Research in Sport Medicine and Technology, Volume 22 - Issue 28 / 2024

Kharazmi University

Research in Sport Medicine and Technology

Print ISSN: 2252 - 0708 Online ISSN: 2588 - 3925

Homepage: https://jsmt.khu.ac.ir

# The Effect Of HIFT Training And Hypoxia Mask On Maximum Oxygen Consumption And Respiratory Efficiency Of the Players Of Iran's Men's National Ice Hockey Team

Danial Timaji[1] | Farshad Ghazalian[2*] | Mandana Gholami[3] | Hossein Abednatanzi[4]

1.PhD Student, Department of Exercise Physiology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2.Associate Professor, Department of Exercise Physiology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
3.Associate Professor, Department of Exercise Physiology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
4.Assistant Professor, Department of Exercise Physiology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

corresponding author: **Farshad Ghazalian, phdghazalian@gmail.com**

CrossMark

**ARTICLE INFO**

**Article type:**
Research Article

**Article history**:
Received: 2023/05/10
Revised: 2024/02/10
Accepted: 2024/02/10

**Keywords:**
HIFT Exercise, Hypoxia Mask, Respiratory System, Ice Hockey

**How to Cite:**
Danial Timaji, Farshad Ghazalian, Mandana Gholami, Hossein Abednatanzi. **The Effect Of HIFT Training And Hypoxia Mask On Maximum Oxygen Consumption And Respiratory Efficiency Of the Players Of Iran's Men's National Ice Hockey Team**. *Research In Sport Medicine and Technology*, 2024: 22(28): 73-88.

**In order to remain competitive, athletes and coaches are constantly looking for ways to enhance performance. The aim of this study was to investigate the effect of HIFT training and hypoxia mask on maximum oxygen consumption and respiratory efficiency of the players of Iran's men's national ice hockey team. In this semi-experimental study, 14 players of the Iranian national ice hockey team were divided into two HIFT and HIFT exercise with hypoxia mask groups, then both HIFT groups and HIFT exercise with hypoxia mask, performed HIFT training sessions with 30 seconds repetition and five sets for about an hour, three sessions a week for six weeks. maximum oxygen consumption (VO2max) and respiratory efficiency (vE/VCO2) were measured using gas analyzer. The results showed that HIFT and HIFT with hypoxia mask have an increasing effect on VO2max, but there was no difference between the effect of HIFT and HIFT with hypoxia mask on VO2max (P=0.390). vE/VCO2 decreased in both groups, but there was no difference between the effect of HIFT training and hypoxia mask on vE/VCO2 (P<0.05). According to the similar respiratory performance benefits, elite male ice hockey players can benefit from HIFT training.**

*Published by Kharazmi University, Tehran, Iran. Copyright(c) The author(s) This is an open access article under e*: CC BY-NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.5.2 ]

پژوهش در طب ورزشی و فناوری

شاپا چاپی: ۲۲۵۲-۰۷۰۸ شاپا الکترونیکی: ۲۵۸۸-۳۹۲۵

Homepage: https://jsmt.khu.ac.ir

# تأثیر تمرینات HIFT و ماسک هایپوکسی بر حداکثر اکسیژن مصرفی و کارایی تنفسی بازیکنان تیم ملی مردان هاکی روی یخ ایران

دانیال تیماجی[۱] | فرشاد غزالیان[۲*] | ماندانا غلامی[۳] | حسین عابد نطنزی[٤]

۱.دانشجوی دکتری، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران،ایران.
۲.دانشیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.
۳.دانشیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.
٤.استادیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

نویسنده مسئول: **فرشاد غزالیان** phdghazalian@gmail.com

**اطلاعات مقاله:**

**نوع مقاله: علمی–پژوهشی**

دریافت: ۱٤۰۲/۲/۲۰

ویرایش: ۱٤۰۲/۱۱/۲۱

پذیرش: ۱٤۰۲/۱۱/۲۱

**واژه‌های کلیدی:**

تمرینات HIFT، ماسک هایپوکسی، سیستم تنفسی، هاکی روی یخ

**ارجاع:**

دانیال تیماجی، فرشاد غزالیان، ماندانا غلامی، حسین عابد نطنزی. **تأثیر تمرینات HIFT و ماسک هایپوکسی بر حداکثر اکسیژن مصرفی و کارایی تنفسی بازیکنان تیم ملی مردان هاکی روی یخ ایران.** *پژوهش در طب ورزشی و فناوری.* ۱٤۰۳: ۲۲(۲۸):۸۸-۷۳

## چکیده

به‌منظور رقابتی ماندن، ورزشکاران و مربیان دائماً به دنبال راه‌هایی برای افزایش عملکرد هستند. هدف این پژوهش تعیین تأثیر تمرینات HIFT و ماسک هایپوکسی بر حداکثر اکسیژن مصرفی و کارایی تنفسی بازیکنان تیم ملی مردان هاکی روی یخ ایران بود. در این مطالعه نیمه‌تجربی، ۱٤ بازیکن تیم ملی هاکی روی یخ ایران به دو گروه HIFT و HIFT همراه با ماسک هایپوکسی تقسیم شدند سپس هر دو گروه HIFT و تمرینات HIFT همراه با ماسک هایپوکسی، جلسات تمرینی HIFT با تکرار۳۰ ثانیه و پنج ست در حدود یک ساعت، سه جلسه در هفته به‌مدت شش هفته اجرا کردند. حداکثر اکسیژن مصرفی (VO2max) و کارایی تنفسی (vE/VCO2) با استفاده از گازآنالایزر اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که تمرینات HIFT و تمرینات HIFT همراه با ماسک هایپوکسی بر VO2max تأثیر افزایشی دارد، اما بین اثر تمرینات HIFT و HIFT همراه با ماسک هایپوکسی بر VO2max تفاوت وجود نداشت (P=۰/۳۹۰). vE/VCO2 در هر دو گروه کاهش یافت؛ اما بین اثر تمرینات HIFT و ماسک هایپوکسی بر vE/VCO2 تفاوت وجود نداشت (P>۰/۰۵).

باتوجه‌به مزایای عملکرد تنفسی مشابه، مردان نخبه هاکی روی یخ می‌توانند از تمرینات HIFT بهره ببرند.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.5.2 ]

## Extended Abstract

Athletes are always looking for a way to gain an edge over their opponents. Some of the methods adopted by elite and amateur athletes alike are altitude and respiratory muscle training (1). These training methods increase aerobic capacity (VO2max), endurance, ventilatory threshold and power output, lung function, and overall performance in athletes (2). Respiratory muscle training can be performed using an altitude training mask designed to simulate altitude training conditions during training at sea level (3). Findings by Segizbaeva and Aleksandrova (2018) demonstrated improved physiological properties and functional reserve of respiratory muscles while wearing a training mask during a six-week high-intensity interval training (HIIT) program (4). However, Faghy et al. (2021) showed that pulmonary function did not differ between groups before the intervention and was unchanged after training (5 km time trial and six weeks of HIIT (3 sessions per week at a speed equivalent to 95% of V˙O2 peak) and altitude training mask intervention in men (6).

High-intensity functional training (HIFT) is also a training method that emphasizes functional and multi-joint movements that can be adapted to any level of physical fitness (8). Studies evaluating the effectiveness of HIIT programs have documented improvements in metabolic and cardiorespiratory adaptations (9,11). Ice hockey is a high-intensity interval team sport that is performed during continuous skating at different speeds, as well as different directions and paths (14). The effects of various training methods and functional tools on improving the performance and respiratory system of ice hockey players have been less studied. Therefore, the present study aims to investigate the effect of HIFT and hypoxia mask training on the respiratory system performance of Iranian men's national ice hockey team players.

## Method

In this semi-experimental study, 14 players of the Iranian national ice hockey team (Age: 26.6±4.4 years; weight: 86.17±0.8 kg and body mass index: 27.6±1.4 kg/m2) were divided into two HIFT and HIFT exercise with hypoxia mask groups, then both HIFT groups and HIFT exercise with hypoxia mask, performed HIFT training sessions with 30 seconds repetition and five sets for about an hour, three sessions a week for six


[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.5.2 ]

weeks. Before and after the training session, anthropometry, body composition, maximum oxygen consumption (VO2max) and respiratory efficiency (vE/VCO2) were measured using Body composition analysis device and gas analyzer. The data were analyzed using the analysis of covariance test at the P<0.05.

**Results**

The results showed that HIFT exercise and HIFT exercise with hypoxia mask have an increasing effect on VO2max in elite ice hockey men, but there was no difference between the effect of HIFT exercise and HIFT exercise with hypoxia mask on VO2max (P=0.390). After the training, vE/VCO2 decreased in both groups, but there was no difference between the effect of HIFT training and hypoxia mask on vE/VCO2 in elite ice hockey men (P<0.05).

**Conclusion**

The results of the present study showed that HIFT training had an increasing effect on VO2 max in elite male ice hockey players. Also, after the HIFT training period, the vE/VCO2 index of elite male ice hockey players decreased. It can be said that the effectiveness of exercise training is due to the improvement of respiratory muscle strength and endurance, reduction of inflammation and subsequent reduction of airway resistance. These factors reduce the apparent resistance of ventilation and will allow for increased efficient ventilation with less effort. Increasing respiratory muscle strength and reducing airway resistance during exercise is effective in improving pulmonary function. Bronchodilation caused by exercise reduces airway resistance and improves ventilation (17). It has been suggested that high-intensity aerobic exercise increases VO2 max and activates inactive alveoli. The extent of the effects of exercise on respiratory volumes depends on age group, race, gender, and intensity and type of exercise, as well as physical fitness level (19). The mechanism of the improvement in aerobic performance following HIFT is not well understood, however, several physiological factors may contribute to this improvement in aerobic performance. Adaptation after HIT training is usually due to an increase in the structure and function of peripheral vessels, which leads to improved O2 delivery to tissues and subsequently an improvement in the a-vO2 difference (9). The improvement in pulmonary function and VO2max after HIFT

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.5.2 ]

training in the present study supports previous studies in that a high-intensity training regimen helps improve pulmonary function and VO2max in elite male ice hockey players. Ice hockey is high-intensity interval team sport performed during continuous skating at various speeds, as well as in different directions and paths (14). In order to be successful in international competition, athletes in this sport must be able to meet their energy needs from both the oxidative and glycolytic systems. Athletes in this discipline must also have high strength, power, and flexibility to meet the technical skills and agility required to skate, shoot, and pass the hockey puck (15). These abilities can be achieved through HIFT training. HIFT uses constantly varied functional exercises and different durations of activity (21,22). As the results of the present study show, HIFT training can help improve respiratory function by increasing VO2 max and decreasing the vE/VCO2 index. Given the lack of studies in this field, more studies are needed to investigate the effective mechanisms of this type of training on changes in these indices. The results of the present study also showed that HIFT training with a hypoxia mask has an increasing effect on VO2 max in elite male ice hockey players. After the HIFT training period with a hypoxia mask, the vE/VCO2 index was associated with a decrease. Consistent with the results of the present study, several studies have shown that training with an altitude training mask increases VO2max, endurance, lung function, and overall performance in athletes (5,23,24). The mechanism of changes in respiratory function under altitude training mask conditions has been investigated. Altitude training masks cover the nose and mouth, restricting airflow and making it more difficult for the athlete to breathe. The device also allows for adjustment of the amount of oxygen delivered to the mask (24). Altitude training masks induce hypoxic conditions in the body; acclimatization to altitude occurs when the body increases red blood cell count, which has been shown to improve running performance at sea level. Hypoxia stimulates the production of erythropoietin in the kidneys, which increases red blood cell production. This increases the oxygen-carrying capacity of the blood and is associated with increased endurance performance (1).

Studies suggest that altitude training masks may be beneficial for endurance performance by training the respiratory muscles and making it harder for the athlete to

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.5.2 ]

inhale and exhale (25-27). It appears that the body undergoes physiological changes to adapt to lower oxygen levels. This adaptation may lead to increases in VO2max, ventilatory threshold, and power output over time (28,29). A limitation of the present study is the small sample size, so a similar study measuring these parameters in a larger sample size is recommended. Future studies should also consider a longer time period to examine the pulmonary function response to HIFT and altitude training masks. In summary, the results of the present study showed that six weeks of HIFT and HIFT training with hypoxia mask improved VO2max in elite male ice hockey players. Based on the results of the study, it appears that both HIFT and HIFT training with a hypoxia mask may be able to help improve respiratory function in elite male ice hockey players. Therefore, given the similar respiratory performance benefits, elite male ice hockey players could benefit from HIFT training.

**Keywords:** HIFT exercise, Hypoxia mask, Respiratory System, Ice hockey

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.5.2 ]

## مقدمه

ورزشکاران همیشه به دنبال راهی برای برتری در مقابل حریفان خود هستند. برخی از روش‌هایی که توسط ورزشکاران نخبه و آماتور به طور یکسان اتخاذ شده است، تمرین در ارتفاع و عضلات تنفسی است. تمرین در ارتفاع شامل تمرین در ارتفاعات بالا است که در آن اکسیژن محدودتر از سطح دریا است. تمرین عضلات تنفسی شامل تقویت عضلات موردنیاز برای تنفس است. هر دو نوع تمرین شامل ایجاد شرایط هیپوکسی برای بدن است، به این معنی که بافت‌ها اکسیژن کافی دریافت نمی‌کنند. قرارگرفتن در معرض شرایط هیپوکسی باعث تحریک تولید اریتروپویتین در کلیه‌ها می-شود که تولید گلبول‌های قرمز را افزایش می‌دهد. این امر باعث افزایش ظرفیت حمل اکسیژن خون می‌شود و با افزایش عملکرد استقامتی مرتبط است (۱). این روش‌های تمرینی ظرفیت هوازی[1] (VO2max)، استقامت، آستانه تهویه‌ای و برون‌ده توان، عملکرد ریه و عملکرد کلی را در ورزشکاران افزایش می‌دهد (۲). تمرین عضلات تنفسی را می‌توان با استفاده از ماسک تمرین ارتفاع انجام داد که برای شبیه سازی شرایط تمرین در ارتفاع در حین تمرین در سطح دریا طراحی شده است. ماسک‌های تمرین ارتفاع بینی و دهان را می‌پوشانند و جریان هوا را محدود می‌کنند و تنفس را برای ورزشکار سخت‌تر می‌کنند. همچنین امکان تنظیم مقدار اکسیژن وارد شده به ماسک را فراهم می‌کند (۳). مطالعات سعی کرده‌اند این ماسک‌ها را آزمایش کنند و مشخص کنند که آیا تمرین عضلات تنفسی واقعا برای ورزشکاران مفید است. یافته‌های سگیزبوا و الکساندروا (۲۰۱۸) نشان دهنده بهبود ویژگی‌های فیزیولوژیکی و ذخیره عملکردی عضلات تنفسی در حین پوشیدن ماسک تمرین در طول برنامه شش هفته تمرینات تناوبی با شدت بالا[2] (HIIT) بود (٤). چشایر و همکاران (۲۰۱۹) نیز در مطالعه‌ای به مقایسه اثرات ماسک تمرین ارتفاع همراه با تمرین تناوبی با شدت بالا و HIIT بر عملکرد ریه در بزرگسال سالم پرداختند. ماسک تمرین ارتفاع منجر به افزایش اندکی در حجم بازدمی اجباری در ثانیه اول[3](FEV1) شد و به‌طور قابل توجهی ظرفیت حیاتی اجباری[4] (FVC) را بیش از HIIT به تنهایی بهبود بخشید (۵). با این حال فاقی و همکاران (۲۰۲۱) نشان دادند عملکرد ریوی قبل از مداخله بین گروه‌ها تفاوتی نداشت و پس از تمرین (تایم تریل ۵ کیلومتری و شش هفته HIIT (۳ جلسه در هفته با سرعتی معادل ۹۵٪ $\dot{V}O_2$ اوج) و مداخله ماسک تمرین ارتفاع در مردان بدون تغییر بود (٦). همچنین هیمدال و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر ماسک تمرین ارتفاع بر ظرفیت هوازی، استقامت بی هوازی و عملکرد ریوی در بزرگسال سالم فعال از نظر تفریحی پرداختند. نتایج نشان داد که هیچ تغییر معنی‌داری بین گروه‌ها در عملکرد ریوی وجود ندارد (۷).

تمرین عملکردی با شدت بالا[5](HIFT) نیز یک روش تمرینی است که بر حرکات عملکردی و چند مفصلی تأکید دارد که می‌توان آن‌ها را به هر سطح آمادگی بدنی رساند (۸). به عنوان یک روش تمرین نسبتاً جدید، HIFT اغلب با (HIIT) مقایسه می‌شود، اما این دو متمایز هستند. روش HIIT با دوره‌های نسبتاً کوتاه فعالیت‌های شدید مکرر

1. Maximum rate of oxygen consumption
2. High-Intensity interval training
3. Forced expiratory volume in 1 second
4. Forced vital capacity
5. High-intensity functional training



[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.5.2 ]

مشخص می‌شود که با دوره‌های استراحت یا ورزش با شدت کم برای بازیابی اجرا می‌شود (۹)، در حالی که HIFT از تمرین‌های عملکردی دائماً متنوع و مدت زمان‌های فعالیت مختلف استفاده می‌کند (۱۰). مطالعاتی که اثربخشی برنامه‌های HIIT را ارزیابی می‌کنند، پیشرفت‌هایی را در سازگاری‌های متابولیکی و قلبی تنفسی ثبت کرده‌اند (۹،۱۱). با این حال، اثربخشی برنامه‌های HIFT کمتر شناخته شده است (۸). اخیراً، چندین محقق اثرات برنامه‌های مبتنی بر HIFT را پس از چند هفته تمرین بررسی کرده‌اند و پیشرفت‌های قابل‌توجهی در VO2max (~۱۲٪) (۱۲)، کاهش چربی بدن (~۸٪) (۱۳) و همچنین بهبود در محتوای مواد معدنی استخوان (۱٪) (۸) پس از ۱۶ هفته HIFT نشان داده‌اند. بنابراین، HIFT به عنوان یک سبک تمرین [یا برنامه] پیشنهاد شده است که شامل انواع حرکات عملکردی است که با شدت بالا [نسبت به توانایی فرد] انجام می‌شود و برای بهبود پارامترهای آمادگی جسمانی عمومی (به عنوان مثال، قلبی عروقی)، استقامت، قدرت، ترکیب بدن، انعطاف پذیری، و غیره) و عملکرد (به عنوان مثال، چابکی، سرعت، توان، قدرت، و غیره) طراحی شده است (۸،۱۰).

هاکی روی یخ ورزش تیمی تناوبی با شدت زیاد است که طی اسکیت تداومی در سرعت‌های مختلف، همچنین جهت-ها و مسیرهای مختلف انجام می‌شود (۱۴). ورزشکاران حرفه‌ای این رشته از آمادگی بدنی بالایی برخوردار هستند و عضلات بسیار قوی دارند. به‌منظور موفقیت در رقابت در سطح بین‌المللی، ورزشکاران این رشته باید بتوانند نیازهای انرژی خود را از هر دو سیستم اکسیداتیو و گلیکولیتیک برآورده کنند (۱۵). برخلاف سایر ورزش‌های تیمی، دانش علمی در مورد نیازهای بازیکنان هاکی روی یخ تیم‌های نخبه محدود است. در واقع، ویژگی‌های فیزیولوژیکی بازیکنان هاکی روی یخ در پاسخ به برنامه‌های تمرینی ضعیف توصیف شده است، زیرا ادبیات موجود نتایج ناقص و متناقضی با محدودیت‌های روش‌شناختی ارائه می‌دهد. تحقیقات بیشتری در این زمینه برای به‌دست‌آوردن اطلاعاتی لازم است که برای طراحی برنامه‌های تمرینی مؤثر و تعریف برنامه‌های آزمایشی خاص مفید باشد. اثرات انواع روش‌های تمرینی و ابزارهای عملکردی در بهبود عملکرد و سیستم تنفسی بازیکنان این رشته کمتر مورد بررسی قرار گرفته است؛ بنابراین تحقیق حاضر قصد دارد به بررسی اثر تمرینات HIFT و ماسک هایپوکسی بر عملکرد سیستم تنفسی بازیکنان تیم ملی مردان هاکی روی یخ ایران بپردازد.

## روش‌شناسی

پژوهش حاضر، یک مطالعه نیمه‌تجربی است جامعه آماری مورد بررسی این تحقیق را بازیکنان ملی‌پوش هاکی روی یخ ایران تشکیل دادند. روش نمونه‌گیری به‌صورت هدفمند و دردسترس بود و تعداد نمونه‌ها را ۱۴ بازیکن تیم ملی هاکی روی یخ ایران تشکیل دادند. بازیکنان بعد از پیش‌آزمون (آزمون‌های آنتروپومتری و گاز انالایزر) به دو گروه ۷ نفره از نظر نتایج آزمون‌های انجام شده تقسیم شدند سپس به مدت شش هفته تمرینات موردنظر را انجام دادند. یک گروه تمرینات **HIFT** را انجام دادند و گروه دیگر نیز تمرینات **HIFT** همراه با ماسک هایپوکسی را انجام دادند. کلیه آزمودنی‌های واجد شرایط شرکت در آزمون، یک هفته قبل از شروع تحقیق فرم رضایت‌نامه کتبی و پرسش‌نامه مربوطه



[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.5.2 ]

را تحویل داده و آمادگی خود را جهت شروع برنامه تمرینی اعلام نمودند. جلسه توجیهی با حضور محقق برای آشنا نمودن آزمودنی‌ها با نحوه اجرای پژوهش، روز و ساعت برگزاری پروتکل و سایر توضیحات برگزار شد. معیار ورود به مطالعه شامل: عضویت در تیم ملی بزرگسالان هاکی روی یخ ایران طی شش ماه گذشته و رضایت به شرکت در مطالعه بود. همچنین در این پژوهش از آزمودنی‌ها گواهی مربوط به‌سلامت نیز توسط پزشک متخصص (با رویکرد قلب و عروق، پرفشار خونی و اختلالات اعصاب محیطی) اخذ شد. معیارهای خروج از پژوهش نیز شامل مصرف مکمل خاص و انجام تمرین خارج از برنامه بود. از آزمودنی‌ها خواسته شد که در طول دوره تحقیق رژیم غذایی خود را تغییر ندهند. پس از هماهنگی‌های لازم با آکادمی المپیک و پارالمپیک ایران و همچنین مرکز سنجش آن مجموعه نسبت به گرفتن وقت اقدامات لازم انجام شد. آزمون‌های اندازه‌گیری آنتروپومتری، ترکیبات بدن و آزمون گازهای تنفسی (گازآنالایزر) اعضای تیم ملی هاکی روی ایران انجام شد سپس افراد به دو گروه همگن تقسیم شدند، یک گروه فقط تمرینات HIFT و یک گروه تمرینات HIFT همراه با ماسک هایپوکسی را انجام دادند. لازم به ذکر است که ورزشکاران در فاز اختصاصی تمرینات بودند. ملاحظات اخلاقی: این تحقیق با تأیید کمیته اخلاق از دانشگاه تبریز با شماره IR.TABRIZU.REC.1402.005 در دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران انجام شد. هدف از پژوهش به شرکت‌کنندگان توضیح داده شده و افراد به‌صورت داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند. همچنین بر نحوی همکاری، منافع و خطرات احتمالی شرکت در مطالعه تأکید شد و به داوطلبان توضیح داده شد. در ضمن اطلاعات به‌دست‌آمده به‌صورت محرمانه نگه داشته شده و پژوهشگران فقط نتایج کلی و گروهی را بدون ذکر نام و مشخصات منتشر کردند.

**پروتکل تمرینی**

هر دو گروه HIFT و تمرینات HIFT همراه با مایک هایپوکسی به مدت شش هفته و هر هفته سه جلسه در برنامه تمرینی شرکت کردند. جلسات تمرینی در حدود یک ساعت بود که ۱۰ دقیقه تمرین گرم کردن و کششی، ٤٠ دقیقه تمرین و ۱۰ دقیقه سرد کردن بود. تمرینات برای هر دو گروه شامل حرکت شنا سوئدی، اسکوات از جلو، حرکت برپی، حرکت اسنچ، پرس سینه هالتر، ددلیفت رومانیایی با دمبل، حرکت کلین و جرک، بتل روپ و توپ دیوار بودند که با تکرار ۳۰ ثانیه و پنج ست و به مدت شش هفته انجام دادند (١٦). همچنین ورزشکاران در کنار پروتکل تحقیق، تمرین تکنیکی و مهارتی با شدت سبک داشتند. جلسات ورزش به دقت کنترل می‌شد. مصرف اکسیژن آزمودنی‌ها روی تردمیل و از طریق آزمون تعدیل شده بروس اندازه‌گیری شد. از ضربان سنج پولار (M31 فنلاند) برای کنترل ضربان قلب استفاده شد. در حین اجرا زمانی که هر آزمودنی دچار خستگی مفرط می‌شد و دیگر قادر به ادامه فعالیت نبود، فعالیت متوقف می‌شد. به محض توقف آزمودنی زمان فعالیت و ضربان قلب ثبت می‌شد. یک هفته قبل از پیش آزمون، شرکت کنندگان با محیط آزمایشگاه، دستگاه گاز آنالایزر و نحوه اجرای آزمون بر روی تردمیل آشنا شدند. برای اطمینان از رسیدن آزمودنی‌ها به حداکثر اکسیژن مصرفی حداقل دو مورد از شرایط زیر در نظر گرفته شد؛ نمودار اکسیژن مصرفی باوجود افزایش میزان بار به حالت یکنواختی برسد و افزایش نیابد، نسبت تبادل تنفسی معادل (۱/۱۵، ۳)، ضربان قلب



[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.5.2 ]

معادل ۹۵ درصد ضربان قلب بیشینه و اعلام واماندگی از سوی آزمودنی با توجه به شاخص ۱۰ نقطه‌ای درک از تلاش بود. بعد از سپری شدن شش هفته و گذشت ٤٨ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین، مجدداً اندازه گیری‌ها تکرار شد.

## روش آماری

جهت تعیین نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیروویلک استفاده شد. سپس برای مقایسه گروه‌ها از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد. محاسبات با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخهٔ ٢٦ انجام شد و سطح معنی‌داری آزمون‌ها $p \leq ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

## یافته‌ها

جدول ۱ و ۲ نتایج آمار توصیفی مربوط به ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها و متغیرهای تحقیق را بین گروه‌های مختلف تحقیق نشان می‌دهد.

جدول ۱. نتایج آمار توصیفی مربوط به میانگین ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها

| گروه / متغیر | تمرینات HIFT | | تمرینات HIFT همراه با ماسک هایپوکسی | |
|---|---|---|---|---|
| | پیش‌آزمون | پس‌آزمون | پیش‌آزمون | پس‌آزمون |
| سن (سال) | ٢٦/٧±٨٥/٩٠ | ٢٦/٧±٨٥/٩٠ | ٢٦/٥±١٤/٠١ | ٢٦/٥±١٤/٠١ |
| وزن (کیلوگرم) | ٨٩/٢٢±٧٨/٢٥ | ٨٩/٢١±٢١/٠٣ | ٨٣/١١±٩٢/٩٤ | ٨٢/١١±٢١/٤٨ |
| درصد چربی بدن (درصد) | ٢٢/٩±٧٨/٩٦ | ٢٢/٨±١٠/٦٤ | ١٨/٩±٦٠/٣٠ | ١٧/٩±٥٤/٧٣ |
| شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع) | ٢٩/٦±٠٨/٨٩ | ٢٦/٦±٨/٥ | ٢٥/٥±٩١/١٣ | ٢٥/٥±١١/٢١ |
| درصد توده عضلانی اسکلتی درصد | ٣٨/٦±٤٧/٠١ | ٣٩/٦±٢٥/٠٣ | ٣٨/١±٢١/٩٣ | ٣٩/٢±٦١/٣٢ |

جدول ۲. توصیف متغیرهای تحقیق

| گروه / متغیر | تمرینات HIFT | | تمرینات HIFT همراه با ماسک هایپوکسی | |
|---|---|---|---|---|
| | پیش‌آزمون | پس‌آزمون | پیش‌آزمون | پس‌آزمون |
| VO2max (میلی‌لیتر به‌ازای هر کیلوگرم وزن بدن در دقیقه) | ٤٥/١٠±٣٢/٣٩ | ٤٦/١٠±٩٤/٦٣ | ٤٧/٦±٢٨/٥٢ | ٤٩/٦±١٧/٦٣ |
| VE/VECO2 (لیتر به در دقیقه) | ٢٨/٢±٤٨/٦٤ | ٢٧/٢±٥٤/١٧ | ٢٨/٢±٩٨/٧٦ | ٢٨/٢±٣٨/٢٣ |



[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.5.2 ]

ابتدا پیش‌فرض همگنی شیب رگرسیون برای مقادیر VO2max مورد بررسی قرار گرفت و باتوجه‌به اینکه تعامل گروه در پیش‌آزمون معنی‌دار نیست (p=۰/۸۱۲)؛ بنابراین مشخص شد همگنی شیب رگرسیون رعایت شده و می‌توان از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده کرد. همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، با توجه به معنی‌دار بودن پیش آزمون می‌توان نتیجه گرفت پیش آزمون به عنوان یک عامل کووریت به درستی انتخاب شده است همچنین مشخص شد بین نتایج دو گروه در مقادیر VO2max تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

همچنین ابتدا پیش‌فرض همگنی شیب رگرسیون برای مقادیر vE/VCO2 مورد بررسی قرار گرفت و باتوجه‌به اینکه تعامل گروه در پیش‌آزمون معنی‌دار نیست (p=۰/۹۰۲)؛ بنابراین مشخص شد همگنی شیب رگرسیون رعایت شده و می‌توان از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده کرد. همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، با توجه به معنی‌دار بودن پیش آزمون می‌توان نتیجه گرفت پیش آزمون به عنوان یک عامل کووریت به درستی انتخاب شده است همچنین مشخص شد بین نتایج دو گروه در مقادیر vE/VCO2 تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس مربوط به VO2max و vE/VCO2 در گروه‌های آزمودنی

| | | میانگین مجذورات | F | |
|---|---|---|---|---|
| VO2max | پیش‌آزمون | ۹۳۹/۷۷٤ | ٤۰٤۲/۱۰٦ | ۰/۰۰۱ |
| | گروه | ۰/۱۸٦ | ۰/۸۰۱ | ۰/۳۹۰ |
| | کل | | | |
| vE/VCO2 | پیش‌آزمون | ٥۱/۲٦۱ | ۸۸/٥۸۲ | ۰/۰۰۱ |
| | گروه | ۰/۷۱۷ | ۰/۷٥٤ | ۰/۲۸۹ |
| | کل | | | |

## بحث

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تمرینات HIFT بر VO2 max مردان نخبه هاکی‌باز روی یخ تأثیر افزایشی دارد. همچنین پس از دوره تمرینات HIFT، شاخص vE/VCO2 مردان نخبه هاکی‌باز روی یخ کاهش یافت. می‌توان گفت اثرگذاری تمرینات ورزشی ناشی از بهبود قدرت و استقامت عضلات تنفسی، کاهش التهاب و متعاقب آن کاهش مقاومت راه‌های هوایی است. این عوامل، مقاومت ظاهری تهویه را کاهش داده و اجازه خواهد داد تا تهویه کارآمد با تلاش کمتری افزایش یابد. افزایش قدرت عضلات تنفسی و کاهش مقاومت راه‌های هوایی طی ورزش در بهبود عملکرد ریوی مؤثر است. اتساع برونش‌ها ناشی از تمرین، مقاومت راه‌های هوایی را کاهش و تهویه را بهبود می‌بخشد (۱۷). همخوان با یافته مطالعه ما، چندین محقق اثرات برنامه‌های مبتنی بر HIFT را پس از چند هفته تمرین بررسی کرده‌اند و پیشرفت‌های قابل‌توجهی در VO2max (~۱۲٪) پس از ۱٦ هفته HIFT نشان داده‌اند (۱۲،۱۳). در همین

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.5.2 ]

زمینه ادامی و همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند که در مقایسه با ورزشکاران HIFT رقابتی، ورزشکاران مبتدی به سطوح بالاتری از VO2peak رسیدند. ورزش هوازی عملکردهای تهویه را بهبود می‌بخشد و توانایی بدن برای استفاده از اکسیژن را به طرق مختلف افزایش می‌دهد (۱۸). پیشنهاد شده است که ورزش هوازی با شدت بالا VO2 max را افزایش می‌دهد و حبابچه های غیر فعال را فعال می‌کند. میزان تأثیرات تمرین بر حجم های تنفسی به گروه سنی، نژاد، جنسیت و شدت و نوع تمرین همچنین سطح آمادگی بدنی بستگی دارد (۱۹). مکانیسم بهبود عملکرد هوازی به دنبال تمرینات HIFT به درستی مشخص نیست با این حال، چندین عامل فیزیولوژیکی ممکن است در این بهبود عملکرد هوازی نقش داشته باشند. معمولا سازگاری پس از تمرینات HIT به دلیل افزایش در ساختار و عملکرد عروق محیطی می‌باشد این امر منجر به بهبود انتقال O2 به بافت‌ها و متعاقبا بهبود تفاوت a-vO2 می‌شود (۹). با این حال، بعید است که تغییر ساختار عروقی در طول شش هفته HIFT افزایش یابد، بلکه بهبود عملکرد عروقی بیشتر و در نتیجه بهبود VO2max محتمل است. تغییرات سودمند معمول مشاهده شده در فشار خون در حالت استراحت عمدتاً به دلیل افزایش سازگاری شریان محیطی و عملکرد اندوتلیال عضلات تمرین کرده است (۲۰). این منجر به بهبود تحویل O2 به بافت‌ها و متعاقباً بهبود اختلاف a-VO2 در زمان کوتاه‌تر و با حجم کل تمرینات کمتر به میزان مشابهی با تمرینات استقامتی سنتی می‌شود (۲۱). بهبود عملکرد ریوی و VO2max پس از تمرینات HIFT در مطالعه حاضر از مطالعات قبلی حمایت می‌کند از این نظر که یک تمرین مبتنی بر شدت بالا به بهبود عملکرد ریوی و VO2max در مردان نخبه هاکی باز روی یخ کمک می‌کند. هاکی روی یخ ورزش تیمی تناوبی با شدت زیاد است که طی اسکیت تداومی در سرعت‌های مختلف، همچنین جهت‌ها و مسیرهای مختلف انجام می‌شود (۱٤). به منظور موفقیت در رقابت در سطح بین المللی، ورزشکاران این رشته باید بتوانند نیازهای انرژی خود را از هر دو سیستم اکسیداتیو و گلیکولیتیک برآورده کنند. ورزشکاران این رشته همچنین باید از قدرت، توان و انعطاف پذیری بالایی به منظور پاسخگویی به مهارت‌های فنی و چابکی مورد نیاز برای اسکیت، شوت و پاس توپ هاکی برخوردار باشند (۱۵). این توانایی‌ها می‌تواند از طریق تمرینات HIFT حاصل شود. HIFT از تمرین‌های عملکردی دائماً متنوع و مدت‌زمان‌های فعالیت مختلف استفاده می‌کند (۲۱،۲۲). همچنان که نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد تمرینات HIFT می‌تواند با افزایش VO2 max و کاهش شاخص vE/VCO2 به بهبود عملکرد دستگاه تنفسی کمک کند. با توجه به کمبود مطالعات در این زمینه نیاز است که مطالعات بیشتری به بررسی سازوکارهای مؤثر این نوع تمرینات بر تغییرات این شاخص‌ها انجام شود.

همچنین نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تمرینات HIFT همراه با ماسک هایپوکسی بر VO2 max مردان نخبه هاکی‌باز روی یخ تأثیر افزایشی دارد. پس از دوره تمرینات HIFT همراه با ماسک هایپوکسی، شاخص vE/VCO2 با کاهش همراه بود. هم‌راستا با نتایج مطالعه حاضر، نتایج برخی مطالعات نشان داده است که تمرین با ماسک تمرین ارتفاع، (VO2max)، استقامت، عملکرد ریه و عملکرد کلی را در ورزشکاران افزایش می‌دهد (۵،۲۳،۲٤). نتایج چشایر و همکاران (۲۰۱۹) در تحقیقی روی افراد بزرگسال سالم نشان داد هنگامی که ماسک تمرین ارتفاع همراه با HIIT (تمرین بر روی یک چرخ کارسنج به مدت ٤ هفته با ۸۵٪ حداکثرHR ) استفاده می‌شود، مقاومت کافی برای تقویت



[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.5.2 ]

عضلات در تهویه تنفسی و بهبود کارایی تنفسی ایجاد می‌کند (۵). پرابت و همکاران (۲۰۱۵) نیز در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر شش هفته ماسک تمرینی ارتفاع بر روی VO2max و متغیرهای عملکردی پرداختند. VO2max در گروه کنترل ۱۳,۵ درصد بهبود یافت و در گروه ماسک نیز ۱٦,۵ درصد بهبود یافت. نتایج نشان داد که ماسک تمرینی ارتفاع می‌تواند حداکثر ظرفیت هوازی و متغیرهای عملکرد را بهبود بخشد. مکانیسم تغییرات عملکرد دستگاه تنفسی در شرایط تمرین با ماسک تمرین ارتفاع مورد بررسی گرفته است، ماسک‌های تمرین ارتفاع بینی و دهان را می پوشانند و جریان هوا را محدود می‌کنند و تنفس را برای ورزشکار سخت‌تر می‌کنند. این ابزار همچنین امکان تنظیم مقدار اکسیژن وارد شده به ماسک را فراهم می‌کند (٢٤). ماسک تمرین ارتفاع موجب ایجاد شرایط هیپوکسی برای بدن می شود، عادت کردن به ارتفاعات زمانی اتفاق می‌افتد که بدن میزان گلبول‌های قرمز خون را افزایش می‌دهد، که نشان داده شده است که عملکرد دویدن در سطح دریا را بهبود می‌بخشد. هیپوکسی موجب تحریک تولید اریتروپویتین در کلیه‌ها می‌شود و تولید گلبول‌های قرمز را افزایش می‌دهد. این امر باعث افزایش ظرفیت حمل اکسیژن خون شده و با افزایش عملکرد استقامتی مرتبط است (۱). مطالعات نشان می‌دهد که ماسک‌های تمرین ارتفاع ممکن است برای عملکرد استقامتی از طریق تمرین عضلات تنفسی و با سخت‌تر کردن دم و بازدم برای ورزشکار مفید باشند (۲۷–۲۵). به نظر می‌رسد بدن دچار تغییرات فیزیولوژیکی برای سازگاری با سطوح پایین‌تر اکسیژن می‌شود. این سازگاری ممکن است منجر به افزایش VO2max، آستانه تهویه‌ای و برون‌ده توان در طول زمان شود (۲۸،۲۹). در تحقیق حاضر نیز شش هفته تمرین با ماسک ارتفاع منجر به بهبود VO2max و کاهش شاخص vE/VCO2 در مردان نخبه هاکی باز روی یخ شد. مخالف با نتایج تحقیق حاضر، گرام و همکاران (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای به بررسی تاثیر پوشیدن ETM در حین تمرین بر VO2max در دختران نخبه کایاک سوار پرداختند. گروه‌های ماسک و بدون ماسک هشت هفته تمرین سرعت تکراری را اجرا کردند، در حالی که گروه کنترل برنامه‌های تمرینی معمول کایاک را انجام دادند. VO2max به طور معنی‌داری برای گروه بدون ماسک افزایش یافت (۳۰). تفاوت در نوع تمرینات در تحقیق حاضر می‌تواند علت تناقض با یافته‌های فوق باشد. هیمدال و همکاران (۲۰۲۰) نیز در مطالعه‌ای روی بزرگسال سالم فعال نشان دادند که ماسک تمرین ارتفاع شبیه کننده ارتفاع ۹۰۰۰ فوتی تاثیر معنی‌داری بر عملکرد ریوی نداشت (۷). تفاوت در یافته‌ها ممکن است به دلیل تجهیزات مورد استفاده برای تمرین، تفاوت در روش‌های تمرین، تفاوت در اعمال بار (حجم و شدت)، ناهمگونی، و تعداد کم آزمودنی‌ها باشد. همانطور که نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد ماسک تمرین ارتفاع نسبت به تمرینات HIFT بر عملکرد ریوی مردان نخبه هاکی باز روی یخ مزیت بیشتری به همراه نداشت. از آنجایی که ورزشکاران شرکت کننده در این تحقیق، مردان نخبه هاکی باز روی یخ بودند احتمالا سازگاری‌های قلبی تنفسی در سطح بالایی بوده و ابزار ماسک تمرینی ارتفاع قادر به افزایش بیشتر شاخص‌های مورد بررسی نبوده به طوری که در ورزشکاران تفریحی، افراد غیر فعال یا ورزشکاران با سطح پایه کمتر آمادگی قلبی تنفسی نتایج متفاوتی حاصل می‌شد. از طرفی ماسک تمرین ارتفاع، شبیه ساز سطوح مختلفی از ارتفاع می‌باشد، با توجه به تنظیم ماسک در سطح ارتفاعات مختلف می‌توان انتظار نتایج متفاوتی داشت. بنابراین سطح ارتفاع تنظیم شده در این مطالعه نیز می‌تواند بر عدم تفاوت بین گروه‌ها اثرگذار

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.5.2 ]

باشد. به هر حال با توجه نبود پژوهش‌های کافی در این زمینه نیاز به تحقیقات بیشتری می‌باشد. از محدودیت‌های مطالعه حاضر می‌توان به تعداد کم نمونه‌ها اشاره کرد، بنابراین مطالعه ای مشابه با اندازه‌گیری این شاخص‌ها در تعداد نمونه‌های بالا پیشنهاد می‌گردد. همچنین مطالعات آینده باید بازه زمانی طولانی‌تری برای بررسی پاسخ عملکرد ریوی به تمرینات HIFT و ماسک تمرین ارتفاع در نظر بگیرند.

## نتیجه‌گیری

به طور خلاصه، نتایج تحقیق حاضر نشان داد که شش هفته تمرینات HIFT و تمرینات HIFT همراه با ماسک هایپوکسی موجب بهبود VO2max مردان نخبه هاکی‌باز روی یخ شد. باتوجه‌به نتایج تحقیق، به نظر می‌رسد هر دو روش HIFT و تمرینات HIFT همراه با ماسک هایپوکسی ممکن است بتوانند به بهبود عملکرد سیستم تنفسی مردان نخبه هاکی‌باز روی یخ کمک کنند؛ بنابراین، باتوجه‌به مزایای عملکرد تنفسی مشابه، مردان نخبه هاکی روی یخ می‌توانند از تمرینات HIFT بهره ببرند.

## تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از کلیه افرادی که در انجام تحقیق حاضر همکاری داشتند، به‌ویژه آزمودنی‌های تحقیق، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

## References

1. de Paula P, Niebauer J. Effects of high altitude training on exercise capacity: fact or myth. Sleep & breathing. 2012;16(1):233-9. doi: 10.1007/s11325-010-0445-1.
2. Porcari JP, Probst L, Forrester K, Doberstein S, Foster C, Cress ML, Schmidt K. Effect of Wearing the Elevation Training Mask on Aerobic Capacity, Lung Function, and Hematological Variables. Journal of sports science & medicine. 2016;15(2):379-86.
3. Granados J, Gillum TL, Castillo W, Christmas KM, Kuennen MR. "Functional" Respiratory Muscle Training During Endurance Exercise Causes Modest Hypoxemia but Overall is Well Tolerated. Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association. 2016; 30(3):755-62. doi: 10.1519/JSC.0000000000001151.
4. Segizbaeva M, Aleksandrova N. Effect of wearing the Elevation Training Mask 2.0 on pulmonary and respiratory muscle's function. European Respiratory Journal Sep 2018; 52 (62): PA3402.
5. Cheshier, BC; Estrada, CA; Moghaddam, M; Stewart, CJ; and Jacobson, FACSM, BH the effects of the ETM in conjunction with high intensity interval training (HIIT) and HIIT alone (i.e., using mask with no resistance) on lung function. International Journal of Exercise Science: Conference Proceedings: 2019; 11: 26-38. DOI: 10.1249/01.mss.0000686728.58709.3a
6. Faghy MA, Brown PI, Davis NM, Mayes JP, Maden-Wilkinson TM. A flow resistive inspiratory muscle training mask worn during high-intensity interval training does not improve 5 km running time-trial performance. European journal of applied physiology. 2021;121(1):183-191. doi: 10.1007/s00421-020-04505-3
7. Heimdal TR. The Acute and Chronic Effects of an Elevation Training Mask on Aerobic Capacity, Anaerobic Endurance, and Pulmonary Function. Master's thesis, Texas A&M University. 2020. doi: 10.1519/JSC.0000000000003175



[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.5.2 ]

8. Feito Y, Heinrich KM, Butcher SJ, Poston WSC. High-Intensity Functional Training (HIFT): Definition and Research Implications for Improved Fitness. Sports (Basel). 2018;6(3):76. doi: 10.3390/sports6030076.
9. 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; 590(5): 1077–84. doi: 10.1113/jphysiol.2011.224725.
10. Haddock CK, Poston WS, Heinrich KM, Jahnke SA, Jitnarin N. The Benefits of High-Intensity Functional Training Fitness Programs for Military Personnel. Military medicine. 2016;181(11):e1508-e1514 doi: 10.7205/MILMED-D-15-00503
11. Gibala MJ, McGee SL. Metabolic adaptations to short-term high-intensity interval training: a little pain for a lot of gain? Exercise and sport sciences reviews. 2008;36(2):58-63. doi: 10.1097/JES.0b013e318168ec1f
12. Heinrich KM, Patel PM, O'Neal JL, Heinrich BS. High-intensity compared to moderate-intensity training for exercise initiation, enjoyment, adherence, and intentions: an intervention study. BMC Public Health. 2014;14:789 https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-789
13. Heinrich KM, Becker C, Carlisle T, Gilmore K, Hauser J, Frye J, Harms CA. High-intensity functional training improves functional movement and body composition among cancer survivors: a pilot study. European journal of cancer care. 2015;24(6):812-7 doi: 10.1111/ecc.12338
14. Flik K, Lyman S, Marx RG. American collegiate men's ice hockey: an analysis of injuries. The American journal of sports medicine. 2005;33(2):183-7 doi: 10.1177/0363546504267349
15. Quinney HA, Dewart R, Game A, Snydmiller G, Warburton D, Bell G. A 26 year physiological description of a National Hockey League team. Applied physiology, nutrition, and metabolism. 2008;33(4):753-60. doi: 10.1139/H08-051.
16. Chizewski A, Box A, Kesler RM, Petruzzello SJ. High Intensity Functional Training (HIFT) Improves Fitness in Recruit Firefighters. International journal of environmental research and public health. 2021;18(24):13400. doi: 10.3390/ijerph182413400.
17. Fatima SS, Rehman R, Saifullah, Khan Y. Physical activity and its effect on forced expiratory volume. The Journal of the Pakistan Medical Association. 2013;63(3):310-2
18. Adami PE, Rocchi JE, Melke N, De Vito G, Bernardi M, Macaluso A. Physiological profile comparison between high intensity functional training, endurance and power athletes. European journal of applied physiology. 2022;122(2):531-539. doi: 10.1007/s00421-021-04858-3.
19. Kara B, Pinar L, Uğur F, Oğuz M. Correlations between aerobic capacity, pulmonary and cognitive functioning in the older women. International journal of sports medicine. 2005; 26(3):220. doi: 10.1055/s-2004-820955.
20. Rakobowchuk M, Tanguay S, Burgomaster KA, Howarth KR, Gibala MJ, MacDonald MJ. Sprint interval and traditional endurance training induce similar improvements in peripheral arterial stiffness and flow-mediated dilation in healthy humans. American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology. 2008;295(1): 236-42. doi: 10.1152/ajpregu.00069.2008.
21. Burgomaster KA, Howarth KR, Phillips SM, Rakobowchuk M, Macdonald MJ, McGee SL, Gibala MJ. Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. The Journal of physiology. 2008;586(1):151-60. doi: 10.1113/jphysiol.2007.142109.
22. Crawford DA, Drake NB, Carper MJ, DeBlauw J, Heinrich KM. Are Changes in Physical Work Capacity Induced by High-Intensity Functional Training Related to Changes in Associated Physiologic Measures? Sports (Basel). 2018; 6(2):26. doi: 10.3390/sports6020026.
23. Ramadan W, Xirouchaki CE, Mustafa R, Saad A, Benite-Ribeiro SA. Effect of wearing an elevation training mask on physiological adaptation. Journal of Physical Education and Sport, 2021;21(3):1337-1345. DOI:10.7752/jpes.2021.03170
24. Probst L Effects of the elevation training mask on maximal aerobic capacity and performance Variables College of Science and Health Clinical Exercise Physiology. 2015.
25. Boyle KG, Napoleone G, Ramsook AH, Mitchell RA, Guenette JA. Effects of the Elevation Training Mask® 2.0 on dyspnea and respiratory muscle mechanics, electromyography, and fatigue during exhaustive cycling in healthy humans. Journal of science and medicine in sport / Sports Medicine Australia. 2022; 25(2):167-172. doi: 10.1016/j.jsams.2021.08.022.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.5.2 ]

26. Sumpena A, Dikdik ZS. The Impact of Aerobic Capacity and Elevation Training Mask Using High Intensity Training Method on The Physiological Abilities of Women Futsal Players." Jurnal Pendidikan Jasmani dan Olahraga. 2020; 5(2): 162-167.
27. Szczepan S, Danek N, Michalik K, Wróblewska Z, Zato NK. Influence of a Six-Week Swimming Training with Added Respiratory Dead Space on Respiratory Muscle Strength and Pulmonary Function in Recreational Swimmers. Int. J. Environ. Res. Public Health 2020; 17:5743. doi: 10.3390/ijerph17165743.
28. Barbieri JF, Gáspari AF, Teodoro CL, Motta L, Castaño LAA, Bertuzzi R, Bernades CF, Chacon-Mikahil MPT, de Moraes AC. The effect of an airflow restriction mask (ARM) on metabolic, ventilatory, and electromyographic responses to continuous cycling exercise. Public Library of Science one. 2020;15(8):e0237010. doi: 10.1371/journal.pone.0248237
29. Smolka L, Borkowski J, Zaton M. The effect of additional dead space on respiratory exchange ratio and carbon dioxide production due to training. Journal of sports science & medicine. 2014; 13(1):36-43.
30. Ghram A, Amirshaghaghi F, Bragazzi NL, Akbari HA, Chtourou H, Lavie CJ, Jiménez-Pavón D. Effect of Wearing the Elevation Training Mask on Physiological Performance in Elite Kayaking Girls. Preprints 2021; 2021080090 DOI: https://doi.org/10.61838/kman.intjssh.4.2.7

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.5.2 ]