مجله علوم پزشکی رازی دوره ۳۲، شماره پیوسته ۲۳، ۲۱ اردیبهشت ۱۴۰۴ https://doi.org/10.47176/rjms.32.23

مقاله پژوهشی

اثر تمرینات فانکشنال با شدت بالا بر شاخص‌های آمادگی قلبی تنفسی دختران تکواندوکار

رضا صدوقی دین آباد: گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

فرشاد غزالیان: گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران (* نویسنده مسئول) phdghazalian@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: آمادگی قلبی ریوی بالا تأثیر زیادی بر مسابقات در ورزش تکواندو دارد. هدف از این پژوهش تعیین تاثیر تمرینات فانکشنال با شدت بالا بر شاخص‌های آمادگی قلبی تنفسی دختران تکواندوکار بود.

روش کار: در این مطالعه نیمه تجربی، ۱۶ دختر تکواندوکار جوان (۱۷ تا ۲۷ سال) به‌صورت به صورت در دسترس و هدفمند انتخاب و به‌طور به طور تصادفی در دو گروه تمرینات فانکشنال با شدت بالا (HIFT) و کنترل قرار گرفتند. تمرین HIFT به مدت به مدت ۱ ساعت شامل ۱۰ دقیقه تمرین گرم کردن و کششی، ۴۰ دقیقه تمرین اصلی و ۱۰ دقیقه سرد کردن، چهار جلسه در هفته و به‌مدت به مدت هشت هفته اجرا شد. قبل و بعد از دوره تمرینی اندازه‌گیری اندازه گیری آنتروپومتری، ترکیبات بدن و آزمون گازهای تنفسی (گازآنالایزر) دختران تکواندوکار مبارز جوان انجام شد. داده‌ها به روش آزمون تحلیل کوواریانس در سطح معنی‌داری $P< ۰/۰۵$ تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که زمان و تعامل زمان و گروه بر مقادیر VO_2max در دختران تکولندوکار تاثیر معنی‌دار معنی دار داشت (P=۰/۰۰۱). زمان بر مقادیر FVC و VE/VCO_2 تاثیر معنی‌دار معنی دار نداشت (P>۰/۰۵)، اما تعامل زمان و گروه بر مقادیر FVC در دختران تکواندوکار تاثیر معنی‌دار معنی دار داشت (P=۰/۰۰۱). زمان و تعامل زمان و گروه بر مقادیر FEV1، PEF، FEF25-75 و VE/VO2 در دختران تکواندوکار تاثیر معنی‌دار معنی دار نداشت (P>۰/۰۵). زمان بر نسبت FEV1/FVC تاثیر معنی‌دار معنی دار داشت (P=۰/۰۰۱)، اما تعامل زمان و گروه بر نسبت FEV1/FVC در دختران تکواندوکار تاثیر معنی‌دار معنی دار نداشت (P>۰/۰۵).

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج، احتمالا تمرینات HIFT می‌تواند در بهبود شاخص‌های آمادگی قلبی تنفسی دختران تکواندوکار موثر باشد.

تعارض منافع: گزارش نشده است.

منبع حمایت‌کننده: حامی مالی نداشته است.

کلیدواژه‌ها

تمرینات فانکشنال با شدت بالا،

آمادگی قلبی ریوی،

تکواندو

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۱۱

تاریخ چاپ: ۱۴۰۴/۰۲/۲۱

شیوه استناد به این مقاله:

Sadoughi Din Abad R, Ghazalian F. The Effect of High-Intensity Functional Training on Cardiorespiratory Fitness Indicators of Taekwondo Girls. Razi J Med Sci. 2025(11 May);32.23.

Copyright: ©2024 The Author(s); Published by Iran University of Medical Sciences. This is an open-access article distributed under the terms of the CC BY-NC-SA 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.en).

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

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-06-24]

[DOI: 10.47176/rjms.32.23]

Razi Journal of Medical Sciences. 2025(11 May);32.23. https://doi.org/10.47176/rjms.32.23

Original Article

The Effect of High-Intensity Functional Training on Cardiorespiratory Fitness Indicators of Taekwondo Girls

Reza Sadoughi Din Abad: Department of Exercise Physiology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Farshad Ghazalian: Department of Exercise Physiology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran (* Corresponding Author) phdghazalian@gmail.com

Abstract

Background & Aims: The important goal of coaches and athletes is to increase the physical and physiological ability of the athlete to the highest possible level, to develop and control the training program to ensure maximum performance (1). Physical activity improves vital capacity (VC), forced vital capacity (FVC), and maximal voluntary ventilation (MVV) compared to sedentary individuals (2, 3). Several studies have been conducted to investigate and compare ventilation volume in athletes' samples to determine the effect of different training methods on pulmonary function (3-7). Durmic et al. (2017) compared the pulmonary functions of endurance and strength athletes (470 subjects) and found that forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in the first second (FEV1), and vital capacity (VC) in the group of endurance athletes were significantly It was significantly higher than the measurements in both strength and control groups (3). Also, Mazic et al. (2015) conducted a large-scale study on 15 sports and sedentary individuals. The results showed that VC, FEV and FVC in rowing, basketball and water polo athletes were significantly higher than the control group (4). Dunham et al. (2012) did not observe significant differences in respiratory volumes (PEF, FEF25-75%, FVC, FEV1 and FEV1/FVC) after four weeks of intense interval training and static training (6).

High Intensity Functional Training (HIFT) is a training method that emphasizes functional, multi-joint movements that can be adapted to any fitness level. The HIFT program includes various functional exercise and different activity durations along with rest periods (8). HIFT aims to develop high levels of cardiorespiratory fitness, endurance, and strength beyond what is achieved by following current physical activity recommendations (10). Studies examining the effectiveness of HIFT programs have reported significant improvements in VO_2max (~12%) (11) and reductions in body fat (~8%) (8).

Taekwondo requires a high level of aerobic and anaerobic fitness. Cardiopulmonary function indicates the ability to transfer oxygen to active muscles for taekwondo athletes who perform high-intensity movements in a short period of time and is an important factor that directly affects sports performance (12). According to the important role of exercise in improving lung function, especially in athletes, it seems that investigating the effects of high-intensity functional training on respiratory performance indicators is of great importance, but according to the studies conducted, the data it is very limited in this regard. Therefore, it shows the need to further investigate the impact of HIFT training on the respiratory performance of athletes. Therefore, the current research aims to examine the question of whether eight weeks of HIFT training has an effect on the indicators of cardiorespiratory fitness of taekwondo girls?

Methods: In this semi-experimental study, 16 female Taekwondo fighters between the (ages; 17-27 year) were selected in an accessible and purposeful manner and were randomly assigned to two groups include high-intensity functional training (HIFT) and control. HIFT training was performed for 1 hour including 10 minutes of warm-up and stretching, 40 minutes of main training and 10 minutes of cooling, four sessions a week for eight weeks. Before and after training, anthropometric measurements were taken. Body composition and breath gas test (gas analyzer) of young Taekwondo girls were performed. The data were analyzed by covariance analysis test at the $P<0.05$.

Results: The results showed that time and the interaction of time and group had a significant effect on VO_2max values in young Taekwondo girls ($P=0.001$). Time did not have a significant

Keywords

High-Intensity Functional Training, Cardiorespiratory Fitness, Taekwondo

Received: 01/03/2025

Published: 11/05/2025

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-06-24]

[DOI: 10.47176/rjms.32.23]

effect on FVC and VE/VCO_2 values (P>0.05), but the interaction of time and group had a significant effect on FVC values in young Taekwondo girls (P=0.001). Time and the interaction of time and group had no significant effect on the values of FEV1, PEF, FEF25-75 and VE/VO_2 in young Taekwondo girls (P>0.05). Time had a significant effect on the FEV1/FVC ratio (P=0.001), but the interaction of time and group did not have a significant effect on the FEV1/FVC ratio in young Taekwondo girls (P>0.05).

Conclusion: The results of the present study showed that HIFT exercise caused a significant increase in FVC and VO_2max values and a non-significant increase in PEF, FEF 25-75 and VE/VO_2 in young female taekwondo fighters. Also, HIFT exercise were associated with a significant decrease in the FEV1/FVC ratio, a non-significant decrease in VE/VCO_2 and no significant change in FEV1 in young female taekwondo fighters. These results show that HIFT training affect pulmonary ventilation by improving respiratory indices. The results of the present study are consistent with the findings of Fatima et al. (2013) and Mabhout moghadam and Abbasian (1401) (14,15). Respiratory function depends on many factors including the nervous system, coordination of nerves, muscles, strength of respiratory muscles and lung dimensions. Increasing respiratory muscle strength and reducing airway resistance following physical activity is effective in improving lung function. By engaging the muscles, exercise increases the range and depth of breathing to improve FVC and oxygen consumption and its release rate (16). The effect of exercise on respiratory volumes depends on the age group, race, gender, intensity and type of exercise as well as the level of physical fitness (17). The lack of significant change in the level of FEV1, PEF and FEF25-75 in the present study can be due to the high level of preparation of the subjects, so that hormonal secretion is probably less affected by the exercise.

The mechanism of aerobic performance improvement in response to HIFT training is not well understood. Usually, the adaptation after HIT training is due to the increase in the structure and function of the peripheral vessels, this leads to the improvement of O_2 transfer to the tissues and subsequently to the improvement of the a-vO_2 difference (22). In explaining the reasons for the change in FVC and FEV1 following HIFT training, it should be said that neuromuscular coordination and greater activity of the diaphragm muscle improve pulmonary indices (25). Consistent with the results of the present study, some researchers have investigated the effects of HIFT training after several weeks of training and have shown significant improvements in VO_2max (~12%) after 16 weeks of HIFT (9,11,13). HIFT probably leads to improvement of VO_2max through the above mechanisms. One of the limitations of the present study is the lack of measurement of blood lactate and stress hormones, so a similar study with the measurement of these indicators is suggested. Also, a similar research by measuring performance indicators of the respiratory system following exercise protocols with different intensities can help to better understand the results. According to the results of the research, probably HIFT exercise can be effective in improving the performance indicators of the respiratory system of taekwondo girls. Therefore, the implementation of HIFT training as a new training method along with regular exercise can be recommended to improve the lung function of taekwondo women.

Conflicts of interest: None
Funding: None

Cite this article as:
Sadoughi Din Abad R, Ghazalian F. The Effect of High-Intensity Functional Training on Cardiorespiratory Fitness Indicators of Taekwondo Girls. Razi J Med Sci. 2025(11 May);32.23.

Copyright: ©2024 The Author(s); Published by Iran University of Medical Sciences. This is an open-access article distributed under the terms of the CC BY-NC-SA 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.en).

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

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-06-24]

[DOI: 10.47176/rjms.32.23]

مقدمه

هدف مهم مربیان و ورزشکاران، افزایش توانایی بدنی و فیزیولوژیکی ورزشکار تا بالاترین حد ممکن، توسعه و کنترل دقیق برنامه تمرینی برای اطمینان از بدست آوردن حداکثر عملکرد می‌باشد. بسیاری از ورزشکاران که برای یک رقابت مهم آماده می‌شوند، حداکثر عملکرد را در پی یک دوره‌ی تمرینی شدید بدست می‌آورند. مزایای این نوع تمرینات برای بهبود عملکرد قلبی تنفسی می تواند بنیش جدیدی را در اهداف تمرینی برای افراد ورزشکار ایجاد نماید(۱).

فعالیت ورزشی باعث بهبود ظرفیت حیاتی Vital Capacity (VC)، ظرفیت حیاتی اجباری Forced Vital Capacity(FVC) و حداکثر تهویه ارادی Maximum Ventilatory Volume (MVV) در مقایسه با افراد کم تحرک می شود (۲،۳). مطالعات متعددی برای بررسی و مقایسه حجم تهویه در نمونه‌های ورزشکاران برای تعیین تأثیر روش های تمرینی مختلف بر عملکرد ریوی انجام شده است (۷-۳). دورمیک و همکاران (۲۰۱۷) عملکردهای ریوی ورزشکاران استقامتی و قدرتی (۴۷۰ نفر) را مقایسه کردند و دریافتند که ظرفیت حیاتی اجباری Forced Vital Capacity (FVC)، حجم بازدمی اجباری در ثانیه اول Forced Expiratory Volume in 1 second (FEV1) و ظرفیت حیاتی (VC) در گروه ورزشکاران استقامتی به طور قلبل توجهی بالاتر از اندازه‌گیری‌ها در هر دو گروه قدرتی و کنترل بود (۳). مازیچ و همکاران (۲۰۱۵) نیز مطالعه ای در مقیاس بزرگ بر روی ۱۵ رشته ورزشی و افراد کم تحرک انجام دادند. نتایج نشان داد که VC ، FEV و FVC در ورزشکاران قایقرانی، بسکتبال و واترپلو به طور معنی داری بیشتر از گروه کنترل بود (۴). عطارزاده و همکاران (۲۰۱۲) متعاقب یک برنامه تناوبی هوازی در دختران غیرفعال، میزان افزایش غیر معناداری را در حجمهای ریوی ظرفیت حیاتی پرفشار، حجم بازدمی با فشار در ثانیه اول و جریان اوج بازدمی را گزارش کردند (۵). دونهام و همکاران (۲۰۱۲) تفاوت معنی داری در حجم های تنفسی (PEF، FEF25-75%، FVC، FEV1 و FEV1/FVC) پس از چهار هفته تمرین تناوبی شدید و تمرین اسقامتی مشاهده نکردند (۶). نتایج راوشه و النوائیز (۲۰۱۸) نشان داد تمرین تناوبی شدید سه روز در هفته به مدت سه هفته (۷۵–۸۵٪ HR max) موجب بهبود معنادار عملکرد ریه (FEV1 ، نسبت FEV1 / FVCو MVV) در مردان غیر فعال سالم شد. با این حال تمرین تناوبی شدید بر FVC در مردان غیر فعال سالم تاثیر نداشت (۷).

همانطور که ذکر شد، پیشرفت در عملکرد دستگاه تنفسی بسته به روش تمرینی تغییر می کند. تمرین عملکردی با شدت بالا (HIFT) یک روش تمرینی است که بر حرکات عملکردی و چند مفصلی تاکید دارد که می‌توان آنها را به هر سطح آمادگی بدنی رساند. برنامه ی HIFT شامل تمرین‌های عملکردی متنوع و مدت‌زمان‌های فعالیت مختلف است همراه با دوره های استراحتی می باشد (۸). این نوع تمرینات بر هر دو مسیر انرژی هوازی و بی‌هوازی تاکید می‌کند و از نظر قدرت، توان، انعطاف‌پذیری، سرعت، استقامت، چابکی و هماهنگی نوعی تمرین متعادل است. رویکردهای HIFTبر حرکات عملکردی (یعنی حرکات ترکیبی مانند بلند کردن، هل دادن، کشیدن، پرتاب کردن و الگوهای حرکتی که بدن را با محیط عملی آشنا می‌کند) تأکید دارند که با شدت نسبتاً بالا انجام می‌شوند و به الگوهای فراخوانی حرکتی کلی در طرح های حرکتی چندگانه نیاز دارند (۹). هدف HIFT ایجاد سطوح بالایی از آمادگی قلبی تنفسی، استقامت و قدرت است که فراتر از آن چیزی است که با پیروی از توصیه های فعلی فعالیت بدنی به دست می آید (۱۰). مطالعاتی که اثربخشی برنامه‌های HIFT را بررسی کرده‌اند پیشرفت‌های قابل‌توجهی در VO_2max (۱۲٪) (۱۱) و کاهش چربی بدن (۸٪) (۸) گزارش کرده اند.

همانند بسیاری از ورزش‌های انفرادی و گروهی، ورزش تکواندو نیز به سطح بالایی از آمادگی هوازی و بی‌هوازی نیاز دارد. عملکرد قلبی ریوی نشانگر توانایی انتقال اکسیژن به عضلات فعال برای ورزشکاران تکواندو است که حرکات با شدت بالا را در مدت زمان کوتاه انجام می دهند و عامل مهمی است که مستقیماً بر عملکرد ورزشی تأثیر می گذارد. یک بازی تکواندو از سه راند ۲ دقیقه ای تشکیل شده است و تکواندوکاران هنگام شرکت در یک مسابقه به طور متوسط حدود ۶

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-06-24]

[DOI: 10.47176/rjms.32.23]

بازی را از دور مقدماتی تا پایانی اجرا می کنند. همانطور که آنها به دوره ای بالاتر می روند، تکواندوکار با رقبای قوی تری روبرو می شود و خستگی هوازی قابل توجهی را تحمل می کند. بازی‌های تکواندو از دور اول تا سوم با شدت ۸۵ تا ۹۵ درصد حداکثر ضربان قلب (HRmax) انجام می‌شود، بنابراین آمادگی قلبی ریوی بالا تأثیر زیادی بر مسابقات دارد (۱۲). با توجه به نقش مهم ورزش در بهبود عملکرد ریوی به ویژه در ورزشکاران به نظر می‌رسد بررسی اثرات تمرینات عملکردی با شدت بالا بر شاخص های عملکردی تنفسی از اهمیت بالایی برخوردار باشد، اما با توجه به بررسی‌های انجام شده، داده‌ها در این خصوص بسیار محدود است. بنابراین لزوم بررسی بیشتر تاثیرگذاری تمرینات HIFT بر عملکرد تنفسی ورزشکاران را نمایان می‌سازد. لذا، تحقیق حاضر قصد دارد به بررسی این سوال بپردازد که آیا هشت هفته تمرینات HIFT بر شاخص های آمادگی قلبی تنفسی دختران تکواندوکار تاثیر دارد؟

روش کار

پژوهش حاضر از نوع کاربردی و روش آن نیمه تجربی می باشد که بصورت پیش آزمون-پس آزمون انجام گرفت. جامعه آماری پژوهش حاضر، دختران تکواندوکار جوان شهرستان کرج بودند که از بین آنها تعداد ۱۶ نفر به صورت در دسترس و هدفمند به عنوان نمونه انتخاب شدند. حجم نمونه مطالعه حاضر بر اساس نتایج تحقیقات پیشین، در سطح معنی‌داری ۵ درصد (خطای نوع اول) و توان آماری ۹۵٪ (خطای نوع دوم) و با استفاده از نرم افزار Medcalc 18.2.1 (۸ نفر در هر گروه) تعیین شد. این پژوهش مطابق با اصول بیانیه هلسینکی انجام شد و پروتکل آن توسط کمیته اخلاق پژوهش دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات (شماره مصوبه: IR.IAU.SRB.REC.1401.007) تأیید گردید. کلیه شرکت‌کنندگان پیش از آغاز مطالعه، اطلاعات کامل درباره اهداف، روش‌ها، منافع و خطرات احتمالی پژوهش را دریافت کرده و سپس رضایت‌نامه آگاهانه کتبی امضا نمودند. همچنین به شرکت‌کنندگان اطمینان داده شد که اطلاعات فردی و نتایج آزمون‌ها به‌صورت محرمانه نگهداری شده و صرفاً برای اهداف پژوهشی استفاده خواهد شد. شرکت‌کنندگان در هر مرحله از مطالعه می‌توانستند بدون هیچ پیامد منفی از ادامه همکاری انصراف دهند.کلیه آزمودنی‌های واجد شرایط شرکت در آزمون، یک هفته قبل از شروع تحقیق فرم رضایت‌نامه کتبی و پرسشنامه مربوطه 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: در دسترس و هدفمند دختران محدوده سنی ۱۷ تا ۲۷ سال، حداقل ۷ سال سابقه حضور در لیگ برتر تکولندو، عدم مصدومیت مزمن و رضایت به شرکت در مطالعه بود. همچنین در این پژوهش از آزمودنی‌ها گواهی مربوط به سلامت نیز توسط پزشک متخصص (با رویکرد قلب و عروق، پرفشار خونی و اختلالات اعصاب محیطی) اخذ شد. معیارهای خروج از پژوهش نیز شامل عدم مصرف مکمل و انجام تمرین، تشخیص بیماری‌های زمینه‌ای دیگر در حین اجرای پروتکل از قبیل مشکلات قلبی-ریوی و اختلالات اسکلتی و عصبی هنگام فعالیت ورزشی که مانع از اجرای فعالیت می‌شد، احساس خطر اجرای تمرین یا مصرف مکمل و نداشتن تماس تلفنی از طرف پژوهشگر برای پیگیری 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 اندازه گیری آنتروپومتری، ترکیبات بدن و آزمون گازهای تنفسی (گازآنالایزر) دختران تکواندوکار انجام شد

گروه HIFT به‌مدت هشت هفته و هر هفته چهار جلسه در برنامه تمرینی شرکت کردند. جلسات تمرینی در حدود ۱ ساعت بود که ۱۰ دقیقه تمرین گرم کردن و کششی، ۴۰ دقیقه تمرین و ۱۰ دقیقه سرد کردن

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-06-24]

[DOI: 10.47176/rjms.32.23]

بود. تمرینات HIFT شامل جابجایی با صفحه به دست، پرتاب پا از روی بوسوبال، اسکات جامپ با مدیسین بال و بلافاصله جمع زانو، اجرای ضربه با مقاومت کش روی بوسوبال، اجرای مشت با کش و مقاومت دفاع ضربه، عبور از موانع کوتاه با مدیسین بال در دست و اجرای ضربه، حرکت اره با زانو جمع با صفحه به دست، چرخش لگن از خارج با زانوی جمع و کش بسته شده به زانو، زانو جمع روی استپ با صفحه به دست و حرکت به بالای سر، فشار (هل) و اجرای ضربه، پرش دوپا و تبدیل به تک پا با مقاومت عمودی کش، پرش قیچی لانگز با شوت پا و مدیسین به دست بودند که با تکرار ۳۰ ثانیه و ۵ ست و به مدت هشت هفته انجام دادند (۱۱،۱۳)

برای تعیین گازهای تنفسی از دستگاه تجزیه، تحلیل کننده گازهای تنفسی استفاده شد. حداکثر مصرف اکسیژن مصرفی(VO_{2MAX})، دی اکسید کربن تولیدی(VCO_2)، تهویه دقیقه‌ای(VE)،نقطه شکست تهویه اول Ventilatory Threshold 1 (VT1)، نقطه شکست تهویه دوم Ventilatory Threshold 2 (VT2)، در طول پروتکل نوارگردان وابسته به فرد به صورت نفس به نفس اندازه‌گیری گردید. همچنین برای ثبت تغییرات لحظه به لحظه ضربان قلب آزمودنی‌ها در طول اجرا تست بروس، از کمربند ضربان سنج پولار استفاده شد.

جهت تعیین نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیروویلک استفاده شد. سپس برای مقایسه گروه‌ها از آزمون تحلیل کوواریانس و آزمون تی مستقل استفاده شد. محاسبات با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخهٔ ۲۶ انجام شد و سطح معنی‌داری آزمون‌ها $p\leq ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

جدول ۱ میانگین و انحراف استاندارد مربوط به ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها در گروه های مختلف ارائه شده است.

در جدول ۲ نتایج توصیفی مربوط به متغیرهای تحقیق بین گروه‌های مختلف تحقیق آورده شده است.

نتایج آزمون آماری تحلیل واریانس نشان داد که زمان (p= ۰/۱۳) تاثیر معنی دار نداشته است اما تعامل زمان و گروه (p= ۰/۰۴۵) بر FVC تاثیر معنی دار داشته است. نتایج آزمون آماری تحلیل واریانس نشان داد که زمان (p=۰/۴۶) و تعامل زمان و گروه (p=۰/۳۱) بر FEV1 تاثیر معنی دار نداشته است. نتایج آزمون آماری تحلیل واریانس نشان داد که زمان (p=۰/۰۴) تاثیر معنی دار داشته است اما تعامل زمان و گروه (p=۰/۰۹) بر FEV1/FVC تاثیر معنی دار نداشته است (جدول ۳).

نتایج آزمون آماری تحلیل واریانس نشان داد که زمان (p= ۰/۰۰۱) و تعامل زمان و گروه (p= ۰/۰۰۱) بر VO_2max تاثیر معنی دار داشته است. نتایج آزمون آماری تحلیل واریانس نشان داد که زمان (p= ۰/۰۶) و تعامل زمان و گروه (p= ۰/۱۱) بر PEFتاثیر معنی دار نداشته است. نتایج آزمون آماری تحلیل واریانس نشان داد که زمان (p= ۰/۶۹) و تعامل زمان و گروه (p= ۰/۸۳) بر FEF25-75 تاثیر معنی دار نداشته است (جدول ۳).

نتایج آزمون آماری تحلیل واریانس نشان داد که زمان (p= ۰/۱۷) و تعامل زمان و گروه (p= ۰/۲۰) بر

جدول ۱- ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها

گروه	گروه تمرین		گروه کنترل	
متغیر	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون
سن (سال)	۲۲/۲±۲۵/۷۱	---	۲۳/۲۵ ± ۱/۵	---
قد (سانتی متر)	۱۶۸ ± ۶/۴۷	---	۱۶۵ ± ۶/۱۴	---
وزن (کیلوگرم)	۶۰/۱۰±۰۷/۶۳	۵۹/۱۱±۹۰/۶۰	۵۷/۷ ± ۴/۱۲	۵۸/۱۷ ± ۳/۸
BMI (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۱/۲۲ ± ۲/۰۴	۲۱/۱۵ ± ۲/۳۳	۲۱/۰۳ ± ۱/۱۸	۲۱/۱۲ ± ۰/۴۶
PBF (درصد)	۱۹/۸۰ ± ۶/۳۶	۱۸/۹۲ ± ۵/۷۰	۱۸/۵۳ ± ۱/۳۸	۱۸/۶۱ ± ۱/۶۶

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-06-24]

[DOI: 10.47176/rjms.32.23]

جدول ۲- توصیف متغیرهای تحقیق

گروه	گروه تمرین		گروه کنترل	
متغیر	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون
FVC	۴/۵ ± ۰/۷۰	۴/۹۲ ± ۰/۴۴	۴/۳ ± ۰/۵۸	۴/۲۳ ± ۰/۴۶
FEV1	۳/۰۳ ± ۰/۲۶	۳/۱۴ ± ۰/۴۳	۳ ± ۰/۱۰	۲/۹۹ ± ۰/۱۲
FEV1/FVC	۰/۶۸ ± ۰/۱۱	۰/۶۳ ± ۰/۱۰	۰/۷۱۱ ± ۰/۰۵	۰/۷۰۵ ± ۰/۰۶
VO_{2max}	۴۰/۷۵ ± ۴/۶۲	۴۴/۸۷ ± ۴/۹۹	۴۰/۷۵ ± ۳/۴۵	۴۰/۵۰ ± ۳/۰۷
PEF	۴/۵۷ ± ۰/۵۴	۵/۷۵ ± ۱/۸۳	۴/۵۴ ± ۰/۴۶	۴/۶۵ ± ۰/۵۹
FEF	۲/۷ ± ۰/۵۰	۲/۷۵ ± ۰/۷۱	۲/۷۲ ± ۰/۳۸	۲/۷۳ ± ۰/۳۶
VE/VO2	۲۸/۶۶ ± ۳/۳۷	۲۹/۴۵ ± ۱/۳۹	۲۸/۸ ± ۳/۴۴	۲۸/۷۲ ± ۰/۹۷
VE/VCO2	۳۰/۴۷ ± ۲/۳	۲۸/۹۵ ± ۱/۷۷	۳۰/۱۸ ± ۱/۹۰	۲۹/۷۳ ± ۱/۳۰

جدول ۳- نتایج آزمون تحلیل واریانس مربوط به شاخص‌های قلبی تنفسی در گروه‌های آزمودنی

	منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار F	مقدار p
FVC	زمان	۰/۲۴۵	۱	۰/۲۴۵	۲/۵۳	۰/۱۳۴
	تعامل زمان و گروه	۰/۴۷۰	۱	۰/۴۷۰	۴/۸۶	۰/۰۴۵
FEV1	زمان	۰/۰۱۸	۱	۰/۰۱۸	۰/۵۷	۰/۴۶
	تعامل زمان و گروه	۰/۰۳۳	۱	۰/۰۳۳	۱/۰۸	۰/۳۱
FEV1/FVC	زمان	۰/۰۰۷	۱	۰/۰۰۷	۵/۰۹	۰/۰۴
	تعامل زمان و گروه	۰/۰۰۵	۱	۰/۰۰۵	۳/۱۹	۰/۰۹
FEF25-75	زمان	۰/۰۰۶	۱	۰/۰۰۶	۰/۱۶	۰/۶۹
	تعامل زمان و گروه	۰/۰۰۲	۱	۰/۰۰۲	۰/۰۴۷	۰/۸۳
VE/VO2	زمان	۱۰/۵۰	۱	۱۰/۵۰	۲/۰۳۹	۰/۱۷۵
	تعامل زمان و گروه	۹/۱۷	۱	۹/۱۷	۱/۷۸	۰/۲۰۳
VE/VCO2	زمان	۷/۸۰	۱	۷/۸۰	۴/۷۱	۰/۰۴۸
	تعامل زمان و گروه	۲/۳۱	۱	۲/۳۱	۱/۳۹	۰/۲۵
VO2max	زمان	۳۰/۰۳	۱	۳۰/۰۳	۱۷/۳۸	۰/۰۰۱
	تعامل زمان و گروه	۳۸/۲۸	۱	۳۸/۲۸	۲۲/۱۵	۰/۰۰۰۱
PEF	زمان	۳/۳۱	۱	۳/۳۱	۴/۱۷	۰/۰۶۰
	تعامل زمان و گروه	۲/۳۰	۱	۲/۳۰	۲/۸۹	۰/۱۱

VE/VO2 تاثیر معنی دار نداشته است. نتایج آزمون آماری تحلیل واریانس نشان داد که زمان (p= ۰/۰۴۸) تاثیر معنی دار داشته و تعامل زمان و گروه (p= ۰/۲۵) بر VE/VCO_2 تاثیر معنی دار نداشته است (جدول ۳).

بحث

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تمرینات HIFT موجب افزایش معنی دار مقادیر FVC و VO_2max و افزایش غیر معنی دار PEF و FEF 25-75 و VE/VO_2 در دختران تکواندوکار مبارز جوان شد. همچنین تمرینات HIFT با کاهش معنی دار نسبت FEV1/FVC، کاهش غیر معنی دار VE/VCO_2 و عدم تغییر معنی دار FEV1 در دختران تکواندوکار مبارز جوان همراه بود. این نتایج نشان می دهد که تمرینات HIFT با بهبود شاخص های تنفسی، تهویه ریوی را تحت تأثیر قرار می دهد. نتایج پژوهش حاضر با یافته های تحقیقات فاطیما و همکاران (۲۰۱۳) و مبهوت مقدم و عباسیان (۱۴۰۱) همراستا است (۱۴،۱۵). عملکرد تنفسی به بسیاری عوامل از جمله سیستم عصبی، هماهنگی عصب، عضله، قدرت عضلات تنفسی

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-06-24]

[DOI: 10.47176/rjms.32.23]

و ابعاد ریوی وابسته است. افزایش قدرت عضلانی تنفسی و کاهش مقاومت راه های هوایی به دنبال اجرای فعالیت بدنی، در بهبود عملکرد ریوی مؤثر است. ورزش با درگیر کردن عضلات، دامنه و عمق تنفس را برای بهبود FVC و مصرف اکسیژن و میزان انتشار آن، افزایش می دهد (۱۶). میزان تأثیرات تمرین بر حجم های تنفسی به گروه سنی، نژاد، جنسیت و شدت و نوع تمرین همچنین سطح آمادگی بدنی بستگی دارد (۱۷). بهبود FEV1 حاکی از آن است که شدت بالای ورزش هوازی باعث بهبود جریان هوا در داخل دستگاه تنفسی می شود نشان داده شده است که بهبود FEV1 عمدتا به دلیل انبساط ریه ها در طول تمرینات هوازی با شدت بالا حاصل می شود و در نتیجه حجم بیشتری از هوا وارد راه های هوایی می شود و موجب گشاد شدن مجاری تنفسی می گردد (۷). نوع تمرینات هوازی نیز از دیگر عوامل تاثیرگذار معرفی شده است، به طوری که اظهار شده است تمرینات شنا و بدن سازی، به دلیل اعمال فشار بیش تر بر عضلات تنفسی، اثر بیش تری بر افزایش FVC دارند (۱۸). افزایش قدرت در عضلات بین دنده ای و عضلات تنفسی می تولند باعث افزایش دم عمیق و همچنین افزایش نیروی خروج هوا و افزایشFVC گردد. البته با تقویت عضلات سینه ای می توان مقدار هوایی را که پس از یک دم بیشینه و در ثانیه اول بازدم، از ریه ها خارج می گردد را نیز افزایش داد که به آنFEV1 اطلاق می شود. سرعت اوج بازدمی نیز با تقویت عضلات تنفسی نیز سبب افزایش مقدار خروج هوا در اوج بازدم با حداکثر تلاش یاPEF می گردد (۱۹). FEF25-75% حساس ترین اندازه گیری جریان هوا در راه های هوایی محیطی است که در آن انسداد اولیه جریان هوا منشأ می گیرد، و در نارسایی زودرس برونش که با بیماری راه هوایی کوچک مرتبط است، کاهش می یابد (۲۰). در اثر ورزش ترشح هورمون نور اپی نفرین افزایش می یابد و باعث اثر تحریکی قوی بر گیرنده های بتا و در نتیجه اتساع درخت برونشی می شود که می تواند یکی از علل احتمالی افزایش FEF25-75 باشد (۲۱). عدم تغییر معنی دار سطح FEV1 ، PEF و FEF25-75 در مطالعه حاضر می تواند به دلیل سطح بالای آمادگی آزمودنی ها باشد به طوری که احتمالا ترشح هورمونی کمتر تحت تاثیر تمرینات قرار گرفته است.

مکانیسم بهبود عملکرد هوازی در پاسخ به تمرینات HIFT به خوبی مشخص نیست. معمولا سازگاری پس از تمرینات HIT به دلیل افزایش در ساختار و عملکرد عروق محیطی می باشد این امر منجر به بهبود انتقال O2 به بافت ها و متعاقبا بهبود تفاوت $a\text{-}VO_2$ می شود (۲۲). با این حال، بعید است که تغییر ساختار عروقی در طول هشت هفته HIFT افزایش یابد، بلکه بهبود عملکرد عروقی بیشتر و در نتیجه بهبود VO_2max 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 (۲۳). این منجر به بهبود تحویل O_2 به بافت ها و متعاقباً بهبود اختلاف $a\text{-}VO_2$ در زمان کوتاه‌تر و با حجم کل تمرینات کمتر به میزان مشابهی با تمرینات استقامتی سنتی می شود می شود (۲۴). در بیان دلایل تغییر FVC و FEV1 متعاقب ورزش HIFT باید گفت که هماهنگی عصبی-عضلانی و فعالیت بیش‌تر عضله‌ی دیافراگم باعث بهبود شاخص های ریوی می‌شود (۲۵). تمرینات HIFT حرکات چند مفصلی هستند که بخش‌های بزرگی از بدن را درگیر می‌کنند و الگوهای پیچیده‌ی فراخوانی حرکتی را در سطوح مختلف ایجاد می‌کنند (۱۱)، دلیل توجه به این موضوع وجود آن است که نشان داده شده است رفلکس فشاری، به سرعت HR را بالا می برد و استرس بیشتری را روی همودینامیک وارد می کند، بنابراین یک مکانیسم بالقوه برای سازگاری ارائه می شود (۲۶). ورزش هوازی عملکردهای تهویه را بهبود می بخشد و توانایی بدن برای استفاده از اکسیژن را به طرق مختلف افزایش می دهد: (۱) تمام عضلات را تقویت می کند، گردش خون را در این فرآیند بهبود می بخشد، فشار خون را کاهش می دهد و بار کاری قلب را کاهش می دهد. ; (۲) عضلات تنفسی را تقویت می کند و از آنجایی که می تواند مقاومت جریان هوا را کاهش دهد، جریان هوا را در

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-06-24]

[DOI: 10.47176/rjms.32.23]

داخل و خارج از ریه‌ها نیز تسهیل می‌کند (۲۷). افزایش سرعت تنفس منجر به افزایش سرعت تهویه در دقیقه می شود. حین انجام تمرین با شدت بالا، تعداد گیرنده های حجم ریه و سایر گیرنده‌ها در مرکز کنترل تنفس افزایش می یابد که منجر به افزایش میزان تهویه می شود. بالا بودن حجم بازدمی با فشار در ثانیه اول در افراد بالغ حاکی از عملکرد مطلوب تهویه ای افراد بوده و می‌توان نتیجه گرفت که تمرینات HIFT بار کاری بیشتری بر عضلات دمی اعمال کرده و موجب تقویت بهتر نیروهای اتساعی قفسه سینه و افزایش میزان استقامت آنها شده است. تحقیقات بیشتری برای روشن شدن این مکانیسم ها مورد نیاز است. همخوان با نتایج تحقیق حاضر، برخی محققان اثرات تمرینات HIFT را پس از چند هفته تمرین بررسی کرده‌اند و پیشرفت‌های قابل‌توجهی در VO_2max (۱۲٪) پس از ۱۶ هفته HIFT نشان داده‌اند (۹،۱۱،۱۳). ادامی و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه ای به بررسی تفاوت بین گروهی از ورزشکاران HIFT رقابتی (CMP) و گروهی از ورزشکاران HIFT مبتدی (BGN) همسان با سن و جنس، برای روشن شدن ویژگی‌های فیزیولوژیکی هر گروه و دلایل آن پرداختند. ۱۰ ورزشکار BGN و ۱۰ ورزشکار CMP وارد مطالعه شدند و از نظر آنتروپومتری، VO_2peak، آستانه لاکتات، حداکثر قدرت و قدرت پاهای ایزومتریک و ایزوکنتیک، گرفتن دست و حداکثر توان بی هوازی مورد ارزیابی قرار گرفتند. در مقایسه با ورزشکاران BGN، CMP به سطوح بالاتری از VO2peak، حداکثر قدرت اندام تحتانی، حداکثر قدرت گرفتن دست، حداکثر قدرت ایزومتریک اکستنشن زانو، قدرت ایزوکنتیک و اوج قدرت بی‌هوازی رسید، در حالی که ظرفیت بی‌هوازی تفاوت معنی‌داری نشان نداد (۱۳). بنابراین HIFT احتمالا از طریق سازوکارهای فوق به بهبود VO_2max منجر شود. برخی تحقیقات نیز عدم تغییر معنی دار شاخص های تنفسی پس از تمرین را گزارش کرده لند. مخالف با یافته های تحقیق حاضر، هالک و همکاران (۲۰۱۱) اثر ۱۲ هفته تمرین را بر عملکرد ریوی مردان و زنان دانشجو بررسی کردند و متوجه شدند که هیچ تغییر معنی‌داری در تست عملکرد ریه به جز اوج میزان جریان بازدمی Peak Expiratory Flow (PERF) مشاهده نشد. اوج میزان جریان بازدمی نیز تنها در مردان معنی‌دار بود (۲۸). در مطالعات فوق دانشجویان غیرفعال حضور داشته اند در حالی که در تحقیق حاضر تکواندکاران فعال شرکت داشتند. دونهام و همکاران (۲۰۱۲) تفاوت معنی داری در حجم های تنفسی (PEF، FEF25-75%، FVC، FEV1 و FEV1/FVC) پس از چهار هفته تمرین تناوبی شدید و تمرین استقامتی مشاهده نکردند (۶). نتایج راوشه و النوائیز (۲۰۱۸) نشان داد تمرین تناوبی شدید سه روز در هفته به مدت سه هفته (۷۵–۸۵٪ HR max) موجب بهبود معنادار عملکرد ریه (FEV1، نسبت FEV1 / FVC وMVV) در مردان غیر فعال سالم شد. با این حال تمرین تناوبی شدید بر FVC در مردان غیر فعال سالم تاثیر نداشت این محققان بیان کردند که احتمالا ورزش مدت طولانی تر مورد نیاز باشد تا FVC را تحت تأثیر قرار دهد (۷). دلیل این تفاوت‌ها را می‌توان ناشی از اختلاف در تعداد و نوع آزمودنی‌ها، جنسیت و سن آن ها و شدت و مدت زمان اجرای برنامه دانست. یکی از محدودیت های مطالعه حاضر را می‌توان عدم اندازه گیری لاکتات خون و هورمون های استرس نام برد لذا مطالعه‌ای مشابه با اندازه گیری این شاخص‌ها پیشنهاد می‌شود. همچنین تحقیقی مشابه با اندازه گیری شاخص‌های عملکرد سیستم تنفسی متعاقب پروتکل های تمرینی با شدت‌های مختلف می‌تواند به درک بهتر نتایج کمک نماید.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج تحقیق، احتمالا تمرینات HIFT می تواند در بهبود شاخص های عملکرد سیستم تنفسی دختران تکواندوکار موثر باشد. بنابراین، اجرای تمرینات HIFT به عنوان شیوه تمرینی نوین در کنار تمرینات معمول می تواند برای بهبود عملکرد ریوی زنان تکواندوکار توصیه شود.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-06-24]

[DOI: 10.47176/rjms.32.23]

تقدیر و تشکر

این تحقیق با تایید کمیته اخلاق با شماره IR.IAU.SRB.REC.1401.007 در دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات انجام شد. بدین وسیله از کلیه افرادی که در انجام تحقیق حاضر همکاری داشتند، بویژه آزمودنی‌های تحقیق، صمیمانه تشکر و قدردانی می شود.

ملاحظات اخلاقی

این پژوهش مطابق با اصول بیانیه هلسینکی انجام شد و پروتکل آن توسط کمیته اخلاق پژوهش دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات (شماره مصوبه: IR.IAU.SRB.REC.1401.007) تأیید گردید.

مشارکت نویسندگان

ایده‌پردازی و مفهوم‌سازی: رضا صدوقی دین‌آباد، فرشاد غزالیان

طراحی روش‌شناسی: رضا صدوقی دین‌آباد

گردآوری داده‌ها و اجرای آزمایش‌ها: رضا صدوقی دین‌آباد

تحلیل و تفسیر داده‌ها: رضا صدوقی دین‌آباد، فرشاد غزالیان

نگارش پیش‌نویس اولیه مقاله: رضا صدوقی دین‌آباد

بازنگری و ویرایش علمی: فرشاد غزالیان

تصویرسازی و تهیه جداول و نمودارها: رضا صدوقی دین‌آباد

نظارت و راهنمایی علمی: فرشاد غزالیان

همه نویسندگان نسخه نهایی مقاله را خوانده و تأیید کرده‌اند.

References

1. Bakhtar F, Ahmad Aminisani N, Gilani N. Psychological, social, and environmental predictors of physical activity among older adults: The socio-ecological approach using structural equation modeling analysis. Balt J Health Phys Act. 2019;11(2):117-126.

2. Atan T, Akyol P, Çebi M. Comparison of respiratory functions of athletes engaged in different individual sports branches. Dicle Med J. 2013;40(2):192–198.

3. Durmic T, Lazovic Popovic B, Zlatkovic Svenda M, Djelic M, Zugic V, Gavrilovic T, et al. The training type influence on male elite athletes' ventilatory function. BMJ Open Sport Exerc Med. 2017;3(1).

4. Mazic S, Lazovic B, Djelic M, Suzic-Lazic J, Djordjevic-Saranovic S, Durmic T, et al. Respiratory parameters in elite athletes – does sport have an influence? Revista Portuguesa De Pneumologia (English Edition). 2015;21(4):192–197.

5. Attarzadeh Hosseini Seyyed R, 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. JSUMS. 2012;19:1:42-51.

6. Dunham C, Harms CA Effects of High-Intensity Interval Training on Pulmonary Function. Eur J Appl Physiol. 2012;112(8):3061-8.

7. Rawashdeh A, Alnawaiseh N. The Effect of High-Intensity Aerobic Exercise on the Pulmonary Function Among Inactive Male Individuals. Biomed Pharmacol J. 2018;11(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.

9. 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. Eur J Cancer Care. 2015;24:812–817

10. Roy TC, Springer BA, McNulty V, Butler NL. Physical fitness. Mil Med. 2010;175(8S):14–20.

11. 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;14:789–795

12. Seo B, Kim D, Choi D, Kwon C, Shin H. The effect of electrical stimulation on blood lactate after anaerobic muscle fatigue induced in Taekwondo athletes. J Phys Ther Sci. 2011;23:271–275

13. Adami PE, Rocchi JE, Melke N, Macaluso A. Physiological comparison between competitive and beginner high intensity functional training athletes. J hum Sport Exerc. 2022;17(3):540–552.

14. Fatima SS, Rehman R, Saifullah, Khan Y. Physical activity and its effect on forced expiratory volume. J Pak Med Assoc. 2013;63(3):310-12.

15. Mabhout moghadam T, Abbasian S. The effect of eight-week of high-intensity aerobic training and arginine administration on pulmonary function and body composition in boys with obesity: Aerobic

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-06-24]

[DOI: 10.47176/rjms.32.23]

training, arginine administration and pulmonary. Nafas Journal. 2022;9(1).
16. Hashemi SM, Ghorbani R, Kaveie,B. The determination of sample size in paired studying. Scientific Journal of Semnan Medicine Science University. 2010;1(8):55-62.
17. Kara B, Pinar L, Uğur F, Oğuz M. Correlations between aerobic capacity ،pulmonary and cognitive functioning in the older women. Int J Sports Med. 2005;26(3):220-4.
18. Aydin G, Koca I. Swimming training and pulmonary variables in women. J Hum Sport Exerc. 2013;9(1) S475- 480.
19. Ginde AA, Mansbach JM, Camargo CAJr. Vitamin D RespiratoryInfection and Asthma. Curr Allergy Asthma Rep. 2009;9(1):81-87.
20. Malerba M, Radaeli A, Olivini A, et al. Association of fef25-75% impairment with bronchial hyperresponsiveness and airway inflammation in subjects with asthma-like symptoms. Respiration. 2016;91(3):206–214;
21. El-Helaly N. Ventilatory functions response to breathing training versus aerobic training in asthmatic children. Egypt J Pediatr Allergy Immunol. 2012;10(1):33-7.
22. Gibala MJ, Little JP, MacDonald MJ, Hawley JA. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. J Physiol (Lond) 2012;590(5):1077–84.
23. 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. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol. 2008;295(1):236-242.
24. Burgomaster KA, Howarth KR, Phillips SM, Rakobowchuk M, Macdonald M. J, McGee SL, et al. Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. J Physiol. 2008;586(1):151-160.
25. Troosters T, Gosselink R, Janssens W, Decramer M. Exercise training and pulmonary rehabilitation: new insights and remaining challenges. Eur Respir Rev. 2010;19(115):24-9.
26. Collins MA, Cureton KJ, Hill DW, Ray CA. Relationship of heart rate to oxygen uptake during weight lifting exercise. Med Sci Sports Exerc. 1991;23(5): 636–40.
27. Emtner M, Herala M, Stålenheim G: High-intensity physical training in adults with asthma. A 10-week rehabilitation program. Chest. 1996;109:323–330.
28. Hulke SM, Phatak MS. Effect of endurance training on lung function: a longitudinal study. Int J Biol Med Res. 2011;2(1):443-6.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-06-24]

[DOI: 10.47176/rjms.32.23]