the cardio-pulmonary performance in the RLD workers. Also, the same protocol can be used in other jobs with polluted environment.

**Conflicts of interest:** None

**Funding:** None

**Keywords**

Restrictive pulmonary disease (RLD)

Polluted environment

Interval Training

Forced Vital Capacity

Forced Expiratory Volume

Received: 2018/10/31

Accepted : 2019/11/6

Copyright © 2021 The Authors. Published by Tehran University of Medical Sciences.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[ Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-08-01 ]

[ DOI: 10.52547/ioh.18.1.32 ]

## INTRODUCTION

Long recognized as being arduous and liable to injury and disease, iron mining is an ancient occupation. Coal mine dust, is a mixture of more than 50 substances. The high level of dust exposure in different types of mines and impaired lung function, is one of the common health concerns of miners exposed to inorganic dust. Acute respiratory exacerbation resulting from impaired lung function, increases the morbidity and mortality rate, in workers who are exposed to occupational dust, including the iron mine workers (1). Chronic respiratory conditions are diagnosed, using the lung function tests that primarily evaluate the forced vital capacity (FVC) and forced expiratory volume in 1 second ($FEV_1$). By predicting the percentage value of the FVC and $FEV_1$ with $FEV_1$ /FVC ratio (2), restrictive and obstructive lung disorders are clinically diagnosed. Large epidemiological studies have revealed that, as a result of interstitial lung disease, a substantial proportion of the population, have non-obstructive abnormal spirometry results. A lot more than what was expected. The Restrictive Spirometry Pattern (RSP) or restrictive impairment is the most widely accepted term to define non-obstructive spirometry. Patients with Restrictive Lung Diseases (RLD), often report a positive impact on their exercise tolerance, muscle power, daily living activities and health-related qualities. An increased level of fatigue and dyspnea was reported as well. Respiratory impairment and alterations in gas exchange may obviously cause exercise limitation in these patients. Peripheral muscle weakness is considered to implicate in their disability and handicapness (3).

Pulmonary rehabilitation, is an established therapeutic intervention in Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD), which improves the exercise tolerance and quality of life and reduces hospital admission. However, evidence of the pulmonary rehabilitation's benefits, in restrictive lung disease is limited. In a review of the benefits of pulmonary rehabilitation in non-COPD patients, Crouch and Macintyre have suggested that functional improvement of non-COPD patients, are similar to those obtained by COPD patients. Also, in another study, Kagaya and colleagues, determined the effects of home-based pulmonary rehabilitation in RLD patients. These Patients showed a significant improvement in, inspiratory and expiratory muscle power, the 6-minute walking distance, the chronic respiratory disease questionnaire, the short-form 36, and decreased MRC scores, after 6 months (4).

On the other hand, physical activity is commonly prescribed as a rehabilitation treatment for these patients. Recent studies have shown positive effects of aerobic training on indices such as FVC, $FEV_1$ and maximum oxygen intake. In addition, as demonstrated by changes in oxidative enzyme protein content/ activity as well as improved insulin sensitivity, high-intensity interval training, is a time-efficient strategy to induce rapid adaptation in skeletal muscles. Also, this training module is more appealing compared to moderate-intensity exercises (5).

In relation to pulmonary diseases, Glosekl and colleagues, compared Moderate-intensity Continuous (MIC) treadmill workout with High-intensity Training (HIT) in patients with COPD. It seems that both MIC and HIT treadmill workouts are feasible exercise schedules. Therefore, high-intensity interval training is considered as a new rehabilitation method in patients suffering from RLD (6). However, the effectiveness of this types of exercises in RLD patients has not been investigated so far. A few studies has been done, about the effectiveness of exercise and training on pulmonary performance, in the contaminated urban environments. In addition, in the available publications, there are no records of studies that have considered the effects of high-intensity interval training in patients with restricted lung diseases (RLD) involved in Polluted environment such as iron ore mines. Therefore, the main aim of the study was to test whether high-intensity interval training (HIIT) affects workers suffering from restricted lung diseases (RLD) working in Polluted environment of iron ore mines.

## METHODOLOGY

### *Study design and participants:*

The present study was a semi-experimental study, which was carried out using pre-testing and post-testing of the two groups. The statistical population of this study were iron ore miners (600 people) that worked at five mining points (extraction, crushing, road building, mining and site security). At the end, 30 people were divided into 2 groups (HIIT group, n=15; control group, n=15).At the beginning and the end of the training period, pre-tests were performed to measure the pulmonary (spirometry), functional (aerobic maximum test), RPE, as well as their heights and weights. Since, at the time of the study, there were no clinical trial registration centers in our country, clinical trials of the two groups, on the bases of the Helsinki's declaration, was conducted without any registration. Participants signed a written agreement prior to their participation. Also, the study was approved by the ethics committee of Birjand University of Medical Sciences (Ir.bums.REC.1396.286).

### *Assessment*

### *Pulmonary Function Tests:*

Pulmonary function tests, including the spirometry total lung capacity test, were performed



[ Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-08-01 ]

[ DOI: 10.52547/ioh.18.1.32 ]

according to standard techniques and ATS/ERS guidelines.[15] All the measured parameters were presented by the percentage of predicted (% pred) values of the European Community of Coal and Steel, even though they were published in the liter volume(7).

*Maximum Aerobic Speed test (MAS):*

Exercise tests, are commonly used to evaluate the disabilities and the treatment responses of the pulmonary patients. In recent years, there has been increasing interest in the simple exercise tests, that do not require complex technology to perform, and are more relevant to daily activities compared to cycle ergometer oxygen consumption tests. The most common simple exercise test is, the Six-Minute Walking Test (6MWT), that can be performed in most clinical settings and does not ordinarily require close medical supervision. The Maximum Aerobic Speed Test (MAST), is another kind of exercise tests. The maximal test was carried out on the 200-m outdoor track calibrated by cones. The rate of perceived efforts was immediately measured after the test, using a dyspnea category ratio (CR) 10 scale (8).

*Training intervention:*

The exercise program included three days of high-intensity endurance training per week (for 12 weeks). The exercise program included 1-minute training (with 60-85% MAST) and 1-minute rest intervals (with 30-55% MAST). Total time spent, progressively increased from 10 minutes to 32 minutes (**Table 1**). The second group did nothing but their professional work. During all exercise sessions, patients were monitored for blood pressure, heart rate and any other symptoms. During the sessions, patients were also educated for symptom management and encouraged to increase their physical activity level on non-training days (6).

*Statistical Analysis:*

All clinical and physiological parameters were presented as mean ± SD. Patient's baseline characteristics, including all primary and secondary parameters, and the delta changes from baseline (Δ=post– pre-intervention), were compared between the MIIT and the control groups by independent two-sample t test. The statistical analyses were conducted using SPSS v.22 software. The level of significance was set at $p < 0.05$.

## RESULT

Baseline characteristics and physiological data of the HIIT (n =15) and the control groups (n = 15) are shown in table 2. At the baseline, there were no differences between the groups regarding the patient's characteristics, comorbidities, physiological and clinical parameters or medications (**Table 2 and 3**).

Following the intervention, the primary and the secondary outcomes were achieved in the study.

**Table 1**. Training program of Intervention group

| Group | 1st Month | 2nd Month | 3rd Month |
|---|---|---|---|
| HIIT | 2 Sets, 3 Repetitions | 3 Sets, 3 Repetitions | 4 Sets, 4 Repetitions |
| | 1- minute with 60% of MAST | 1- minute with 70% of MAST | 1- minute with 85% of MAST |
| | 1- minute with 30% of MAST | 1- minute with 40% of MAST | 1- minute with 55% of MAST |
| | 4-minute: rest between sets | 4-minute: rest between sets | 4-minute: rest between sets |

**Table 2.** Baseline characteristics of the study population (n = 30)

| | Control (n=15) | HIIT (n=15) | P value |
|---|---|---|---|
| **Age, years** | 31.53 ± 0.74 | 21.13 ± 1.03 | 0.13 |
| **BMI** | 24.8 ± 0.71 | 23.77 ± 0.68 | 0.15 |
| **Work History in Iron Ore Mine, years** | 5.2 ± 0.5 | 4.7 ± 0.6 | 0.12 |
| ***Resting pulmonary parameters*** | | | |
| **FVC (Lit)** | 2.86 ± 0.12 | 3.64 ± 0.15 | 0.08 |
| **$FEV_1$ (Lit)** | 2.75 ± 0.14 | 3.41 ± 0.16 | 0.12 |
| **$FEV_1$/FVC (%)** | 95.68 ± 1.70 | 93.53 ± 1.40 | 0.18 |
| ***Exercise capacity and dyspnea*** | | | |
| **Maximal Aerobic Speed Test (meter)** | 460.20 ± 2.09 | 469.53 ± 1.87 | 0.12 |
| **Dyspnea category ratio (CR) 10 scale** | 3.73 ± 0.15 | 6.86 ± 0.53 | 0.25 |
| **Values are presented as means ± SD or n (%).** | | | |



[ Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-08-01 ]

[ DOI: 10.52547/ioh.18.1.32 ]

**Table 3.** Mean changes from baseline to 12 weeks (raw differences) and mean differences of changes between the HIIT and the control groups for primary and secondary parameters in RLD patients

| | Control (n=15) | HIIT (n=15) | Mean difference (95% CI) | P value |
|---|---|---|---|---|
| *Pulmonary function test* | | | | |
| Δ FVC (Lit) | -0.12 ± 0.04 | 0.59 ± 0.05 | 0.71 (0.57 to 0.86)* | 0.0001 |
| Δ $FEV_1$ (Lit) | -0.16 ± 0.04 | 0.34 ± 0.04 | 0.50 (0.38 to 0.62)* | 0.0001 |
| Δ $FEV_1$/FVC (%) | -9.43 ± 6.29 | -5.17 ± 0.8 | 4.26 (-8.74 to 17.26) | 0.5 |
| *Exercise capacity and dyspnea* | | | | |
| Δ Maximal Aerobic Speed Test (meter) | 1.26 ± 1.4 | 103.6 ± 3.12 | 102.3 (95.3 to 109.3)* | 0.0001 |
| Δ Dyspnea category ratio (CR) 10 scale | 3.4 ± 0.27 | -3.4 ± 0.25 | -6.8 (-7.5 to -6.02)* | 0.0001 |

Values are presented as means ± SD or n (%). Significant differences between the groups: * $p < 0.001$.

Compared to the control group, the HIIT group improved their functional capacity (mean differences of raw deltas): ΔMAST, 95.54 meter (95% CI 95–109, $p < 0.0001$); pulmonary function: ΔFVC, 0.71 Lit (95% CI 0.57–0.86, $p < 0.0001$); Δ$FEV_1$, 0.5 Lit (95% CI 0.38–0.62, $p < 0.0001$), and dyspnea category ratio (CR) 10 scale: ΔCR, - 6.8 points (95% CI -7.5 to -6.01, ($p < 0.0001$); Table 3).

## CONCLUSIONS

In conclusion, our results strengthens the evidence for the role of HIIT-based pulmonary rehabilitation program in RLD patients. HIIT improves the pulmonary functions, exercise tolerance, functional capacity and the dyspnea category ratio (CR) in patients suffering from RLD. Our suggestion is to include, the supervised group HIIT of RLD patients, as a part of the standard comprehensive treatment. More research is warranted regarding the long-term prognostic impact of this treatment on RLD.

## CONFLICT OF INTEREST

"The authors declare that there are no conflicts of interest regarding the publication of this manuscript".

[ Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-08-01 ]

[ DOI: 10.52547/ioh.18.1.32 ]

**How to cite this article:**
Abdolhakim Batajrobe, Mohsen Mohammadnia Ahmadi, Mehdi Mogharnasi. Effects of Moderate Intensity Interval Training on workers suffering from Restrictive Lung Diseases associated with working in Polluted environment of Iron Ore Mines. Iran Occupational Health. 2021 (01 Feb);18:3.

***This work is published under CC BY-NC-SA 4.0 licence**

سلامت کار ایران
دوره ۱۸ - ۱/۱۴۰۰

مقاله پژوهشی
http://ioh.iums.ac.ir

# تأثیر یک دوره تمرین تناوبی با شدت متوسط بر کارگران مبتلا به بیماری تحدیدی ریوی شاغل در محیط آلوده معدن سنگ معدن

**عبدالحکیم باتجربه:** کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.
**محسن محمدنیا احمدی:** (* نویسنده مسئول) استادیار فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران . m.m.ahmadi2005@birjand.ac.ir
**مهدی مقرنسی:** استاد فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

## چکیده

**زمینه و هدف:** کار در معدن یک شغل قدیمی محسوب شده و به عنوان کاری دشوار و آسیب زا شناخته می شود. نقص عملکرد ریه (از نوع تحدیدی) یکی از مشکلات عمده کارگرانی است که در معرض آلودگی شغلی قرار دارند. توانبخشی ریوی یکی از مداخله های درمانی مشخص در بیماری های انسدادی ریوی، از جمله بیماری مزمن انسدادی ریوی محسوب می شود که منجر به بهبود تحمل فعالیت های ورزشی و کیفیت زندگی شده ونیز در کاهش تعداد بستری شدگان در بیمارستان، نقش مهمی را ایفا می کند. با توجه به وجود مستندات اندک، درباره فواید برنامه توانبخشی ورزشی در مبتلایان به ناراحتی تحدیدی ریه، هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر ۱۲ هفته تمرین تناوبی متوسط، بر شاخص های اساسی عملکرد ریوی مبتلایان به بیماری تحدیدی ریوی شاغل در محیط آلوده معدن سنگ آهن می باشد. این پژوهش به صورت نیمه تجربی و به روش میدانی و با طرح پیش آزمون – پس آزمون اجرا گردیده است.

**روش بررسی:** بدین منظور، از میان ۶۰۰ کارگر شاغل در معدن سنگ آهن پس از انجام آزمایش های اولیه (تست اعتیاد و اسپیرومتری)، تعداد ۳۰ بیمار مبتلا به بیماری تحدیدی ریه (درجه متوسط (50<<FVC 70)؛ میانگین سنی (۴/۲±۳۰/۳ سال)، میانگین قدی (۷/۷±۱۷۵/۱ سانتی متر)، میانگین وزنی (۱۴/۲±۷۸/۲ کیلوگرم) و شاخص توده بدنی (۴/۵±۲۵/۵) انتخاب شدند. در شروع مطالعه، پیش آزمون های مربوط به شاخص های ریوی ($FEV_1$، FVC و $FEV_1$/FVC) و عملکردی (آزمون حداکثر سرعت هوازی)، میزان درک تلاش و همچنین اندازه گیری های مربوط به قد، وزن و BMI آزمودنی ها انجام گرفت. سپس آزمودنی ها به دو گروه تمرین تناوبی با شدت متوسط (با ۶۰–۸۵ درصد حداکثر سرعت هوازی) و کنترل تقسیم شدند. طول مدت مطالعه، ۱۲ هفته (۳ جلسه در هفته) در نظر گرفته شد. در این مدت، کل زمان پیموده شده در گروه ۱ و ۲، بطور پیشرونده ای از ۱۰ به ۳۲ دقیقه افزایش یافت. همه بیماران، تحقیق را به پایان رساندند و به تحلیل نهایی راه یافتند. در پایان مطالعه، پیش آزمون های مربوط به شاخص های ریوی($FEV_1$، FVC و $FEV_1$/FVC) و عملکردی (میزان درک تلاش و آزمون حداکثر سرعت هوازی (MAS)) انجام و برای تحلیل آماری نهایی مورد استفاده قرار گرفت. برای تجزیه و تحلیل داده های پیش آزمون و پس آزمون در گروه های مورد مطالعه پس از ۱۲ هفته تمرین تناوبی با شدت متوسط و همچنین مقایسه بین گروه ها در هر یک شاخص های مورد نظر، از آزمون t مستقل استفاده و سطح معنی دار ۰/۰۵ در نظر گرفته شد

**یافته ها:** *در شروع مطالعه، دو گروه به لحاظ ویژگی های فیزیولوژیکی و تن سنجی تفاوتی نداشتند. بعد از مطالعه ۱۲ هفته ای، نتایج حاکی از افزایش معنی دار (p=۰/۰۰۱) شاخص های عملکرد ریوی (FVC و $FEV_1$) پس از دوره تمرینی در گروه تجربی بوده و میانگین مسافت پیموده شده در آزمون MAS نیز با افزایش (p=۰/۰۰۰۱) همراه گردید. همچنین میزان درک تلاش (RPE) را نیز بطور معنی داری کاهش داده است (p=۰/۰۰۰۱).

**نتیجه گیری:** این تحقیق جز معدود تحقیقاتی است که تأثیر تمرین تناوبی با شدت متوسط بر شاخص های عملکرد ریوی، قلبی تنفسی و شاخص درک از تلاش کارگران بیمار مبتلا به بیماری تحدیدی ریوی شاغل در محیط آلوده معدن سنگ آهن را مورد بررسی قرار داده است. براساس نتایج، استفاده از تمرین تناوبی با شدت متوسط در بهبود شاخص های عملکرد ریوی کارگران مبتلا به بیماری تحدیدی ریوی، مؤثر بوده و می توان از این نوع تمرین در سایر مشاغل در معرض آلودگی نیز استفاده نمود.

***تعارض منافع:*** *گزارش نشده است.*
***منبع حمایت کننده:*** *ندارد.*

**کلیدواژه‌ها**
بیماری تحدیدی ریه
محیط آلوده
تمرین تناوبی
ظرفیت حیاتی اجباری
حجم بازدمی اجباری

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۸/۱۵

**شیوه استناد به این مقاله:**
Abdolhakim Batajrobe, Mohsen Mohammadnia Ahmadi, Mehdi Mogharnasi. Effects of Moderate Intensity Interval Training on workers suffering from Restrictive Lung Diseases associated with working in Polluted environment of Iron Ore Mines. Iran Occupational Health. 2021 (01 Feb);18:3.

*انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC-SA 4.0 صورت گرفته است



[ Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-08-01 ]
[ DOI: 10.52547/ioh.18.1.32 ]

## مقدمه

کار در معدن یک شغل قدیمی محسوب شده و به عنوان کاری دشوار و آسیب زا شناخته می شود. ذرات موجود در معدن مشتمل بر ترکیبی از ۵۰ ماده معدنی همچون کائولینیت، کالسیت، پیریت و کوارتز (سیلیس) می باشد (۱). سطح قرارگیری در معرض آلودگی در معادن مختلف، بالا بوده و اختلال در عملکرد ریه، یکی از نگرانی های معمول سلامتی در کارگرانی است که در معرض آلودگی غیر ارگانیک قرار دارند (۲). نقص عملکرد ریه منجر به وخامت تنفسی حاد و افزایش شیوع و مرگ و میر ناگهانی ریوی در کارگرانی می شود که در معرض آلودگی شغلی قرار دارند (۳).

شرایط مزمن تنفسی بوسیله ابزارهای آزمون عملکرد ریه مشخص می شود که اصولاً ظرفیت حیاتی اجباری (FVC) و حجم بازدمی اجباری در یک ثانیه ($FEV_1$) را ارزیابی می کنند. ناراحتی ریوی انسدادی[1] و تحدیدی[2] بطور کلینیکی بوسیله درصد مقدار پیش بینی FVC و $FEV_1$ با نسبت $FEV_1/FVC$ مشخص می شود (۲). الگوی انسدادی به عنوان کاهش نامتناسب در $FEV_1$ نسبت به FVC تعریف می گردد که منجر به نسبت غیر طبیعی $FEV_1/FVC$ می شود (۴). بررسی های اسپیرومتری گذشته نشان می دهد که طی سال های ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۰، حدود ۱۵ درصد از افراد بالغ آمریکایی بین ۲۵ تا ۷۴ سال، بسیاری از درجات اختلال انسدادی عملکرد ریوی را دارا بودند (۵). در مقابل، مطالعات همه گیرشناسی بسیاری (۶، ۷ و ۸) نشان داده اند که بخش عمده ای از جامعه، نتایج اسپیرومتری غیر طبیعی غیر انسدادی دارند (۴). در بررسی اسپیرومتری سال های ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۰ نیز، تقریباً ۶ درصد از افراد بالغ بالای ۱۷ سال، گرفتار ناتوانی غیر انسدادی بودند (۵). گسترده ترین اصطلاح پذیرفته شده برای تعریف اسپیرومتری غیرانسدادی، الگوی اسپیرومتری تحدیدی (RSP)[3] یا اختلال تهویه ای تحدیدی (RVD)[4] یا اختلال تحدیدی می باشد (۴). بیماران مبتلا به این بیماری ها اغلب مشکلاتی مانند کاهش در تحمل فعالیت ورزشی، فعالیت های زندگی روزانه، نیروی عضلانی، کیفیت زندگی مرتبط با تندرستی و افزایش در سطوح خستگی و تنگی نفس (dyspnea) را گزارش می کنند (۹ و ۱۰). نقص تهویه ای و تغییر در تبادل گازی همراه با ضعف احتمالی عضلانی بطور آشکار باعث محدود شدن فعالیت ورزشی در این بیماران می گردد (۹، ۱۰ و ۱۱).

توانبخشی ریوی یکی از مداخله های درمانی مشخص در بیماری های انسدادی ریوی از جمله بیماری مزمن انسدادی ریوی (COPD)[5] محسوب می شود که منجر به بهبود تحمل فعالیت ورزشی و کیفیت زندگی گشته و بستری در بیمارستان را نیز کاهش می دهد (۱۲ و ۱۳). با این حال، استفاده از برنامه توانبخشی برای بیماران مبتلا به ناراحتی تحدیدی ریه و بیماری تنفسی شدید پایدار یا کسانی که تحت جراحی سینه قرار گرفته اند، مرسوم نیست (۱۴). از طرفی معلوم نیست که برنامه توانبخشی خانه محور در بیماران ریوی غیر انسدادی مؤثر باشد. ضمناً اطلاعات محدودی درباره ی سودمندی توانبخشی ریوی در بیماری تحدیدی ریوی وجود دارد (۹). به عنوان نمونه کاگایا[6] و همکاران (۲۰۰۹) در تحقیقات خود اثربخشی یک برنامه توانبخشی ریوی خانه محور را در بیماران مبتلا به بیماری ریوی تحدیدی بررسی کرده و بهبود نیروی عضلات تنفسی، تحمل فعالیت ورزشی در آزمون مسافت راه رفتن ۶ دقیقه ای (6WMT)[7]، کیفیت زندگی مرتبط با تندرستی و درک از تنگی نفس را در این بیماران گزارش نمودند و این میزان بهبود، مشابه با پیشرفت مشاهده شده در بیماران مبتلا به COPD بود (۱۵). ساهی[8] و همکاران (۲۰۱۰) نیز به بررسی تأثیر یک دوره توانبخشی ریوی در بیماران مبتلا به بیماری تحدیدی ریوی (RLD) پرداخته و پاسخ خوب بیماران را بعد از ۱۲ هفته گزارش کردند. البته پس از ۲۴ هفته در اکثر مبتلایان، بهبود کلینیکی معنی داری مشاهده گردید (۱۶).

استفاده از فعالیت های هوازی یکی از روش های بازتوانی است که در مقایسه با سایر روش های تمرینی، بهبود بیشتری در شاخص های ریوی همچون FVC و $FEV_1$ و شاخص عملکردی همچون حداکثر اکسیژن مصرفی ($maxVO_2$) ایجاد می کند (۱۷). از سویی، یکی از برنامه های فعالیت ورزشی که اخیراً مورد توجه پژوهشگران فیزیولوژی ورزشی قرار گرفته، فعالیت تناوبی شدیدی (HIIE)[9] است که شامل تناوب های فعالیت ورزشی با شدت زیاد و تناوب های استراحتی فعال با شدت کم یا استراحت غیرفعال می باشد. فعالیت تناوبی شدید اگر به صورت منظم دنبال شود، ضمن اینکه جذاب تر از تمرینات تداومی با شدت متوسط هستند (۱۸)، همانند این تمرینات موجب افزایش عملکرد هوازی ورزشکاران

1 Obstructive Pulmonary Disease
2 Restrictive Pulmonary Disease
3 Restrictive Spirometry Pattern (RSP)
4 Restrictive Ventilatory Disease (RVD)

5 Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD)
6 Kagaya
7 Six-Minute Walking Test (6WMT)
8 Salhi
9 High Intensity Intermittent Exercise (HIIE)



[ Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-08-01 ]

[ DOI: 10.52547/ioh.18.1.32 ]

نیز می شوند (۱۹). این تمرینات به ویژه هنگامی که زمان تمرین محدود است، بسیار حائز اهمیت می گردند. در رابطه با تأثیر HIIT بر بیماری های ریوی، گلوئک[1] و همکارانش (۲۰۱۵) در مطالعه ای نشان دادند که افراد مبتلا به COPD، پس از تمرین HIIT در مقایسه با تمرین تداومی با شدت متوسط (MICT)[2] متوجه تنگی نفس کمتری شدنده اند (۲۰). بنابراین تمرین تناوبی شدید به عنوان یک روش بازتوانی جدید در این بیماران مورد توجه قرار دارد و علاوه بر تأثیرگذاری، به لحاظ نیاز به زمان اجرایی کوتاه تر،نیز حائز اهمیت می باشد، هر چند تاکنون اثربخشی این مدل تمرین ها در بیماران مبتلا به ناراحتی ریوی تحدیدی مورد بررسی قرار نگرفته است. ضمن اینکه تحقیقات اندک انجام شده تأثیر تمرینات مختلف ورزشی بر عملکرد تنفسی را در محیط آلوده شهری (۲۱) مورد توجه قرار داده اند. از طرفی، براساس تحقیقات صورت گرفته تا حال حاضر، تأثیر تمرین تناوبی شدید بر روی کارگران معدن مبتلا به ناراحتی ریوی تحدیدی، بررسی نشده است. بنابراین پژوهش حاضر درصدد بررسی این موضوع است که آیا استفاده از چنین تمریناتی در محیط آلوده می تواند بهبودی در اختلالات ریوی کارگران شاغل در معدن ایجاد نماید و یا از تشدید بیماری آن ها جلوگیری نماید؟ لذا پرداختن به این موضوع با هدف ارائه راهکار احتمالی جهت کمک به بهبود وضعیت سلامت ریوی کارگران شاغل در محیط های آلوده ای همچون معدن سنگ آهن که در نهایت مانع اخراج آن ها از معدن به خاطر ابتلا به بیماری ریوی می گردد، ضروری به نظر می رسد.

## روش بررسی

تحقیق حاضر از نوع نیمه‌تجربی بوده که به روش پیش‌آزمون-پس‌آزمون با ۲ گروه انجام گردید. جامعه آماری این تحقیق را کارگران معدن سنگ آهن سنگان خواف (۶۰۰ نفر) تشکیل داده اند که در پنج نقطه معدن (استخراج، سنگ شکن، راه سازی، معدن و سایت نگهبانی) مشغول به کار بودند. از بین این افراد ۴۵ نفر در رده سنی ۲۸ تا ۳۵ سال (که در بازه زمانی مهر ۹۵ تا فروردین ۹۶ در قسمت های مختلف معدن مشغول به کار بودند) بصورت تصادفی (افراد در مناطق دارای بیشترین و کمترین تراکم آلودگی حداکثر ۱۴۱ میلی گرم بر متر مکعب و حداقل ۹۸ میلی گرم بر متر مکعب و تراکم مجاز براساس استاندارد OSHA مساوی ۱/۷۱ میلی گرم بر متر مکعب)، انتخاب شدند. ملاک ورود به برنامه تمرینی، ابتلا به بیماری تحدیدی ریوی با درجه متوسط (۷۰≥FVC≥۵۰) بود. برای شناسایی و غربال اولیه ی آزمودنی ها از نمونه گیری خونی برای جدا کردن افراد سیگاری و معتاد و همچنین از پرسشنامه برای حذف افراد بیمار یا دارای سابقه بیماری قبلی یا افرادی که تحت جراحی های مختلف قرار گرفته اند، استفاده شد. در نهایت ۳۰ نفر در ۲ گروه ۱۵ نفری تقسیم بندی شدند. میزان فعالیت بدنی، اطلاعات فردی و وضعیت جسمانی، سطح فعالیت بدنی اولیه افراد و سابقه ابتلا به بیماری هایی همچون آسم، آلرژی و ناراحتی قلبی با استفاده از پرسشنامه تعیین گردید.

پس از انجام پیش آزمون های مربوط به اندازه گیری شاخص های ریوی (اسپیرومتری) و عملکردی (آزمون حداکثر سرعت هوازی)، شاخص درک از تلاش (RPE)[3] و همچنین اندازه گیری های مربوط به قد و وزن، آزمودنی ها در دو گروه ۱) تمرین تناوبی با شدت متوسط و ۲) کنترل؛ تقسیم شدند. برنامه تمرینی گروه ۱ (جدول ۱)، از نوع تمرین استقامتی تناوبی با شدت متوسط بود که سه جلسه در هفته (۱۲ هفته) اجرا می گردید. برنامه تمرینی مشتمل بر تناوب های ۱ دقیقه ای فعالیت (با ۶۰-۸۵ درصد حداکثر سرعت هوازی) و تناوب های ۱ دقیقه ای استراحت (با ۳۰-۵۵ درصد حداکثر سرعت هوازی) بود. کل زمان پیموده شده در گروه ۱ و ۲، به طور پیشرونده ای از ۱۰ دقیقه به ۳۲ دقیقه افزایش یافت. گروه دوم هیچ فعالیتی به جز کار حرفه ای انجام نداد. در نهایت، ۴۸ ساعت پس از پایان جلسه آخر تمرینی مجدداً اندازه گیری های اولیه تکرار شد (۲۲). برای جلوگیری از خطرات احتمالی در موقع اجرای آزمون آمبولانس، کپسول اکسیژن، پزشک متخصص داخلی و عمومی آماده خدمت رسانی بودند، ضمن اینکه این تحقیق تحت نظارت کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی بیرجند با کد ۲۸۶. ۱۳۹۶. REC. bums. Ir انجام گردید.

### *آزمون عملکرد تنفسی*

آزمون عملکرد تنفسی مشتمل بر ظرفیت کلی ریه مطابق با تکنیک های استاندارد و راهنمایی های انجمن قفسه سینه آمریکا (ATS)[4] و انجمن تنفسی اروپا (ERS)[5] اجرا گشته و همه سنجش ها به شکل درصدی از مقدار پیش بینی شده (Pred %) انجمن اروپایی زغال سنگ و فولاد نشان داده شد (۲۳).

1 Gloeckl
2 Moderate Intensity Continues Training (MICT)
3 Rate of Perceived Exertion (RPE)
4 American Thoracic Society (ATS)
5 European Respiratory Society (ERS)



[ Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-08-01 ]
[ DOI: 10.52547/ioh.18.1.32 ]

**جدول ۱.** برنامه تمرینی گروه مورد مطالعه

| گروه | ماه اول | ماه دوم | ماه سوم |
|---|---|---|---|
| تمرین تناوبی با شدت متوسط | ۲ نوبت ۳ تکراری | ۳ نوبت ۳ تکراری | ۴ نوبت ۴ تکراری |
| | ۱ دقیقه با ۶۰ درصد حداکثر سرعت هوازی | ۱ دقیقه با ۶۰ درصد حداکثر سرعت هوازی | ۱ دقیقه با ۸۵ درصد حداکثر سرعت هوازی |
| | ۱ دقیقه با ۳۰ درصد حداکثر سرعت هوازی | ۱ دقیقه با ۳۰ درصد حداکثر سرعت هوازی | ۱ دقیقه با ۵۵ درصد حداکثر سرعت هوازی |
| | ۴ دقیقه استراحت بین نوبت | ۴ دقیقه استراحت بین نوبت | ۴ دقیقه استراحت بین نوبت |

*آزمون حداکثر سرعت هوازی*

آزمون های مختلفی برای ارزیابی ناتوانی و پاسخ بیماران مبتلا به ناراحتی ریوی به مداخلات تمرینی استفاده می شود. در سال های اخیر آزمون هایی مورد توجه قرار گرفته اند که به فن آوری خاصی برای اجرا نیاز نداشته و ارتباط نزدیکی با آزمون های روی چرخ کارسنج دارند. گسترده ترین آزمون ورزشی مورد استفاده، MWT۶ می باشد که در مجموعه های درمانی بکار گرفته شده و نیاز به نظارت زیادی ندارد. بعلاوه از آزمون راه رفتن رفت و برگشتی (SWT)[1] نیز بطور گسترده در اروپا استفاده می شود که در آن از یک مترونوم برای هدایت آزمودنی ها استفاده می گردد تا بطور فزاینده تا زمان ناتوانی، سریع تر راه بروند. آزمون های SWT نیز همچون آزمون MWT۶ از اعتبار کافی برای استفاده در مداخلات درمانی برخوردار است (۲۴)یکی از این آزمون ها، آزمون حداکثر سرعت هوازی (MAS)[2] می باشد (۲۲). به منظور اجرای این آزمون، تعدادی مخروط آبی رنگ در یک مسیر ۲۰۰ متری در فواصل ۲۰ متری قرار داده شده بود و در فاصله ۲ متری قبل از هر مخروط آبی یک مخروط قرمز رنگ قرار داشت. وسط هر مسیر ۲۰ متری نیز با یک مخروط زرد رنگ به منظور حفظ سرعت مشخص شد (۲۵). آزمونگر با سوت و کرونومتر، زمان و سرعت را کنترل می نمود. آزمون با سرعت ۶ کیلومتر بر ساعت شروع (یعنی آزمودنی مسافت ۱۰۰ متر را در یک دقیقه طی کند یا فاصله بین دو مخروط آبی که ۲۰ متر هست را در ۱۲ ثانیه طی کند) و در هر دقیقه، ۰/۵ کیلومتر بر ساعت به سرعت اضافه گردید. آزمون تا زمانی که آزمودنی نتواند ۲ بار متوالی در زمان تعیین شده از مخروط قرمز رنگ عبور نماید و یا زمانی که آزمون را متوقف کند، ادامه یافت. آخرین مرحله به عنوان حداکثر سرعت هوازی (MAS) آزمودنی ثبت و برای تعیین شدت تمرین در گروه تمرینی (جدول ۱)، مورد استفاده قرار گرفت. متراژ پیموده شده نیز به عنوان عملکرد استقامتی فرد در نظر گرفته شد (۲۲). بلافاصله بعد از آزمون، مقیاس درک از تلاش (RPE) با استفاده از مقیاس ۱۰ درجه ای تنگی نفس بورگ[3] سنجیده شد (۲۳). این آزمون، در ابتدا و انتهای برنامه ۱۲ هفته ای اجرا گردید.

برای توصیف ویژگی های آزمودنی ها از آمار توصیفی و برای مقایسه میانگین متغیرهای بررسی شده در ۲ گروه، از آزمون آماری t مستقل استفاده شد. در تحقیق حاضر سطح معنی‌داری، ۹۵ درصد و آلفای ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

## یافته ها

انحراف از استاندارد و ویژگی‌های دموگرافیک و متغیرهای بررسی شده آزمودنی‌ها، به صورت میانگین و به تفکیک هر گروه در جدول ۲ گزارش شده است. برای بررسی طبیعی بودن توزیع متغیرهای مورد بررسی، از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف استفاده، و مشخص شد که در ابتدا تفاوت معنی داری بین ۲ گروه وجود نداشته است (جدول ۲ و ۳). در جدول ۳ نتایج مقایسه دو گروه در متغیرهای مورد بررسی براساس آزمون T مستقل (به صورت اختلاف بین پس آزمون و پیش آزمون یا Δ) ارائه شده است. نتیجه تغییرات در مورد شاخص های عملکرد ریوی در گروه های تمرین تناوبی با شدت متوسط و کنترل نشان می دهد که شاخص های عملکرد ریوی (FVC و $FEV_1$) در گروه تمرین تناوبی بطور معنی داری افزایش (به ترتیب به میزان ۲۷/۲ و ۲۴ درصد؛ p =۰/۰۰۱ و p=۰/۰۰۱) یافته است. اما این افزایش در متغیر ریوی $FEV_1$/ FVC مشاهده نشد (p=۰/۵). بطور کلی، ۱۲ هفته تمرین تناوبی با شدت متوسط بهبود معنی داری در شاخص های عملکرد ریوی (FVC، $FEV_1$) کارگران بیمار مبتلا به ناراحتی تحدیدی ریوی شاغل در محیط آلوده معدن سنگ آهن ایجاد می کند.

به علاوه، با توجه به سطح تشخیص آزمون T، میانگین مسافت پیموده شده در آزمون MAS در حالت پیش آزمون و پس آزمون در گروه تمرین تناوبی، بطور معنی داری

1 Shuttle Walking Test (SWT)
2 Maximal Aerobic Speed (MAS)
3 dyspnea Borg category ratio (CR) 10 scale



[ Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-08-01 ]
[ DOI: 10.52547/ioh.18.1.32 ]

**جدول ۲.** ویژگی‌های دموگرافیک دو گروه

| متغیر | گروه تحدیدی | گروه کنترل | مقدار p |
|---|---|---|---|
| سن (سال) | ۱/۰۳ ±۱۳/۲۹ | ۰/۷۴ ±۵۳/۳۱ | ۰/۱۳ |
| قد (سانتی متر) | ۲/۰۰ ±۱۷۸ | ۱/۰۰ ±۱۷۳ | ۰/۱۲ |
| وزن (کیلوگرم) | ۲/۴۲ ±۰۰/۷۶ | ۲/۵۷ ±۶۴/۷۴ | ۰/۰۶ |
| BMI (کیلوگرم/متر$^۲$) | ۰/۶۸ ±۷۷/۲۳ | ۰/۷۱ ±۸/۲۴ | ۰/۱۵ |

**جدول ۳.** مقایسه میانگین متغیرهای مورد بررسی در دو گروه براساس آزمون T مستقل

| اطلاعات آزمون | | نتایج توصیفی | | آزمون T مستقل | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| متغیر | گروه | پیش آزمون | p | پس آزمون | Δ | t | p |
| FVC(لیتر) | کنترل | ۲/۸۶±۰/۱۲ | ۰/۰۸ | ۲/۷۳±۰/۱۰ | −۰/۱۲±۰/۰۴ | ۱۰/۲۳ | ۰/۰۰۰۱ |
| | تمرین تناوبی | ۳/۶۴±۰/۱۵ | | ۴/۲۳±۰/۱۷ | ۰/۵۹±۰/۰۵ | | |
| FEV۱(لیتر) | کنترل | ۲/۷۵±۰/۱۴ | ۰/۱۲ | ۲/۵۸±۰/۱۵ | −۰/۱۶±۰/۰۴ | ۸/۷۳ | ۰/۰۰۰۱ |
| | تمرین تناوبی | ۳/۴۱±۰/۱۶ | | ۳/۷۵±۰/۱۷ | ۰/۳۴±۰/۰۴ | | |
| FEV۱/FVC(٪) | کنترل | ۹۵/۶۸±۱/۷۰ | ۰/۱۸ | ۸۶/۲۴±۶/۱۲ | −۹/۴۳±۶/۲۹ | ۰/۶۷ | ۰/۵ |
| | تمرین تناوبی | ۹۳/۵۳±۱/۴۰ | | ۸۸/۳۵±۱/۱۸ | −۵/۱۷±۰/۸ | | |
| حداکثر سرعت هوازی (متر) | کنترل | ۴۶۰/۲۰±۲/۰۹ | ۰/۱۲ | ۴۶۸/۲۶±۱/۸۷ | ۸/۰۶±۱/۴ | ۲۹/۸۹ | ۰/۰۰۰۱ |
| | تمرین تناوبی | ۴۶۹/۵۳±۱/۸۷ | | ۵۷۳/۱۳±۲/۳۳ | ۱۰۳/۶±۳/۱۲ | | |
| شاخص بورگ | کنترل | ۳/۷۳±۰/۱۵ | ۰/۲۵ | ۷/۱۳±۰/۳۵ | ۳/۴±۰/۲۷ | −۱۸/۰۸ | ۰/۰۰۰۱ |
| | تمرین تناوبی | ۶/۸۶±۰/۵۳ | | ۳/۴۶±۰/۵۹ | −۳/۴±۰/۲۵ | | |

افزایش (حدود ۲۲/۰۶ درصد) یافته است. با بررسی نتایج این جدول می توان دریافت که گروه تمرین تناوبی با گروه کنترل در زمینه حداکثر سرعت هوازی اختلاف میانگین معنی‌داری دارند (P<۰/۱۰۰۰).

بطور کلی، ۱۲ هفته تمرین تناوبی با شدت متوسط، بهبود معنی داری در شاخص قلبی-تنفسی (حداکثر سرعت هوازی) کارگران مبتلا به ناراحتی تحدیدی ریوی شاغل در محیط آلوده معدن سنگ آهن ایجاد می کند (جدول ۳). در نهایت، شاخص بورگ پس از ۱۲ هفته در گروه تمرین تناوبی بطور معنی داری کاهش یافت (p=۰/۰۰۰۱) که نشان گر نقش تسهیل کننده تمرین ورزشی در شاخص درک از تلاش (RPE) در کارگران مبتلا به ناراحتی تحدیدی ریوی شاغل در محیط آلوده معدن سنگ آهن می باشد (جدول ۳).

## بحث

هدف از تحقیق حاضر بررسی اختلاف برخی از شاخص های تنفسی ($FEV_1$، $FEV_1/FVC$، FVC) و قلبی تنفسی (حداکثر سرعت هوازی) در کارگران مبتلا به بیماری تحدیدی ریوی شاغل در محیط آلوده معدن سنگان می باشد.. نتایج نشان می دهد که مقادیر شاخص های ریوی ($FEV_1$، FVC)، حداکثر سرعت هوازی و شاخص بورگ گروه تمرین تناوبی تفاوت معنی داری با گروه کنترل دارد. مانور FVC و $FEV_1$ از مهمترین مانور های عملکردی ریه می باشد و. وجود انسداد در مجاری هوایی یا ضعف عضلات تنفسی شامل دیافراگم، عضلات بین دنده ای و گروه عضلات شکمی، مقادیر FVC و $FEV_1$ را تغییر می دهدُ. اگرچه، اجرای برنامه ی توانبخشی در مبتلایان به بیماری تحدیدی بخاطر شیوع کم و عدم تجانس بیماری، مشکل است. با این حال، مقایسه شاخص های عملکرد ریوی پس از ۱۲ هفته در گروه های تمرین تناوبی با شدت متوسط و کنترل، در این تحقیق، نشان می دهد که همه شاخص های عملکرد ریوی در گروه تمرین تناوبی (p=۰/۰۰۰۱) به طور معنی داری افزایش پیدا کرده است؛ به طوری که گروه تمرین تناوبی با شدت متوسط به ترتیب، افزایش ۲۷/۲ و ۲۴ درصدی را در شاخص های FVC و $FEV_1$ تجربه کردند. بین یافته های این پژوهش با نتایج بسیاری از تحقیقات (۲۰، ۲۱، ۲۶) همخوانی وجود دارد. تامان و همکارانش (۲۰۱۰)، افزایش $FEV_1$ را به دنبال یک دوره ۹ ماهه تمرین هوازی گزارش کردند. با توجه به بهبود این شاخص در مطالعه حاضر در یک دوره ۳ ماهه، می توان



[ Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-08-01 ]

[ DOI: 10.52547/ioh.18.1.32 ]

شدت بالاتر تمرینات را عامل اصلی برای کسب منافع زودرس در نظر گرفت. در مطالعه یاد شده نسبت FVC/$FEV_1$ به دنبال دوره ۹ ماهه تمرینی، بدون تغییر ماند، که با کاهش غیر معنی دار این شاخص در مطالعه حاضر مطابقت دارد (۲۶).

در مقابل یافته های مطالعه حاضر با نتایج عطار زاده حسینی و همکاران (۱۳۹۱) (۲۷) و میاموتو و همکاران (۲۰۱۲) (۲۱) مغایرت دارد. در مطالعه عطارزاده حسینی، علیرغم افزایش ۳۰ و ۳۳ درصدی FVC و $FEV_1$، بهبود بوجود آمده به لحاظ آماری معنی دار نبود. همچنین برنامه ی تمرین تناوبی هوازی مورد استفاده در مطالعه یاد شده نیز بر نسبت $FEV_1$/ FVC فاقد اثر گزاری بوده که با نتیجه مطالعه حاضر، همسو می باشد. این محققان افزایش حجم باقی مانده در نتیجه ضعف عضلات بازدمی و نیز اختلالات عصبی-عضلانی به همراه کاهش قابلیت ارتجاعی ریه، را به عنوان عوامل کاهش دهنده ی مقادیر FVC بر شمرده اند.

شدت تمرین دویدن تناوبی استفاده شده در مطالعه عطارزاده حسینی (۶۵-۸۰ درصد ضربان قلب ذخیره) کمتر از شدت استفاده در برنامه تمرینی مطالعه حاضر می باشد. براین اساس نیز شدت تمرین، عاملی تأثیرگزار در بهبود عملکرد ریوی قلمداد می گردد. البته شدت تمرین هوازی (۴۰-۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه) مورد استفاده در مطالعه ناظم (۱۳۹۱) که تا حدی کمتر از شدت تمرین مورد استفاده در مطالعه عطارزاده حسینی ب بوده، با بهبود معنی دار شاخص های ریوی همچون FVC، $FEV_1$ و نسبت این دو به یکدیگر، همراه شده است (۲۸). به عقیده محقق، افزایش میزان $FEV_1$ به دنبال برنامه ۳ ماهه توانبخشی ورزشی احتمالاً باعث کاهش میزان فشردگی برونشیول ها یا وقوع پدیده پاتولوژیک اسپاسم برونشی مجاری هوایی گردید.. نتیجه ای که با ثبات درصد اشباع خون سرخرگی ($Sao_2$) و نبود تظاهرات بالینی تنگی نفس و فشردگی سینه بیماران بویژه در هفته های پنجم تا دوازدهم برنامه هوازی توانبخشی همراه بود. به بیان دیگر محقق اعتقاد دارد که برنامه ترکیبی زیربیشینه و پایین تر از آستانه ی لاکتات به شکل دویدن تناوبی و ارگومتری در ارتقای سطح کارایی عضلات کمکی تنفس و دیافراگم و کارایی تهویه بیماران آسمی، نقش عمده ای ایفا کرده است (۲۸). میاموتو و همکارانش (۲۰۱۴) نیز عدم تغییر متغیر های $FEV_1$ و نسبت $FEV_1$/ FVC را به دنبال توانبخشی ورزشی در افراد مبتلا به ناراحتی ریوی ناشی از آلودگی هوا گزارش نمودند، حال آنکه بهبود معنی دار FVC آزمودنی ها، به دنبال دوره ۱۲ هفته توانبخشی ریوی مشاهده شده است (۲۱). لازم به ذکر است که براساس تحقیقات، شاخص $FEV_1$ به عنوان عامل پیش بینی مستقل طول عمر و ابزاری برای ارزیابی سلامت عمومی افراد معرفی گردیده است (۲۹). برنامه توانبخشی مورد استفاده در تحقیق فوق، ترکیبی از تمرین مقاومتی، استقامتی و آموزش بیماران بوده و شدت استفاده شده در تمرین استقامتی، معادل ۶۰-۸۰ درصد حداکثر سرعت حاصله در آزمون راه رفتن بود که در دو هفته اول به مدت ۶۰ دقیقه (دو بار در روز و ۶ روز در هفته) در داخل بیمارستان و در ۱۰ هفته باقی مانده (دو بار در هفته) در خارج از بیمارستان اجرا گردید. طول مدت برنامه توانبخشی در تحقیق میاموتو برابر با برنامه تمرینی مطالعه ی حاضر است، اما شدت پایین تمرینات استقامتی و مداوم بودن این تمرینات را می توان از جمله دلایل عدم نتیجه گیری در شاخص های ریوی مورد اندازه گیری در مطالعه میاموتو برشمرد (۲۵)، البته محققان دلیلی را برای بهبود معنی دار متغیر FVC ذکر نکرده اند. بطور کلیمطالعاتی که در آن از تمرین تناوبی شدید بر روی بیماران COPD استفاده شده ، نشان داده که تغییرات فیزیولوژیکی مفید ناشی از این تمرین، حداقل برابر با تمرین تداومی با شدت متوسط بوده (۳۰ و ۳۱) و آزمودنی هایی که به تمرین HIIT پرداختند، تنگی نفس و درد کمتری را در پا گزارش کردنده اند (۳۱). معمولاً این گونه تصور می شود که مبتلایان به بیماری تحدیدی ریه با درجه متوسط تا شدید، بعید است که در مقایسه با افراد سالم فعالیت پر شدت را برای مدت طولانی و بدون علائمی همچون تنگی نفس تحمل کنند (۱۶). در این رابطه، وجیازیس[1] و همکارانش (۲۰۰۲) در مطالعه ای، بیماران با درجه متوسط تا شدید COPD را به دو گروه تمرین تناوبی شدید و تمرین تداومی متوسط تقسیم کردند. هر دو گروه جلسات ۴۰ دقیقه ای فعالیت ورزشی را دو بار در هفته و به مدت ۱۲ هفته انجام میدادند. تحمل فعالیت ورزشی و کیفیت زندگی در هر دو گروه بهبود یافته و تهویه دقیقه ای و نفس نفس زدن در یک جلسه فعالیت ورزشی بطور معنی داری کاهش یافته بود و در ضمن میزان تغییرات بین دو گروه تمرینی، تفاوتی نداشت (۳۲).

براساس یکی دیگر از نتایج مطالعه ی حاضر، میانگین مسافت پیموده شده در آزمون MAS در حالت پیش و پس آزمون در گروه تمرین تناوبی متوسط، افزایش

1. Vogiatzis



[ Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-08-01 ]

[ DOI: 10.52547/ioh.18.1.32 ]

معنی داری یافته است. چنان که آزمودنی ها، افزایش ۱۹/۶ درصدی (۱۰۴ متری) را در شاخص قلبی و تنفسی (حداکثر سرعت هوازی) تجربه کرده و با گروه کنترل در زمینه حداکثر سرعت هوازی از اختلاف میانگین معنی‌داری برخوردارند (p<۰/۵۰). بهبود ایجاد شده در حداکثر سرعت هوازی کارگران مبتلا، با کاهش امتیاز درک تلاش (مقیاس بورگ) همراه است. بهبود ۱۰۴ متری مشاهده شده در مطالعه حاضر (براساس آزمون MAS)، با نتیجه به دست آمده در مطالعه ساهی و همکاران (۲۰۱۰) همخوانی دارد (بهبود ۷۱ متری در آزمون MWT۶ در مبتلایان به بیماری تحدیدی ریوی با درجه شدید پس از ۱۲ هفته) (۱۶). با توجه به اینکه در مطالعه ساهی از یک برنامه تمرین ترکیبی استقامتی-مقاومتی طولانی مدت استفاده شده و می توان نوع مداخله (تمرین تناوبی با شدت متوسط) و آزمون مورد استفاده (حداکثر سرعت هوازی در مقایسه با آزمون MWT۶) در مطالعه حاضر را در بهبود بیشتر حاصله در آزمودنی ها مؤثر دانست (۱۶). همچنین نتیجه حاضر با نتایج تحقیقات بسیاری (۱۷، ۱۹، ۲۲، ۲۵) همخوانی دارد. در مقابل، نتیجه مطالعه ی حاضر با نتیجه مطالعه کاردوسو[1] و همکارانش (۲۰۰۷) که تأثیر یک برنامه تمرینی جامع (مشتمل بر فعالیت گرم کردن، تمرین استقامتی بالا و پایین تنه و کششی) را بر مبتلایان به بیماری COPD بررسی کرده بودند، مغایرت داشت. این محققین در توجیه نتیجه به دست آمده (عدم بهبود مسافت راه رفتن ۶ دقیقه ای (MWD۶))، مسافت پیموده شده ی بالای آزمودنی ها، در پیش آزمون (۹۰±۵۱۰ متر) را به عنوان دلیل احتمالی عدم پیشرفت عملکرد استقامتی به دنبال ۲۴ جلسه تمرین بیان نمودند. این گروه تحقیقی، مسافت پیموده شده ی بالای بیماران در پیش آزمون را در مطالعه دیگر خود نیز گزارش کرده بودند (۳۳) و شیوه زندگی فعال بیماران را دلیلی بر این سطح اولیه مطلوب، گزارش کردند.

در ارتباط با کاهش مشاهده شده در امتیاز شاخص بورگ در مطالعه حاضر، بایستی به این موضوع اشاره کرد که فقط مطالعه کاگایا و همکاران (۲۰۰۹) از این شاخص، در بیماران تحدیدی ریوی استفاده کرده و کاهش معنی دار شاخص بورگ را در بیماران مبتلا به COPD و عدم تغییر معنی دار این شاخص را در بیماران تحدیدی ریوی گزارش نموده است (۱۵). با توجه به اینکه در مطالعه ذکر شده از یک برنامه توانبخشی خانه محور استفاده شده بود، می توان شدت بالاتر فعالیت تناوبی استفاده شده در مطالعه حاضر را دلیل کاهش امتیاز شاخص بورگ در نظر گرفت. با توجه به بهبود معنی دار رکورد حداکثر سرعت هوازی آزمودنی گروه تجربی، نشان گر نقش تسهیل کننده تمرین تناوبی با شدت متوسط، در بهبود تحمل ورزشی کارگران بیمار مبتلا به ناراحتی تحدیدی ریوی شاغل در محیط آلوده معدن سنگ آهن می باشد.

1. Cardoso

## نتیجه گیری

باید خاطر نشان کرد که این تحقیق جزء معدود تحقیقاتی است که تأثیر تمرین تناوبی با شدت متوسط بر شاخص های عملکرد ریوی، قلبی تنفسی و شاخص درک از تلاش کارگران بیمار مبتلا به بیماری تحدیدی ریوی شاغل در محیط آلوده معدن سنگ آهن را بررسی نموده است. با توجه به نتایج به دست آمده در تحقیق حاضر، شرکت در ۱۲ هفته تمرین منظم تناوبی با شدت متوسط می تواند موجب افزایش معناداری در اصلاح و درمان و پیشگیری وکیفیت زندگی کارگران بیمار مبتلا گردد.

## تقدیر و تشکر

محققین بر خود لازم می دانند از کلیه کارگران معدن سنگ آهن سنگان خواف که در انجام این پژوهش مشارکت نمودند و نیز مسئولین محترم معدن که در راستای اجرای هر چه بهتر پروژه همکاری کردندُ، تشکر نمایند.

## منابع

1- Agarwal D, Pandey JK, Pal AK. Pulmonary Function test of Mine workers exposed to Respirable Dust in Jharia Coalfield India. International Journal of Scientific and Engineering Research. 2015 May; 6(5):1570-6.
2- Yoon JH, Choi BS, Shin JH, Park SY, Lee YL, Kim JY, Lee WJ. Association between impaired lung function and coronary artery calcium score in workers exposed to inorganic dust. Toxicology and Environmental Health Sciences. 2012 Sep 1; 4(3):139-42.
3- Meijers JM, Swaen GM, Slangen JJ. Mortality of Dutch coal miners in relation to pneumoconiosis, chronic obstructive pulmonary disease, and lung function. Occupational and environmental medicine. 1997 Oct 1; 54(10):708-13.
4- Tafuro F, Corradi M. An approach to interpreting restrictive spirometric pattern results in occupational settings. Med Lav. 2016 Dec 13; 107(6):419-36.
5- Ford ES, Mannino DM, Wheaton AG, Giles WH, Presley-Cantrell L, Croft JB. Trends in the prevalence of obstructive and restrictive lung function among adults



[ Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-08-01 ]
[ DOI: 10.52547/ioh.18.1.32 ]

in the United States: findings from the National Health and Nutrition Examination surveys from 1988-1994 to 2007-2010. Chest. 2013 May 1; 143(5):1395-406.

6- Burney P, Jithoo A, Kato B, Janson C, Mannino D, Nižankowska-Mogilnicka E, Studnicka M, Tan W, Bateman E, Koçabas A, Vollmer WM. Chronic obstructive pulmonary disease mortality and prevalence: the associations with smoking and poverty—a BOLD analysis. Thorax. 2014 May 1; 69(5):465-73.

7- Mannino DM, Ford ES, Redd SC. Obstructive and restrictive lung disease and functional limitation: data from the Third National Health and Nutrition Examination. Journal of internal medicine. 2003 Dec; 254(6):540-7.

8- Mannino DM, McBurnie MA, Tan W, Kocabas A, Anto J, Vollmer WM, Buist AS, BOLD Collaborative Research Group. Restricted spirometry in the burden of lung disease study. The International Journal of Tuberculosis and Lung Disease. 2012 Oct 1; 16(10):1405-11.

9- Naji NA, Connor MC, Donnelly SC, McDonnell TJ. Effectiveness of pulmonary rehabilitation in restrictive lung disease. Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention. 2006 Jul 1; 26(4):237-43.

10- Herridge MS, Cheung AM, Tansey CM, Matte-Martyn A, Diaz-Granados N, Al-Saidi F, Cooper AB, Guest CB, Mazer CD, Mehta S, Stewart TE. One-year outcomes in survivors of the acute respiratory distress syndrome. New England Journal of Medicine. 2003 Feb 20; 348(8):683-93.

11- Troosters T, Casaburi R, Gosselink R, Decramer M. Pulmonary rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease. American journal of respiratory and critical care medicine. 2005 Jul 1; 172(1):19-38.

12- Lacasse Y, Wong E, Guyatt GH, King D, Cook DJ, Goldstein RS. Meta-analysis of respiratory rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease. The Lancet. 1996 Oct 26; 348(9035):1115-9.

13- Rehabilitation P. joint ACCP/AACVPR evidence-based guidelines. ACCP/AACVPR Pulmonary Rehabilitation Guidelines Panel. American College of Chest Physicians. American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. Chest. 1997; 112(5):1363-96.

14- Crouch R, MacIntyre NR. Pulmonary rehabilitation of the patient with nonobstructive lung disease. Respiratory care clinics of North America. 1998 Mar; 4(1):59-70.

15- Kagaya H, Takahashi H, Sugawara K, Kasai C, Kiyokawa N, Shioya T. Effective home-based pulmonary rehabilitation in patients with restrictive lung diseases. The Tohoku journal of experimental medicine. 2009; 218(3):215-9.

16- Salhi B, Troosters T, Behaegel M, Joos G, Derom E. Effects of pulmonary rehabilitation in patients with restrictive lung diseases. Chest. 2010 Feb 1; 137(2):273-9.

17- Turkalj M, Živković J, Lipej M, Lokas SB, Erceg D, Anzić SA, Magdić R, Plavec D. The effect of mouth breathing on exercise induced fall in lung function in children with allergic asthma and rhinitis. International journal of pediatric otorhinolaryngology. 2016 Jul 1; 86:53-6.

18- Bartlett JD, Close GL, MacLaren DP, Gregson W, Drust B, Morton JP. High-intensity interval running is perceived to be more enjoyable than moderate-intensity continuous exercise: implications for exercise adherence. Journal of sports sciences. 2011 Mar 1; 29(6):547-53.

19- Gibala MJ, Little JP, MacDonald MJ, Hawley JA. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. The Journal of physiology. 2012 Mar 1; 590(5):1077-84.

20- Gloeckl R, Heinzelmann I, Adler S, Damisch T, Jerrentrup A, Kenn K. Moderate Intensity Continuous Versus High Intensity Interval Treadmill Walking In Patients With COPD: A Pilot Feasibility Study. InC107. New Interventions And Outcomes In Pulmonary Rehabilitation. 2015 May (pp. A5303-A5303). American Thoracic Society.

21- Miyamoto N, Senjyu H, Tanaka T, Asai M, Yanagita Y, Yano Y, Nishinakagawa T, Kotaki K, Kitagawa C, Rikitomi N, Kozu R. Pulmonary rehabilitation improves exercise capacity and dyspnea in air pollution-related respiratory disease. The Tohoku journal of experimental medicine. 2014; 232(1):1-8.

22- Racil G, Ounis OB, Hammouda O, Kallel A, Zouhal H, Chamari K, Amri M. Effects of high vs. moderate exercise intensity during interval training on lipids and adiponectin levels in obese young females. European journal of applied physiology. 2013 Oct 1; 113(10):2531-40.

23- Vainshelboim B, Oliveira J, Yehoshua L, Weiss I, Fox BD, Fruchter O, Kramer MR. Exercise training-based pulmonary rehabilitation program is clinically beneficial for idiopathic pulmonary fibrosis. Respiration. 2014; 88(5):378-88.

24- Wise RA, Brown CD. Minimal clinically important differences in the six-minute walk test and the incremental shuttle walking test. COPD: Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. 2005 Jan 1; 2(1):125-9.

25- Chtara M, Chamari K, Chaouachi M, Chaouachi A, Koubaa D, Feki Y, Millet GP, Amri M. Effects of intra-session concurrent endurance and strength training sequence on aerobic performance and capacity. British journal of sports medicine. 2005 Aug 1; 39(8):555-60.

26- Thaman RG, Arora A, Bachhel R. Effect of physical training on pulmonary function tests in border security force trainees of India. Journal of Life Sciences. 2010 Jul

[ Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-08-01 ]

[ DOI: 10.52547/ioh.18.1.32 ]

1; 2(1):11-5.
27- Attarzadeh Hoeini SR, Hojati Oshtovani Z, Soltani H, Hossein Kakhk SA. Changes in pulmonary function and peak oxygen consumption in response to interval aerobic training in sedentary girls. Quarterly Journal of Sabzevar University of Medical Sciences. 2012; 19(1):42-51. (In Persian).
28- Nazem F. Effect of aerobic rehabilitation program on spirometric indices in obese men with chronic asthma. Sport Physiology. 2012; 15:13-26. (In Persian).
29- Schünemann HJ, Dorn J, Grant BJ, Winkelstein W, Trevisan M. Pulmonary function is a long-term predictor of mortality in the general population. Chest. 2000 Sep 1; 118(3):656-64.
30- Beauchamp MK, Nonoyama M, Goldstein RS, Hill K, Dolmage TE, Mathur S, Brooks D. Interval versus continuous training in individuals with chronic obstructive pulmonary disease-a systematic review. Thorax. 2010 Feb 1; 65(2):157-64.
31- Kortianou EA, Nasis IG, Spetsioti ST, Daskalakis AM, Vogiatzis I. Effectiveness of interval exercise training in patients with COPD. Cardiopulmonary physical therapy journal. 2010 Sep; 21(3):12.
32- Vogiatzis I, Nanas S, Roussos C. Interval training as an alternative modality to continuous exercise in patients with COPD. European Respiratory Journal. 2002 Jul 1; 20(1):12-9.
Cardoso F, Tufanin AT, Colucci M, Nascimento O, Jardim JR. Replacement of the 6-min walk test with maximal oxygen consumption in the BODE Index applied to patients with COPD: an equivalency study. Chest. 2007 Aug 1; 132(2):477-82.

[ Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-08-01 ]

[ DOI: 10.52547/ioh.18.1.32 ]