Scientific Journal of
Rehabilitation Medicine

March and April 2023. Volume 12. Num 1

Review Paper

The Effect of High-Intensity Interval Training in People With Respiratory Disease: A Review Study

Elnaz Abaei[1], *Mohsen Abedi[2], Maryam Sadat Mirenayat[3], Mehdi Rezaei[2]

1. Department of Physiotherapy, Student Research Committee, Faculty of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
2. Department of Physiotherapy, Faculty of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
3. Chronic Respiratory Diseases Research Center (CRDRC), National Research Institute of Tuberculosis and Lung Diseases (NRITLD), Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation Abaei E, Abedi M, Mirenayat MS, Rezaee R. [The Effect of High Intensity Interval Training in People With Respiratory Disease: A Review Article (Persian)]. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2023; 12(1):18-29. https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.1.12

https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.1.12

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Received: 20 May 2022
Accepted: 06 Jul 2022
Available Online: 21 Mar 2023

ABSTRACT

Background and Aims Exercise training is an important intervention in the pulmonary rehabilitation of adults with chronic respiratory diseases. High-intensity exercise is challenging for these patients. Thus, interval exercise has received much attention as a suitable option for optimizing a tolerable load during exercise. This study aimed to investigate the effects of high-intensity interval training (HIIT) on peak power, peak oxygen uptake, functional capacity, and health-related quality of life in people with chronic respiratory diseases.

Methods In this study, the related studies were collected and examined from Google Scholar, PubMed, and Science Direct databases.

Results A total of 14 randomized controlled trials were selected based on the study subject. The results demonstrated that HIIT and continuous training in adults with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) led to significant improvement in peak power, peak oxygen uptake, and 6-minute walk test (6MWT) or 12-minute walk test (12MWT) distance and health-related quality of life and there was no significant difference between the two groups. And HIIT, compared to no exercise training, showed greater significant changes. Few studies have examined HIIT in patients with cystic fibrosis, with different results. We found no studies investigating the effect of HIIT on non-cystic fibrosis bronchiectasis and interstitial lung diseases.

Conclusion studies confirm the positive effect of HIIT on cardiorespiratory fitness, exercise capacity, functional capacity, and health-related quality of life in people with COPD. In other respiratory diseases, more studies are needed to investigate the effects of HIIT.

Keywords Respiratory disease, High-intensity interval training, Exercise capacity

Corresponding Author:
Mohsen Abedi
Address: Department of Physiotherapy, Faculty of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
Tel: +98 (242) 77561721
E-Mail: mohsenabedi110@gmail.com

Scientific Journal of
Rehabilitation Medicine

Extended Abstract

Introduction

Exercise training is an important intervention in the pulmonary rehabilitation of people with respiratory diseases. Considerable evidence shows that exercise training increases cardiopulmonary fitness components (i.e., the peak oxygen uptake; VO_{2peak}), exercise capacity (i.e., the peak power), functional capacity, and health-related quality of life in people with respiratory diseases, such as chronic obstructive pulmonary disease (COPD), cystic fibrosis (CF), non-CF bronchiectasis, interstitial lung diseases (ILDs). Furthermore, exercise modality has been demonstrated to reduce symptoms such as fatigue and dyspnea. Exercise intensity is an important factor in determining physiological responses to exercise.

Most current pulmonary rehabilitation guidelines emphasize higher-intensity exercise training (HIIT) for COPD. In adults with chronic respiratory diseases, achieving and sustaining high intensity may be challenging due to intolerable symptoms. The reasons for this problem are multifactorial.

First, people with moderate to severe lung diseases may have limited ventilation, which, along with worsening lung mechanics during exercise, limits exercise intensity. In most patients with lung disease, ventilation capacity is due to mechanical lung abnormalities, and respiratory muscle weakness is decreased. Ventilation requirements during exercise increase due to an abnormality in gas exchange, leading to hypoxemia and hypercapnia.

Second, many patients with severe lung disease have reduced arterial oxygen saturation during exercise, often due to a mismatch between ventilation and perfusion (V/Q mismatch).

The third is peripheral muscle dysfunction, in which oxidative stress and the volume of muscle fibers are reduced, and the distribution of muscle fibers (varying from type one to type two) and the capillary bed of the fibers are altered.

Fourth, the aging process and comorbid conditions such as osteoarthritis, anxiety, diabetes, hypertension, cardiovascular disorders, depression, and obesity affect the patient's ability to exercise. These factors eventually lead to intolerable symptoms, such as dyspnea and leg discomfort during exercise, resulting in reduced exercise capacity.

Given these challenges, interval training has received much attention as a suitable option for optimizing a tolerable and effective load to adapt during exercise. In interval training, repetitive work cycles with high intensities are interrupted by rest periods and, like endurance exercises, help improve performance and physiological variables. In these patients, the rest between exercise cycles reduces the work of breathing and exertional breathlessness. Rest periods allow the individual to prepare for the intensities needed in the next exercise cycle. HIIT enables the individual to train at higher intensities and longer during sessions. Work and rest periods expose the peripheral muscles to the higher intensities needed for physiological adaptations. The present study aims to investigate HIIT on peak oxygen uptake, peak power, functional capacity, and health-related quality of life in adults with chronic pulmonary diseases.

Materials and Methods

In this review study, a search was conducted on related studies published from 2000 to 2021 in online databases of Google Scholar, PubMed, and Science direct by using the following keywords: "Interval training", "continuous training", "high-intensity interval training", "moderate-intensity continuous training," "usual care", "interval versus continuous,", "respiratory disease" "COPD", "ILD" ,"CF", "pulmonary fibrosis", "Non-CF bronchiectasis", with Boolean words: "AND" and "OR."

Results

A total of 14 randomized controlled trials were selected based on the study subject, and the articles were classified according to the type of respiratory diseases. All studies on people with chronic obstructive pulmonary diseases have shown that HIIT effectively improves peak power and peak oxygen uptake. When HIIT was compared with the continuous group, the improvements were similar in both groups. In two studies, the effect of HIIT was compared with the non-training control group on peak power and peak oxygen uptake in adults with COPD. The HIIT group showed greater peak power and oxygen uptake improvements. Two studies investigated the effect of two types of exercise on health-related quality of life. Both exercises increased the health-related quality of life. No significant difference was found between the two groups. Five studies considered the effects of two types of exercise on functional capacity. A 6-minute walking test was used in four trials, and a 12-minute walking

test was used in one study. In all studies, functional capacity improved after both types of exercise, and no significant difference was found between the two groups. A few studies have evaluated the effects of HIIT in adults with cystic fibrosis. In one study, HIIT, compared to no exercise, demonstrated a greater improvement in peak power and health-related quality of life. In one study, HIIT was compared with continuous training, and the results showed that improvement in peak power, 6-minute walking test, and peak oxygen uptake were similar. One study investigated the effect of HIIT in people with cystic fibrosis who could not participate in a standard exercise program on peak power and peak oxygen uptake and compared the effects of interval training with the effects of the standard exercise group. The results showed that the peak oxygen uptake was significantly improved in both groups, no significant difference was found between the two groups, and peak power improved only in the standard exercise group.

Conclusion

The results of studies in patients with COPD confirm the positive effects of HIIT on exercise capacity, cardiopulmonary fitness, functional capacity, and health-related quality of life. Using interval exercise in people with COPD can be a good option to exercise at high intensity to make physiological adaptations. In other respiratory diseases, further study is needed to evaluate the effects of interval exercise.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This article is a review study with no human or animal sample and was conducted with maintaining confidentiality and respecting the authors' rights.

Funding

This research did not receive any grant from funding agencies in the public, commercial, or non-profit sectors.

Authors' contributions

All authors contributed equally in preparing all parts of the research.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

We are grateful to Masih Deneshvari Hospital Pulmonary Rehabilitation Research Center and all the people who helped us in conducting this study.

مقاله مروری

تأثیر تمرینات تناوبی با شدت بالا بر بیماران تنفسی: یک مقاله مروری

الناز آبائی[۱]، *محسن عابدی[۲]، مریم سادات میرعنایت[۳]، مهدی رضایی[۲]

۱. گروه فیزیوتراپی، کمیته تحقیقات و فن آوری دانشجویان، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
۲. گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
۳. مرکز تحقیقات بیماری‌های مزمن تنفسی، انستیتوی ملی تحقیقات سل و بیماری‌های ریوی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

Use your device to scan and read the article online

Citation Abaei E, Abedi M, Mirenayat MS, Rezaee R. [The Effect of High Intensity Interval Training in People With Respiratory Disease: A Review Article (Persian)]. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2023; 12(1):18-29. https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.1.12

https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.1.12

CC BY

چکیده

مقدمه و اهداف تمرین ورزشی یک مداخله مهم در توان‌بخشی ریوی افراد با بیماری‌های تنفسی مزمن است. ورزش در شدت‌های بالا برای این بیماران چالش‌برانگیز است. به همین دلیل، تمرینات تناوبی به‌عنوان یک گزینه مناسب برای بهینه‌سازی بار قابل تحمل در طول تمرین، توجه زیادی را به خود اختصاص داده است. مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیرات تمرینات تناوبی شدت بالا بر حداکثر توان، حداکثر اکسیژن مصرفی، ظرفیت عملکردی و کیفیت زندگی مرتبط با سلامت در افراد با بیماری مزمن ریوی است.

مواد و روش‌ها از پایگاه‌های اطلاعاتی گوگل‌اسکالر، پابمد و ساینس دایرکت مطالعات مرتبط جمع‌آوری و بررسی شدند.

یافته‌ها ۱۴ مطالعه کارآزمایی بالینی براساس موضوع تحقیق یافت شد. در افراد با بیماری انسداد مزمن ریوی تمرینات تناوبی شدت بالا و تمرینات تداومی باعث بهبودی‌های چشمگیری در حداکثر توان، حداکثر اکسیژن مصرفی، فاصله طی‌شده در تست ۶ دقیقه راه رفتن یا ۱۲ دقیقه راه رفتن و کیفیت زندگی مرتبط با سلامت شدند و بین ۲ گروه تفاوت معناداری یافت نشد و گروه تمرینات تناوبی شدت بالا در مقایسه با گروه بدون تمرین، باعث ایجاد تغییرات معنادار بزرگتری شدند. مطالعات اندکی تأثیرات تمرین تناوبی شدت بالا را در افراد سیستیک فیبروزیس بررسی کرده است و در مطالعات انجام‌شده نتایج متفاوت بودند. در افراد غیرسیستیک فیبروزیس برونشکتازی، بیماری بینابینی ریوی مطالعه‌ایی که تمرینات تناوبی شدت بالا را با تمرینات تداومی یا مراقبت‌های عادی مقایسه کرده باشند، یافت نشد.

نتیجه‌گیری نتایج مطالعات در بیماران با بیماری انسداد مزمن ریوی تأییدکننده تأثیرات مثبت تمرین تناوبی بر ظرفیت ورزش، تناسب قلبی ریوی، ظرفیت عملکردی و کیفیت زندگی مرتبط با سلامت است. در سایر بیماری‌های تنفسی به مطالعات بیشتری برای بررسی تأثیرات تمرین تناوبی نیاز است.

کلیدواژه‌ها بیماری تنفسی، تمرین تناوبی شدت بالا، ظرفیت ورزشی

تاریخ دریافت: ۳۰ اردیبهشت ۱۴۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۵ تیر ۱۴۰۱
تاریخ انتشار: ۰۱ فروردین ۱۴۰۲

* **نویسنده مسئول:**
محسن عابدی
نشانی: تهران، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دانشکده علوم توانبخشی، گروه فیزیوتراپی.
تلفن: ۷۷۵۶۱۷۲۱ (۲۴۲) ۹۸+
رایانامه: mohsenabedi110@gmail.com

مقدمه

تمرین ورزشی یک مداخله مهم در توان‌بخشی ریوی افراد با بیماری‌های تنفسی مزمن است. مطالعات زیادی نشان داده‌اند که تمرینات ورزشی در افراد با بیماری‌هایی مانند بیماری انسدادی مزمن ریوی [۱، ۲]، سیستیک فیبروزیس [۳، ۴]، غیرسیستیک فیبروزیس برونشکتازی [۵]، بیماری‌های بینابینی ریوی [۶-۸] باعث افزایش اجزای تناسب قلبی ریوی (مانند حداکثر اکسیژن مصرفی) ، ظرفیت ورزش (حداکثر نرخ کاری) و کیفیت زندگی مرتبط با سلامت می‌شود. علاوه‌براین تمرینات ورزشی باعث کاهش شدت علائم مانند تنگی نفس و خستگی می‌شوند [۵]. شدت ورزش یک عامل مهم در تعیین پاسخ‌های فیزیولوژیکی به تمرین ورزشی است [۹]. در افراد سالم برای بهبودی در تناسب قلبی ریوی و ظرفیت ورزش، ورزش در شدت‌های متوسط تا بالا پیشنهاد شده است [۱۰]. در افراد با بیماری انسدادی مزمن ریوی، بیشتر دستورالعمل‌های موجود برای توان‌بخشی ریوی بر تمرینات ورزشی با شدت‌های بالاتر تأکید می‌کنند [۱۱]. همچنین مطابق با اصل اضافه بار که بیان می‌کند برای بهبود تناسب قلبی ریوی و ظرفیت ورزش، تمرینات ورزشی باید در شدت‌های بالاتر از بارهایی که در طول زندگی بر فرد وارد می‌شود، انجام شوند [۱۱]. به‌دلیل علائم غیرقابل تحمل مانند تنگی نفس و خستگی و ناراحتی پا، ممکن است دستیابی به شدت‌های بالا و حفظ آن در طول ورزش برای این جمعیت بالینی چالش‌برانگیز باشد [۱۲]. دلایل این امر چند عامل است،

اول

افراد مبتلا به بیماری‌های تنفسی، دارای محدودیت تهویه هستند [۱۳، ۱۴] که همراه با بدتر شدن مکانیک‌های ریوی در زمان تمرین، باعث محدود کردن شدت ورزش می‌شوند [۱۵]. در اغلب بیماران با بیماری‌های تنفسی، ظرفیت تهویه به‌علت مکانیک‌های غیرنرمال سیستم تنفسی و ضعف عضلات تنفسی کاهش می‌یابد [۱۶-۱۸]. نیازهای تهویه حین تمرین به‌علت غیرطبیعی بودن تبادل گازها افزایش می‌یابد که منجر به افت اکسیژن و افزایش فشار دی‌اکسیدکربن می‌شود [۱، ۱۶، ۱۹].

دوم

بسیاری از بیماران با بیماری‌های ریوی شدید در حین تمرین میزان اشباع اکسیژن شریانی کاهش می‌یابد که اغلب به‌علت عدم انطباق تهویه و پرفیوژن اتفاق می‌افتد [۲۰].

سوم

اختلال عضلات محیطی است. به‌عبارتی استرس اکسیداتیو و حجم فیبرهای عضلانی کاهش می‌یابد و توزیع فیبرهای عضلانی (از نوع ۱ به نوع ۲ تغییر می‌کنند) و بستر مویرگی فیبرها تغییر می‌کند [۲۱-۲۴].

چهارم

روند افزایش سن و شرایط همراه در بسیاری از بیماران مانند استئوآرتریت، اضطراب، دیابت، فشار خون بالا، اختلالات قلبی‌عروقی، افسردگی و چاقی، توانایی بیمار برای ورزش را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۲۵].

این عوامل درنهایت باعث علائم غیرقابل تحمل یعنی تنگی نفس و ناراحتی پا در حین تمرین می‌شوند و درنتیجه ظرفیت ورزش فرد کاهش می‌یابد [۲۶]. به این دلایل بیماران تنفسی شدید، نمی‌توانند تمرینات تداومی را در شدت‌های کافی که برای ایجاد تطابقات نیاز است، انجام بدهند [۱۲، ۲۶، ۲۷]. باتوجه‌به این چالش‌ها، تمرین‌های تناوبی به‌عنوان یک گزینه مناسب برای بهینه‌سازی بار قابل تحمل و مؤثر برای ایجاد تطابق در طول تمرین ورزشی، توجه زیادی را به خود اختصاص داده است [۲۸، ۲۹]. در تمرینات تناوبی دوره‌های کاری تکراری با شدت‌های بالا با دوره‌های استراحت قطع می‌شود و همانند تمرینات استقامتی به بهبود عملکرد و متغیرهای فیزیولوژیکی کمک می‌کند [۱۴، ۳۰]. در این تمرینات، وجود استراحت بین دوره‌های کاری باعث می‌شود میزان کار تنفسی و تنگی نفس ناشی از ورزش کاهش یابد. دوره‌های استراحت اجازه می‌دهد که فرد خود را برای شدت‌هایی که در دوره‌های کاری بعد لازم است، آماده کند [۱۴]. تمرینات تناوبی شدت بالا اجازه می‌دهد که فرد بتواند در شدت‌های بالاتر و به‌مدت طولانی‌تری در طول جلسات تمرین کند. ترکیب دوره‌های کار و استراحت به عضلات محیطی اجازه می‌دهد تا در معرض شدت‌های بالاتری که برای ایجاد تطابقات فیزیولوژیک لازم است، قرار بگیرند [۳۱]. اگرچه مطالعات قابل توجهی تأثیرات تمرینات تناوبی شدت بالا را بررسی کرده‌اند، اما بیشتر این مطالعات در افراد چاق و بیماری‌های قلبی انجام شده است و در بیماری‌های تنفسی تعداد مطالعات اندک است.

این مطالعه با هدف بررسی نتایج مطالعاتی است که اثر تمرینات تناوبی شدت بالا بر تناسب قلبی ریوی، ظرفیت ورزش، ظرفیت عملکردی و کیفیت زندگی مرتبط با سلامت را در بزرگسالان با بیماری‌های مزمن ریوی مانند افراد با بیماری انسدادی مزمن ریوی، سیستیک فیبروزیس، بیماری‌های بینابینی ریوی، غیرسیستیک فیبروزیس برونشکتازی بررسی کرده‌اند، انجام شده است.

مواد و روش‌ها

اطلاعات استفاده‌شده در مقاله حاضر از مقالات چاپ‌شده در بیماری‌های تنفسی و تأثیر حالت‌های مختلف تمرینات استقامتی بر تناسب قلبی ریوی، ظرفیت عملکردی، ظرفیت ورزش و کیفیت زندگی مرتبط با سلامت در فاصله سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱ است.

برای جست‌وجوی این مقالات از منابع اطلاعاتی گوگل‌اسکالر[1]، پابمد[2] و ساینس دایرکت[3] و از کلمات کلیدی چون Interval training; Continuous training; High intensity interval training; Moderate intensity continuous training; Usual care; Interval versus continuous; Respiratory disease; COPD; ILD; CF; Pulmonary fibrosis Non CF bronchiectasis و از واژه‌های عمومی "And" و "Or" استفاده شد.

1. Google scholar
2. PubMed
3. Science direct

این مرور شامل ۱۴ مقاله کارآزمایی می‌باشد که تمرینات تناوبی را با تمرینات تداومی یا با گروه مراقبت عادی (بدون تمرین) مقایسه کرده‌اند و شامل متغیرهای اندازه‌گیری تناسب قلبی ریوی (حداکثر اکسیژن مصرفی)، ظرفیت ورزش (حداکثر توان) ، ظرفیت عملکردی (تست ۶ دقیقه راه رفتن یا تست ۱۲ دقیقه راه رفتن) و کیفیت زندگی مرتبط با سلامت بودند.

یافته‌ها

مقالات به‌دست‌آمده براساس نوع بیماری در جداول شماره ۱ و ۲ دسته‌بندی شدند.

جدول ۱. مقایسه تمرینات تناوبی شدت بالا با تمرینات تداومی در بیماران با بیماری انسدادی مزمن ریوی

مطالعه	تعداد	نوع تمرین	تمرین تناوبی	تمرین تداومی	فرکانس
آرنادوتیر ۲۰۰۷ [۳۴]	۶۰	دوچرخه	≤۸۰ درصد حداکثر توان، به دنبال آن ۳۰–۴۰ درصد حداکثر توان مدت: ۳۹ دقیقه (فاصله‌ها ۳ دقیقه؛۳ دقیقه)	≤۶۵ درصد حداکثر توان مدت: ۳۹ دقیقه	۲ بار در هفته به‌مدت ۱۶ هفته
مادور ۲۰۰۹ [۳۵]	۴۰	دوچرخه یا تردمیل	۱۵۰ درصد هدف تمرین تداومی با ۷۵ درصد هدف قطع می‌شود. مدت :۲۰–۴۰ دقیقه (فاصله‌ها: ۱ دقیقه: ۲ دقیقه)	۵۰ درصد حداکثر توان و۸۰ درصد میانگین سرعت ۶ دقیقه راه رفتن مدت: ۲۰–۴۰ دقیقه	۳ بار در هفته به‌مدت ۸ هفته
ناسیس ۲۰۰۹ [۳۶]	۴۲	دوچرخه	۱۰۰ درصد حداکثر توان و ۴۵ درصد حداکثر توان مدت: ۳۰–۴۰ دقیقه (فاصله‌ها: ۳۰ ثانیه)	۶۰ درصد حداکثرتوان مدت: ۳۰–۴۰ دقیقه	۳ بار در هفته به‌مدت ۱۰هفته
پوهان ۲۰۰۶ [۳۷]	۹۸	دوچرخه	۵۰ درصد حداکثر توان و۱۰ درصد حداکثر توان مدت: ۲۵ دقیقه (فاصله‌ها: ۲۰ثانیه؛ ۴۰ثانیه)	≤۷۰ درصد حداکثرتوان مدت: ۲۵ دقیقه	۵ بار در هفته به‌مدت ۳هفته
وارگا ۲۰۰۷ [۳۸]	۷۱	دوچرخه	۵۰ درصد حداکثر توان و ۱۰ درصد حداکثر توان مدت: ۴۵ دقیقه (فاصله‌ها:۱ دقیقه؛ ۲دقیقه)	≤۷۰ درصد حداکثر توان مدت: ۴۵ دقیقه	۳ بار در هفته به‌مدت ۸ هفته
وجیاتزیس ۲۰۰۲ [۱۴]	۳۶	دوچرخه	۱۰۰ درصد حداکثر توان و ۴۵ درصد حداکثر توان (بتدریج به ۱۴۰ درصد حداکثر توان افزایش یافت) مدت: ۴۰ دقیقه (فاصله‌ها: ۳۰ ثانیه)	۵۰ درصد حداکثر توان (به‌تدریج به۷۰ درصد حداکثر توان افزایش یافت) مدت: ۴۰ دقیقه	۲ بار در هفته به‌مدت ۱۲هفته
وجیاتزیس ۲۰۰۵ [۳۹]	۱۹	دوچرخه	۱۰۰ درصد حداکثر توان و ۴۵ درصد حداکثر توان (به‌تدریج به ۱۴۰ درصد حداکثر توان افزایش یافت) مدت: ۴۰ دقیقه (فاصله‌ها: ۳۰ ثانیه)	۶۰ درصد حداکثر توان (به‌تدریج به۷۰ درصد حداکثر توان افزایش یافت) مدت: ۴۰ دقیقه	۳ بار در هفته به‌مدت ۱۰ هفته
برونستد ۲۰۱۳ [۴۰]	۲۰	راه رفتن بر روی تردمیل با شیب تند	۹۰ درصد حداکثر ضربان قلب مدت: ۳۸ دقیقه (فاصله‌ها: ۳ دقیقه؛ ۴ دقیقه)	۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب مدت: ۴۷ دقیقه	۳ بار در هفته به‌مدت ۱۰ هفته
رودریگز ۲۰۱۶ [۴۱]	۲۹	دوچرخه	۷۰–۱۰۰ درصد حداکثر توان (به‌تدریج افزایش یافت) و ۴۰–۵۰ درصد حداکثرتوان مدت: ۴۰ دقیقه (فاصله‌ها: ۳ دقیقه؛ ۲دقیقه)	۶۰ درصد حداکثر توان مدت:۴۰ دقیقه	۳ بار در هفته به‌مدت ۸ هفته

جدول ۲. مقایسه تمرینات تناوبی شدت بالا با تمرینات تداومی در بیماران با بیماری سیستیک فیبروزیس

مطالعه	تعداد	تمرین تناوبی	تمرین تداومی	فرکانس
گروبر ۲۰۱۴ [۲۹]	۲۳	۱:۲نسبت کار به استراحت (۳۰ ثانیه:۶۰ ثانیه،۲۰ ثانیه: ۶۰ ثانیه اگروضعیت بدتر باشد) مدت: ۱۶ دقیقه	فعالیت‌های ورزشی مختلف براساس فیتنس (مثل راه رفتن، بازی باتوپ، استرچینگ، تمرینات تعادلی و مقاومتی)	۵ بار در هفته به‌مدت ۶ هفته
کالتساکاس ۲۰۲۱ [۴۳]	۲۴	۱۰۰ درصد حداکثر توان و ۴۰ درصد حداکثر توان (فاصله‌ها: ۳۰ ثانیه) مدت: ۳۰ دقیقه	۷۰ درصد حداکثر توان مدت: ۳۰ دقیقه	۳ بار در هفته به‌مدت ۱۲هفته

طب توانبخشی

بیماری انسدادی مزمن ریوی

در ۲ مطالعه، تمرینات تناوبی شدت بالا را که در یک برنامه توان‌بخشی ۱۲ هفته‌ایی استفاده شده بودند با گروه بدون تمرین (مقایسه با گروه کنترل بدون تمرین یا برنامه توانبخشی ریوی)، بر روی حداکثر اکسیژن مصرفی و حداکثر توان در افراد با بیماری انسدادی مزمن ریوی مقایسه کرده‌اند [۳۲، ۳۳]. در مطالعه آلکازار و همکاران در سال ۲۰۱۹ [۳۲]، تمرینات تناوبی شدت بالا، دوره‌های کاری با شدت ۸۰ درصد حداکثر توان با دوره‌های ریکاوری فعال با شدت ۴۰ درصد حداکثر توان قطع شدند و به‌مدت ۳۰ و ۹۰ ثانیه، به‌مدت ۲۰ دقیقه و ۲بار در هفته انجام شد. زمانی که با گروه مراقبت عادی بدون تمرین مقایسه شدند، گروه تمرینات تناوبی شدت بالا تغییرات بزرگتری را در حداکثر اکسیژن مصرفی و حداکثر توان نشان دادند. در مطالعه لوواریس و همکاران در سال۲۰۱۶ [۳۳] ،تمرینات تناوبی شدت بالا شامل هر جلسه به‌مدت ۴۵ دقیقه، دوره‌های کاری با شدت ۱۳۰±۱۸ درصد حداکثر توان به‌مدت ۳۰ ثانیه با دوره‌های استراحت ۳۰ ثانیه قطع شد و به‌مدت ۳بار در هفته انجام شدند. در مقایسه با گروه مراقبت عادی، گروهی که تمرینات تناوبی شدت بالا را انجام داده بودند، تغییرات بزرگتری درحداکثر اکسیژن مصرفی، حداکثر توان، میزان مسافت طی‌شده در تست ۶ دقیقه راه رفتن کیفیت زندگی مرتبط با سلامت را نشان دادند، اما چون در هر ۲ مطالعه برنامه توان‌بخشی ریوی شامل تمرینات تداومی شدت بالا و تمرینات قدرتی بود، بنابراین نمی‌توان نتایج به‌دست‌آمده را فقط به تمرینات تناوبی شدت بالا نسبت داد.

وجیاتزیس و همکاران در سال ۲۰۰۲ [۱۴]، مطالعه‌ایی برای بررسی مقایسه تمرینات تناوبی شدت بالا و تمرین تداومی در بیماران انسداد مزمن ریوی انجام دادند. در هر ۲ گروه پس از تمرین، به‌طور مشابه ظرفیت ورزش و حداکثر اکسیژن مصرفی افزایش یافت و بین ۲ گروه اختلاف آماری معناداری دیده نشد.

وجیاتزیس و همکاران در سال ۲۰۰۵ [۳۹]، مطالعه‌ایی در بیماران انسداد مزمن ریوی برای بررسی مقایسه تأثیرات تمرینات تناوبی شدت بالا و تمرین تداومی انجام دادند، نتایج این‌گونه بود که در هر ۲ گروه حداکثر توان و حداکثر اکسیژن مصرفی به‌طور معناداری افزایش یافت و تفاوت آماری معناداری بین ۲ گروه دیده نشد.

پوهان و همکاران در سال ۲۰۰۶ [۳۷] در یک مطالعه، تمرین تناوبی و تداومی شدت بالا را در افراد با بیماری انسدادمزمن ریوی مقایسه کردند، در هر ۲ گروه کیفیت زندگی مرتبط با سلامت و فاصله طی‌شده در تست ۶ دقیقه راه رفتن به‌طور معناداری افزایش یافت و تفاوت معناداری بین ۲ گروه دیده نشد.

وارگا و همکاران در سال ۲۰۰۷ [۳۸]، تمرین تناوبی شدت بالا و تمرین تداومی و تمرین خودگام مبتنی بر خانه را در یک مطالعه در بیماران انسداد مزمن ریوی بررسی کردند. در هر ۲ گروه تمرین‌های تناوبی و تداومی، حداکثر توان و حداکثر اکسیژن مصرفی به‌طور معناداری افزایش یافت و تفاوت آماری معناداری بین ۲ گروه دیده نشد.

آرناردوتیر و همکاران در سال ۲۰۰۷ [۳۴]، مطالعه‌ایی با هدف مقایسه تمرین تناوبی شدت بالا و تمرین تداومی در بیماران انسدادمزمن ریوی انجام دادند؛ در هر ۲ گروه حداکثر توان و حداکثر اکسیژن مصرفی و فاصله طی‌شده در تست ۱۲ دقیقه راه رفتن و کیفیت زندگی مرتبط با سلامت، افزایش یافت و بین ۲ گروه تفاوت آماری معناداری یافت نشد.

مادور و همکاران در سال ۲۰۰۹ [۳۵]، پژوهشی با هدف مقایسه تمرین تناوبی شدت بالا و تمرین تداومی در بیماران انسداد مزمن ریوی انجام دادند. در هر ۲ گروه حداکثر توان و فاصله طی‌شده در تست ۶ دقیقه راه رفتن به‌طور معناداری بهبود یافت و تفاوت آماری معناداری بین ۲ گروه دیده نشد.

ناسیس و همکاران در سال ۲۰۰۹ [۳۶]، با هدف مقایسه تمرین تناوبی شدت بالا و تمرین تداومی در بیماران انسداد

مزمن ریوی بر روی ایندکس BODE مطالعه‌ایی انجام دادند. این ایندکس معمولاً برای ارزیابی ظرفیت عملکردی و پروگنوز مرگ‌ومیر در بیماران انسداد مزمن ریوی استفاده می‌شود. در هر ۲ گروه ایندکس BODE به‌طور معناداری بهبود یافت و تفاوت آماری معناداری بین ۲ گروه یافت نشد. فاصله طی‌شده در تست ۶ دقیقه راه رفتن در هر ۲ گروه به‌طور معناداری افزایش یافت و اختلاف معناداری یافت نشد.

برونستد و همکاران در سال۲۰۱۳ [۴۰]، با هدف بررسی تمرین تناوبی شدت بالا و تمرین تداومی شدت متوسط در بیماران انسداد مزمن ریوی مطالعه‌ایی انجام دادند. در هر ۲ گروه، حداکثر اکسیژن مصرفی و حداکثر توان به‌طور مشابه افزایش یافت و بین ۲ گروه تفاوت آماری معناداری دیده نشد.

رودریگز و همکاران در سال ۲۰۱۶ [۴۱] که به مطالعه تمرین تناوبی و تمرین تداومی در بیماران انسدادمزمن ریوی پرداختند. بعد از ۸ هفته تمرین، در هر ۲ گروه، حداکثر اکسیژن مصرفی ،حداکثر ظرفیت ورزش و فاصله طی‌شده در ۶ دقیقه راه رفتن به‌طور مشابه افزایش یافت و بین ۲ گروه تفاوت آماری معناداری دیده نشد.

سیستیک فیبروزیس

ساویر و همکاران در سال ۲۰۲۰ [۴۲]، مطالعه‌ای که محور آن این سؤال بود که «آیا تمرین تناوبی با شدت بالا در افزایش ظرفیت استقامتی ورزش مؤثر است و بزرگسالان مبتلا به سیستیک فیبروزیس آن را به‌خوبی تحمل می‌کنند»، انجام دادند. تمرینات تناوبی شدت بالا را که در یک برنامه توان‌بخشی ۸ هفته‌ایی استفاده شده بودند را با گروه بدون تمرین (مقایسه با گروه کنترل بدون تمرین که ارتباط هفتگی داشتند) بر روی ظرفیت ورزش در افراد با بیماری سیستیک فیبروزیس مقایسه کرده‌اند. تمرینات تناوبی شدت بالا، در جلسه اول دوره‌های کاری با شدت ۶۰ درصد حداکثر توان شروع شد و به‌تدریج در پایان هفته دوم به‌شدت ۸۰ درصد افزایش یافت و دوره‌ها به‌مدت ۳۰ ثانیه و هر جلسه به‌مدت ۱۰ دقیقه و در ۲ هفته اول ۲بار در هفته و در هفته سوم تا هشتم ۳بار در هفته انجام شد. زمانی که با گروه مراقبت عادی مقایسه شدند، افرادی که تمرینات تناوبی شدت بالا را انجام دادند، تغییرات بزرگتری در حداکثر ظرفیت ورزش و کیفیت زندگی مرتبط با سلامت نشان دادند.

گروبر و همکاران در سال ۲۰۱۴ [۲۹]، مطالعه‌ایی در بیماران سیستیک فیبروزیس با هدف بررسی تمرین تناوبی انجام دادند. در این مطالعه مشاهده شد که در افراد سیستیک فیبروزیس که شدیداً درگیر شده‌اند و قادر به شرکت در برنامه ورزشی استاندارد نیستند، برنامه تمرین تناوبی جایگزین مؤثر و ایمن در بهبود ظرفیت ورزش است. در هر ۲ گروه، حداکثر اکسیژن مصرفی افزایش یافت. حداکثر توان فقط در گروه برنامه ورزشی استاندارد افزایش یافت.

کالتساکاس و همکاران در سال ۲۰۲۱ [۴۳]، در یک مطالعه، تأثیرات تمرین تناوبی و تداومی در بیماران سیستیک فیبروزیس را مقایسه کردند. در هر ۲ گروه، حداکثر توان و حداکثر اکسیژن مصرفی و کیفیت زندگی و فاصله طی شده در ۶دقیقه راه رفتن به‌طور معناداری افزایش یافت و این تغییرات ازنظر آماری مشابه بودند.

غیرسیستیک فیبروزیس برونشکتازی

به نظر می‌رسد هیچ مطالعه‌ایی که اثرات تمرین تناوبی شدت بالا را در افراد مبتلا به غیرسیستیک فیبروزیس برونشکتازی بررسی کرده باشد، وجود ندارد.

بیماری‌های بینابینی ریه

با وجود تأثیرات مثبت شناخته‌شده از تمرینات ورزشی در افراد مبتلا به بیماری‌های بینابینی ریه [۴۴، ۴۵]، در حال حاضر مطالعاتی برای مقایسه تمرینات تناوبی شدت بالا با مراقبت معمولی یا تمرین تداومی انجام نشده است.

بحث

مطالعات زیادی نشان می‌دهند که ظرفیت ورزش و میزان فعالیت روزانه در افراد مبتلا به بیماری انسدادی مزمن ریوی در مقایسه با افراد سالم و همسن کمتر است [۴۶]. کاهش ظرفیت ورزش و میزان فعالیت روزانه باعث افزایش مرگ‌ومیر در این جمعیت می‌شود [۴۷]. تمرینات ورزشی به‌عنوان یک مداخله مهم در جهت بهبود ظرفیت ورزش می‌باشد [۱، ۲]. نتایج حاصل از مطالعات در افراد مبتلا به بیماری انسداد مزمن ریوی نشان می‌دهد که تمرینات تناوبی شدت بالا در مقایسه با گروه کنترل بدون تمرین باعث ایجاد بهبودی‌های بیشتری در ظرفیت ورزش، تناسب قلبی ریوی، ظرفیت عملکردی و کیفیت زندگی مرتبط با سلامت می‌شود [۳۲، ۳۳] و تفاوتی بین تأثیر تمرین تداومی و تناوبی بر روی متغیرهای ظرفیت ورزش و تناسب قلبی ریوی وکیفیت زندگی مرتبط با سلامت و ظرفیت عملکردی وجود ندارد [۱۴، ۳۴-۴۱]. مطالعه در افراد با بیماری نارسایی قلبی مزمن و افراد سالم نشان داده است که تمرینات تناوبی شدت بالا در مقایسه با تمرین تداومی شدت متوسط باعث بهبودی‌های بیشتری در ظرفیت ورزش و کیفیت زندگی شده‌اند [۴۸]. اگرچه در ۹ مطالعه مربوط به افراد مبتلا به بیماری انسداد مزمن ریوی نشان داده شده است که بهبودی‌ها در ظرفیت ورزش و تناسب قلبی ریوی و کیفیت زندگی مرتبط به سلامت در هر ۲ تمرین تناوبی و تداومی مشابه هستند.

در مطالعات بررسی‌شده در افراد با بیماری انسداد مزمن ریوی دیده شده است که هر ۲ نوع تمرین تداومی و تناوبی، قابل تحمل و امکان‌پذیر است و تفاوتی در ترک برنامه ورزشی بین ۲ گروه یافت نشد. در مطالعه پوهان و همکاران دیده شد که میزان پایبندی به تمرینات تناوبی در مقایسه با تمرین تداومی بیشتر است. مطالعات بررسی‌شده فاقد تجانس در حجم تمرین، مدت زمان و شدت تمرین هستند. مدت دوره‌ها در تمرینات تناوبی از ۳۰ ثانیه تا ۳ دقیقه، طول برنامه توان‌بخشی از ۳ الی ۱۶ هفته، مدت تمرین از ۲۰-۴۰ دقیقه، فرکانس تمرین از ۲ الی ۵ بار در هفته متفاوت بود. بااین‌حال همه این تمرینات تناوبی شدت بالا به همان اندازه تمرین تداومی در بهبود ظرفیت ورزش و تناسب قلبی ریوی و کیفیت زندگی مرتبط با سلامت مؤثر بودند.

مطالعات اندکی برای بررسی تأثیرات تمرین تناوبی شدت بالا در افراد سیستیک فیبروزیس انجام شده است و در مطالعات انجام‌شده نتایج متفاوت بودند. در مطالعه کالتساکاس و همکاران [۴۳]، در هر ۲ گروه تمرین تناوبی و تداومی حداکثر توان و حداکثر اکسیژن مصرفی به‌طور معناداری افزایش یافت، اما در مطالعه گروبر و همکاران [۲۹] حداکثر توان در گروه تناوبی به‌طور معناداری بهبود نیافت. در افراد مبتلا به سیستیک فیبروزیس به تعداد مطالعه بیشتری نیاز است. در افراد غیرسیستیک فیبروزیس برونشکتازی، بیماری‌های بینابینی ریوی مطالعه‌ایی که تمرینات تناوبی شدت بالا را با تمرینات تداومی یا مراقبت‌های عادی مقایسه کرده باشند، یافت نشد.

نتیجه‌گیری

نتایج ۱۱ مطالعه در بیماران با بیماری انسداد مزمن ریوی تأییدکننده تأثیرات مثبت تمرین تناوبی بر ظرفیت ورزش و کیفیت زندگی مرتبط با سلامت، تناسب قلبی ریوی و ظرفیت عملکردی است. تمرین تناوبی در افراد با بیماری انسداد مزمن ریوی می‌تواند یک گزینه مناسب برای انجام تمرین در شدت‌های بالا که برای ایجاد تطابقات فیزیولوژیکی نیاز است، باشد. در سایر بیماری‌های تنفسی به انجام مطالعه بیشتری برای بررسی تأثیرات تمرین تناوبی نیاز است.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این مقاله یک مطالعه مروری بدون نمونه انسانی یا حیوانی است و با حفظ محرمانه بودن و رعایت حقوق نویسندگان انجام شده است.

حامی مالی

این پژوهش هیچ‌گونه کمک مالی از سازمانی‌های دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده‌سازی این مقاله مشارکت داشتند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

از مرکز تحقیقات بازتوانی ریه بیمارستان مسیح دانشوری و کلیه افرادی که در انجام این مطالعه ما را یاری کردند، تقدیر و تشکر می‌شود.

References

[1] McCarthy B, Casey D, Devane D, Murphy K, Murphy E, Lacasse Y. Pulmonary rehabilitation for chronic obstructive pulmonary disease. Cochrane Database of Systematic Reviews. 2015; 2015(2):CD003793. [DOI:10.1002/14651858.CD003793.pub3]

[2] Vestbo J, Hurd SS, Agustí AG, Jones PW, Vogelmeier C, Anzueto A, et al. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: GOLD executive summary. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine. 2007; 176(6):532-55. [DOI:10.1164/rccm.201204-0596PP] [PMID]

[3] Radtke T, Nevitt SJ, Hebestreit H, Kriemler S. Physical exercise training for cystic fibrosis. Cochrane Database of Systematic Reviews. 2017; 11(11):CD002768. [DOI:10.1002/14651858.CD002768.pub4] [PMID] [PMCID]

[4] Button BM, Wilson C, Dentice R, Cox NS, Middleton A, Tannenbaum E, et al. Physiotherapy for cystic fibrosis in Australia and New Zealand: A clinical practice guideline. Respirology. 2016; 21(4):656-67.[DOI:10.1111/resp.12764] [PMID] [PMCID]

[5] Lee AL, Hill CJ, Cecins N, Jenkins S, McDonald CF, Burge AT, et al. The short and long term effects of exercise training in non-cystic fibrosis bronchiectasis-a randomised controlled trial. Respiratory Research. 2014; 15(1):44. [DOI:10.1186/1465-9921-15-44] [PMID] [PMCID]

[6] Holland AE, Hill C. Physical training for interstitial lung disease. Cochrane Database of Systematic Reviews. 2008; 2008(4):CD006322. [DOI:10.1002/14651858.CD006322.pub2]

[7] Curtis K, Hopkinson NS. Exercise training in interstitial lung disease: Lumping or splitting? Thorax. 2017; 72(7):589-90. [DOI:10.1136/thoraxjnl-2016-209929] [PMID]

[8] Nakazawa A, Cox NS, Holland AE. Current best practice in rehabilitation in interstitial lung disease. Therapeutic Advances in Respiratory Disease. 2017; 11(2):115-28. [DOI:10.1177/1753465816676048] [PMID] [PMCID]

[9] Thompson WR. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2010. [Link]

[10] Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, et al. American college of sports medicine. american college of sports medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. Medicine and Science in Sports and Exercise. 2011; 43(7):1334-59. [DOI:10.1249/MSS.0b013e318213fefb] [PMID]

[11] Morris NR, Walsh J, Adams L, Alision J. Exercise training in COPD: What is it about intensity. Respirology. 2016; 21(7):1185-92. [DOI:10.1111/resp.12864] [PMID]

[12] Maltais F, LeBlanc P, Jobin J, Bérubé C, Bruneau J, Carrier L, et al. Intensity of training and physiologic adaptation in patients with chronic obstructive pulmonary disease. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine. 1997; 155(2):555-61. [DOI:10.1164/ajrccm.155.2.9032194] [PMID]

[13] Casaburi R, Porszasz J, Burns MR, Carithers ER, Chang RS, Cooper CB. Physiologic benefits of exercise training in rehabilitation of patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine. 1997; 155(5):1541-51. [DOI:10.1164/ajrccm.155.5.9154855] [PMID]

[14] Vogiatzis I, Nanas S, Roussos C. Interval training as an alternative modality to continuous exercise in patients with COPD. European Respiratory Journal. 2002; 20(1):12-19. [DOI:10.1183/09031936.02.01152001] [PMID]

[15] Casaburi R, ZuWallack R. Pulmonary rehabilitation for management of chronic obstructive pulmonary disease. New England Journal of Medicine. 2009; 360(13):1329-35. [DOI:10.1056/NEJMct0804632] [PMID]

[16] Levison H, Cherniack RM. Ventilatory cost of exercise in chronic obstructive pulmonary disease. Journal of Applied Physiology. 1968; 25(1):21-7. [DOI:10.1152/jappl.1968.25.1.21] [PMID]

[17] MacIntyre NR. Mechanisms of functional loss in patients with chronic lung disease. Respiratory Care. 2008; 53(9):1177-84. [Link]

[18] MacIntyre NR, Leatherman NE. Mechanical loads on the ventilatory muscles: A theoretical analysis. American Review of Respiratory Disease. 1989; 139(4):968-73. [DOI:10.1164/ajrccm/139.4.968] [PMID]

[19] Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, Whipp BJ, Froelicher VF. Exercise testing and interpretation: An overview. Principles of Exercise Testing and Interpretation. 1987; 7(4):189. [DOI:10.1097/00008483-198704000-00014]

[20] Vogiatzis I, Zakynthinos S. Factors limiting exercise tolerance in chronic lung diseases. Comprehensive Physiology. 2012; 2(3):1779-817. [DOI:10.1002/cphy.c110015] [PMID]

[21] Bernard S, LeBlanc P, Whittom F, Carrier G, Jobin J, Belleau R, et al. Peripheral muscle weakness in patients with chronic obstructive pulmonary disease. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine. 1998; 158(2):629-34. [DOI:10.1164/ajrccm.158.2.9711023] [PMID]

[22] Booth FW, Gollnick PD. Effects of disuse on the structure and function of skeletal muscle. Medicine and Science in Sports and Exercise. 1983; 15(5):415-20. [DOI:10.1249/00005768-198315050-00013] [PMID]

[23] Gosselink R, Troosters T, Decramer M. Peripheral muscle weakness contributes to exercise limitation in COPD. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine. 1996; 153(3):976-80. [DOI:10.1164/ajrccm.153.3.8630582] [PMID]

[24] Hamilton AL, Killian KJ, Summers E, Jones NL. Muscle strength, symptom intensity, and exercise capacity in patients with cardiorespiratory disorders. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine. 1995; 152(6 Pt 1):2021-31. [DOI:10.1164/ajrccm.152.6.8520771] [PMID]

[25] Girdhar A, Agarwal P, Singh A. Pulmonary rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease. In: Sözen H, editor. Cardiorespiratory fitness. Rijeka: InTech; 2018. [DOI:10.5772/intechopen.81742]

[26] O'Donnell DE, Chau LK, Webb KA. Qualitative aspects of exertional dyspnea in patients with interstitial lung. Journal of Applied Physiology. 1998; 84(6):2000-9. [DOI:10.1152/jappl.1998.84.6.2000] [PMID]

[27] Punzal PA, Ries AL, Kaplan RM, Prewitt LM. Maximum intensity exercise training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Chest. 1991; 100(3):618-23.[DOI:10.1378/chest.100.3.618] [PMID]

[28] Beauchamp MK, Nonoyama M, Goldstein RS, Hill K, Dolmage TE, Mathur S, et al. Interval versus continuous training in individuals with chronic obstructive pulmonary disease--a systematic review. Thorax. 2010; 65(2):157-64. [DOI:10.1136/thx.2009.123000] [PMID]

[29] Gruber W, Orenstein DM, Braumann KM, Beneke R. Interval exercise training in cystic fibrosis -- effects on exercise capacity in severely affected adults. Journal of Cystic Fibrosis. 2014; 13(1):86-91. [DOI:10.1016/j.jcf.2013.06.005] [PMID]

[30] Laursen PB, Jenkins DG. The scientific basis for high-intensity interval training: Optimising training programmes and maximising performance in highly trained endurance athletes. Sports Medicine. 2002; 32(1):53-73.[DOI:10.2165/00007256-200232010-00003] [PMID]

[31] Porszasz J, Rambod M, van der Vaart H, Rossiter HB, Ma S, Kiledjian R, et al. Sinusoidal high-intensity exercise does not elicit ventilatory limitation in chronic obstructive pulmonary disease. Experimental Physiology. 2013; 98(6):1102-14. [DOI:10.1113/expphysiol.2012.070375] [PMID]

[32] Alcazar J, Losa-Reyna J, Rodriguez-Lopez C, Navarro-Cruz R, Alfaro-Acha A, Ara I, et al. Effects of concurrent exercise training on muscle dysfunction and systemic oxidative stress in older people with COPD. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. 2019; 29(10):1591-603.[DOI:10.1111/sms.13494] [PMID]

[33] Louvaris Z, Spetsioti S, Kortianou EA, Vasilopoulou M, Nasis I, Kaltsakas G, et al. Interval training induces clinically meaningful effects in daily activity levels in COPD. European Respiratory Journal. 2016; 48(2):567-70. [DOI:10.1183/13993003.00679-2016] [PMID]

[34] Arnardóttir RH, Boman G, Larsson K, Hedenström H, Emtner M. Interval training compared with continuous training in patients with COPD. Respiratory Medicine. 2007; 101(6):1196-204. [DOI:10.1016/j.rmed.2006.11.004] [PMID]

[35] Mador MJ, Krawza M, Alhajhusian A, Khan AI, Shaffer M, Kufel TJ. Interval training versus continuous training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention. 2009; 29(2):126-32. [DOI:10.1097/HCR.0b013e31819a024f] [PMID]

[36] Nasis IG, Vogiatzis I, Stratakos G, Athanasopoulos D, Koutsoukou A, Daskalakis A, et al. Effects of interval-load versus constant-load training on the BODE index in COPD patients. Respiratory Medicine. 2009; 103(9):1392-98. [DOI:10.1016/j.rmed.2009.03.003] [PMID]

[37] Puhan MA, Büsching G, Schünemann HJ, VanOort E, Zaugg C, Frey M. Interval versus continuous high-intensity exercise in chronic obstructive pulmonary disease: A randomized trial. Annals of Internal Medicine. 2006; 145(11):816-25. [DOI:10.7326/0003-4819-145-11-200612050-00006] [PMID]

[38] Varga J, Porszasz J, Boda K, Casaburi R, Somfay A. Supervised high intensity continuous and interval training vs. self-paced training in COPD. Respiratory Medicine. 2007; 101(11):2297-304. [DOI:10.1016/j.rmed.2007.06.017] [PMID]

[39] Vogiatzis I, Terzis G, Nanas S, Stratakos G, Simoes DC, Georgiadou O, et al. Skeletal muscle adaptations to interval training in patients with advanced COPD. Chest. 2005; 128(6):3838-45. [DOI:10.1378/chest.128.6.3838] [PMID]

[40] Brønstad E, Tjonna AE, Rognmo Ø, Dalen H, Heggli AM, Wisloff U, et al. Aerobic exercise training improves right-and left ventricular systolic function in patients with COPD. COPD: Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. 2013; 10(3):300-6. [DOI:10.3109/15412555.2012.745843] [PMID]

[41] Rodríguez DA, Arbillaga A, Barberan-Garcia A, Ramirez-Sarmiento A, Torralba Y, Vilaró J, et al. Effects of interval and continuous exercise training on autonomic cardiac function in COPD patients. The Clinical Respiratory Journal. 2016; 10(1):83-9.] [DOI:10.1111/crj.12189] [PMID]

[42] Sawyer A, Cavalheri V, Jenkins S, Wood J, Cecins N, Bear N, et al. High-intensity interval training is effective at increasing exercise endurance capacity and is well tolerated by adults with cystic fibrosis. Journal of Clinical Medicine. 2020; 9(10):3098. [DOI:10.3390/jcm9103098] [PMID] [PMCID]

[43] Kaltsakas G, Chynkiamis N, Anastasopoulos N, Zeliou P, Karapatoucha V, Kotsifas K, et al. Interval versus constant-load exercise training in adults with Cystic Fibrosis. Respiratory Physiology & Neurobiology. 2021; 288:103643. [DOI:10.1016/j.resp.2021.103643] [PMID]

[44] Sawyer A, Cavalheri V, Jenkins S, Wood J, Cecins N, Bear N, et al. Pulmonary rehabilitation for interstitial lung disease. Cochrane Database of Systematic Reviews. 2021; 2(2):CD006322. [DOI:10.1002/14651858.CD006322.pub4] [PMID] [PMCID]

[45] Bradley B, Branley HM, Egan JJ, Greaves MS, Hansell DM, Harrison NK, et al. Hirani, Interstitial lung disease guideline: The British Thoracic Society in collaboration with the Thoracic Society of Australia and New Zealand and the Irish Thoracic Society. Thorax. 2008; 63(11):1029. [DOI:10.1136/thx.2008.101691] [PMID]

[46] Watz H, Pitta F, Rochester CL, Garcia-Aymerich J, ZuWallack R, Troosters T, et al. An official European Respiratory Society statement on physical activity in COPD. The European Respiratory Journal. 2014; 44(6):1521-37. [DOI:10.1183/09031936.00046814] [PMID]

[47] Waschki B, Kirsten A, Holz O, Müller KC, Meyer T, Watz H, et al. Physical activity is the strongest predictor of all-cause mortality in patients with COPD: A prospective cohort study. Chest. 2011; 140(2):331-42.[DOI:10.1378/chest.10-2521] [PMID]

[48] Wisløff U, Støylen A, Loennechen JP, Bruvold M, Rognmo Ø, Haram PM, et al. Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: A randomized study. Circulation. 2007; 115(24):3086-94. [DOI:10.1161/CIRCULATIONAHA.106.675041] [PMID]

This Page Intentionally Left Blank