Jundishapur
Scientific Medical Journal

January & February 2022, Volume 20, Number 6

Research Paper

The role of the Aerobic Interval Exercise Training on the Lung Function Profile in Adolescent Girls With Different Body Composition Index

Mahsa Farpour[1], ***Farzad Nazem**[1]

1. Department of Exercise Physiology, Faculty of Sports Sciences, Bu Ali Sina University, Hamadan, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation Nazem F, Farpour M. The role of the Aerobic Interval Exercise Training on the Lung Function Profile in Adolescent Girls With Different Body Coimposition Index. Jundishapur Scientific Medical Journal. 2022; 20(6):566-575. https://doi.org/10.32598/JSMJ.20.6.2494

https://doi.org/10.32598/JSMJ.20.6.2494

CC BY NC

Received: 06 Nov 2021
Accepted: 07 Dec 2021
Available Online: 21 Jan 2022

Keywords:
Adolescence girls, Obesity, Lung function, Cardiorespiratory fitness

ABSTRACT

Background and Objectives Obesity and a sedentary lifestyle factors related to pulmonary function and cardiorespiratory requirements (CRF). This study was to determine the effect of regular aerobic training on cardiac and respiratory function in adolescent girls with different body mass index.

Methods In the present quasi-experiments (QEs) study, which was conducted with pre-test and post-test design, 45 female students in the age range of 13 to 18 years old were selected and added to 3 groups of 15 people with normal, overweight and obese body mass index. The training protocol included 10 weeks of aerobic training, 3 sessions per week and each exercise session for 20-45 minutes of. Pulmonary function was measured by spirogram and Maximal oxygen uptake (VO_{2max}) by modified treadmill bulk test.

Results There were significant differences in Forced Vital Capacity (FVC), Forced Expiration Volume in one Second (FEV1), Peak Expiratory Flow (PEF), FEV1/FVC and VO_{2max} in groups with normal body mass index, overweight and obese (P<0.001). After the training period, a significant improvement was observed in spirometry indices (FVC, FEV1, PEF, FEV1/VC) and VO_{2max} compared to the pre-test (P <0.001), but still significantly lower than the post-test values in the was normal group. Also significant decreased was observed in **Body Mass Index (BMI)** in obese and overweight groups (P<0.001).

Conclusion The results of the present study showed that obesity is one of the effective factors in reducing pulmonary function and aerobic exercise improves pulmonary function and cardiorespiratory endurance in adolescent girls with different body mass index.

Corresponding Author:
Farzad Nazem, PhD.
Address: Department of Exercise Physiology, Faculty of Sports Sciences, Bu Ali Sina University, Hamadan, Iran.
Tel: +98 (918) 1117911
E-Mail: farzadnazem2@gmail.com

مجله علمی پزشکی
جندی شاپور
بهمن و اسفند ۱۴۰۰، دوره ۲۰، شماره ۶

مقاله پژوهشی

نقش برنامه تمرین تناوبی هوازی بر نیمرخ عملکرد ریه دختران نوجوان با ترکیب بدن متفاوت

مهسا فرپور[۱]، *فرزاد ناظم[۱]

۱. گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۵آبان ۱۴۰۰
تاریخ پذیرش: ۱۶ آذر ۱۴۰۰
تاریخ انتشار: ۰۱ بهمن ۱۴۰۰

چکیده

زمینه و هدف چاقی و کم‌تحرکی از عوامل مرتبط با عملکرد ریوی و قلبی‌تنفسی هستند. هدف تحقیق حاضر تعیین اثر تمرینات هوازی منظم بر عملکرد قلبی‌تنفسی در دختران نوجوان با نمایه توده بدن متفاوت بود.

روش بررسی در پژوهش نیمه‌تجربی حاضر که با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون انجام شد، ۴۵ دختر دانش‌آموز در محدوده سنی ۱۳ تا ۱۸ سال انتخاب شدند و به ۳ گروه ۱۵نفره با شاخص توده بدن طبیعی، اضافه‌وزن و چاق تقسیم شدند. پروتکل تمرین شامل ۱۰ هفته تمرین هوازی، ۳ جلسه در هفته و هر جلسه تمرین به مدت ۲۰-۴۵ دقیقه تمرین بود. عملکرد ریوی با دستگاه اسپیروگرام و حداکثر اکسیژن مصرفی با آزمون اصلاح‌شده تریدمیل بالک اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها تفاوت معنی‌داری در ، حداکثرحجم بازدمی در ثانیه اول، ظرفیت حیاتی اجباری، حداکثر جریان بازدمی و حداکثرحجم بازدمی در ثانیه اول/ظرفیت حیاتی اجباری و حداکثر اکسیژن مصرفی در گروه‌های با شاخص توده بدن طبیعی، اضافه‌وزن و چاق وجود داشت ($P<0/001$). پس از دوره تمرین بهبود معنی‌داری در شاخص‌های اسپیرومتری (حداکثرحجم بازدمی در ثانیه اول، حداکثر جریان بازدمی، ظرفیت حیاتی اجباری و حداکثرحجم بازدمی در ثانیه اول/ظرفیت حیاتی اجباری و حداکثر اکسیژن مصرفی) نسبت به پیش‌آزمون مشاهده شد ($P<0/001$)، ولی همچنان به صورت معنی‌داری پایین‌تر از مقادیر پس‌آزمون در گروه طبیعی بود. همچنین کاهش شاخص توده بدن در گروه‌های چاق و اضافه‌وزن مشاهده شد ($P<0/001$).

نتیجه‌گیری نتایج پژوهش حاضر نشان داد که چاقی از عوامل مؤثر بر کاهش عملکرد ریوی است و تمرینات هوازی موجب بهبود عملکرد ریوی و استقامت قلبی‌تنفسی در دختران نوجوان با شاخص توده بدن متفاوت می‌شود.

کلیدواژه‌ها:
دختران نوجوان، چاقی، عملکرد ریوی، آمادگی قلبی‌تنفسی

مقدمه

چاقی کودکان یکی از مهم‌ترین تهدیدات سلامت جامعه است [۱]. بر اساس اطلاعات سازمان بهداشت جهانی[1] در ۲۰۱۷، بیش از ۳۴۰ میلیون کودک و نوجوان چاق در سنین ۱۹-۵ سال وجود دارد [۲]. شیوع روزافزون اضافه‌وزن و چاقی در کودکان با ظهور بیماری‌های همراه مانند آپنه انسدادی خواب، دیابت نوع، دیس لیپیدمی، فشار خون بالا و بیماری کبد چرب غیرالکلی همراه است [۱]. این بیماری‌ها با شدت چاقی ارتباط مثبت دارند و علاوه بر این، مشکلات روانی‌اجتماعی مانند کاهش عزت نفس، افسردگی و تبعیض همسالان توسط کودکان دارای اضافه‌وزن و چاقی تجربه می‌شود [۳]. همچنین بارهای اقتصادی و اجتماعی قابل توجهی در ارتباط با افزایش شیوع چاقی کودکی و بیماری‌های مرتبط با آن وجود دارد [۱]. عواقب ناگوار مرتبط با چاقی کودکان که تا بزرگسالی پیشرفت می‌کند، شامل موفقیت ضعیف علمی و مهارت پایین‌تر، نتایج پایین‌تر در بازار کار، افزایش هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی و کاهش بهره‌وری است [۱،۴]. شیوع فزاینده چاقی و سندرم متابولیک در دختران که به علت بلوغ به ظرفیت تولید مثل رسیده‌اند، بسیار نگران‌کننده است، زیرا چاقی درمان‌نشده از طریق انتقال مادر به جنین به ماندگاری آن در فرزندان آن‌ها منجر می‌شود [۵].

چاقی در کودکان و نوجوانان به عنوان یکی از اولویت‌های درمانی قرن ۲۱، یک بیماری پیچیده و چندعاملی است که

1. World Health Organization (WHO)

* **نویسنده مسئول:**
دکتر فرزاد ناظم
نشانی: همدان، دانشگاه بوعلی سینا، دانشکده علوم ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزش.
تلفن: ۱۱۱۷۹۱۱ (۹۱۸) ۹۸+
رایانامه: farzadnazem2@gmail.com

عوامل ژنتیکی و غیرژنتیکی در آن دخالت دارند. اگرچه اکثریت عوامل ایجاد چاقی کودکان برون‌زا هستند، اما بخش کمی ممکن است دلایل درون‌زا داشته باشد. در حال حاضر، اهمیت ویژه‌ای به مطالعه عوامل پیش‌بینی‌کننده ارثی چاقی و عوارض اصلی آن داده می‌شود. چاقی به عنوان یک ویژگی پیچیده و ارثی (بیماری) نتیجه تعامل استعداد ژنتیکی، اپی‌ژنتیک، متاژنومیک و محیط است [۶]. اپیدمی چاقی و بیماری‌های مرتبط با چاقی در سراسر جهان نگرانی‌هایی را در مورد تأثیر ناهنجاری‌های اولیه در دوران کودکی و نوجوانی ایجاد می‌کند [۲]. یکی از عوارض چاقی تغییر در عملکرد ریوی مربوط به توده چربی است. اما مشخص شده است که نقش چاقی بسیار بیشتر از اضافه‌وزن است و شاخص توده بدن[۲] فقط اندازه‌گیری غیرمستقیم سلامت متابولیک است [۷]. چاقی با تغییر در میکروبیوم روده، متابولیسم سلولی، کنترل لیپیدها، عملکرد ایمنی، مقاومت به انسولین و عوامل گردش خون تولیدشده توسط بافت چربی در ارتباط است [۷]. ظرفیت حیاتی اجباری[۳] و حداکثرحجم بازدمی در ثانیه اول[۴] شاخص‌های مهم ارزیابی عملکرد ریوی هستند که به دلیل چاقی و سبک زندگی کم‌تحرک کاهش می‌یابند [۸]. در همین خصوص فارمو و همکاران در یک مطالعه مروری و متاآنالیزی گزارش کردند که تمامی ملاک‌های عملکرد ریه شامل ظرفیت حیاتی اجباری، حداکثرحجم بازدمی در ثانیه اول، نسبت حداکثرحجم بازدمی در ثانیه اول/ظرفیت حیاتی اجباری و حداکثر جریان بازدمی[۵] در کودکان و بزرگسالان چاق کاهش می‌یابد [۹]. همچنین تحقیقات نشان داده‌اند که چاقی کودکان در ارتباط با مشکلات تنفسی و آسم کودکان است و برای بهبود مشکلات تنفسی نیاز به کاهش وزن در این کودکان است [۱۰، ۱۱].

چاقی باعث تغییرات اساسی در مکانیک ریه‌ها و دیواره قفسه سینه می‌شود و این تغییرات مکانیکی باعث آسم و علائم مشابه آسم مانند تنگی نفس، خس‌خس سینه و واکنش بیش از حد مجاری تنفسی می‌شود. چاقی بیش از حد نیز با افزایش تولید سایتوکاین‌های التهابی و سلول‌های ایمنی همراه است که ممکن است منجر به بیماری شود [۱۲]. یکی دیگر از عوارض چاقی دوران کودکی پایین‌تر بودن حداکثر اکسیژن مصرفی[۶] در کودکان چاق نسبت به کودکان همسال با شاخص توده بدن طبیعی است. در همین خصوص گزاش شده است حداکثر اکسیژن مصرفی کودکان چاق نسبت به دهه‌های قبل کاهش یافته است [۱۳] که احتمالاً به خاطر تغییر سبک زندگی و افزایش رفتارهای کم‌تحرکی در کودکان باشد. مالمبرگ و همکاران در تحقیقی که روی کودکان ۷-۱۶ساله انجام دادند گزارش کردند که شاخص توده بدن اصلاح‌شده بزرگ‌تر در ارتباط با عملکرد ورزشی ضعیف‌تر و بروز علائم تنفسی در این کودکان بود [۱۴]. بنابراین می‌توان یکی از راه‌های جلوگیری از عوارض ریوی و بهبود عملکرد ریه در کودکان و نوجوانان چاق را کاهش وزن عنوان کرد. بر همین اساس توصیه می‌شود که بهبود رژیم غذایی و افزایش عملکرد فعالیت بدنی بهترین ابزار درمانی در کودکان و نوجوانان برای کاهش شیوع چاقی، بیماری‌های قلبی‌عروقی و خطر دیابت در بزرگسالی است [۲]. از طرفی مشخص شده است که عوارض تنفسی مرتبط با چاقی در ارتباط با جنسیت است. در همین خصوص لانج و همکاران در تحقیقشان گزارش کردند که قبل از ۱۲سالگی، زنان خطر بیشتری برای آسم مرتبط با چاقی داشتند [۱۵].

فعالیت بدنی به عنوان یک راهکار غیردارویی کم‌خطر برای کاهش وزن و ارتقای سلامت کودکان چاق است. تحقیقات قبلی نشان داده که تمرینات ورزشی منظم موجب سلامت قلب و عروق و همچنین افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی [۲، ۱۶] و همچنین بهبود ظرفیت‌های عملکردی ریه مانند حداکثرحجم بازدمی در ثانیه اول و ظرفیت حیاتی اجباری [۱۷، ۱۸] در کودکان می‌شود.

با توجه به مطالب گفته‌شده و شیوع چاقی در رده سنی نوجوانان، به‌خصوص دختران انجام مداخلات برای کنترل وزن این افراد اهمیت دارد. همچنین مشخص شده است که اصلاح سبک زندگی کم‌تحرک و تمرینات ورزشی به عنوان یک مداخله غیردارویی می‌تواند اثرات سودمندی در کنترل وزن و عوارض چاقی در سنین مختلف داشته باشد. با توجه به ارتباط غیرمستقیم شاخص توده بدن در عملکرد قلبی‌تنفسی و ریوی در نوجوانان به‌خصوص دختران چاق، این نیاز احساس می‌شود که پژوهشی به منظور اثربخشی و مقایسه اثر تمرینات ورزشی بر دختران نوجوانان با شاخص توده بدن متفاوت انجام شود که ضرورت پژوهش حاضر را نشان می‌دهد.

با توجه به مطالب گفته‌شده پژوهش حاضر با هدف ارتباط عملکرد قلبی‌تنفسی و ریوی با ترکیب بدنی و همچنین مقایسه اثر تمرینات هوازی بر عملکرد ریوی و استقامت قلبی‌تنفسی در دختران ۱۳-۱۸ سال با شاخص توده بدن متفاوت انجام شد.

روش بررسی

پژوهش نیمه‌تجربی حاضر با طرح پیش و پس آزمون در سه گروه از دختران نوجوان با ترکیب بدن متفاوت انجام گرفت. جامعه آماری، دانش‌آموزان دختر ۱۳ تا ۱۸ سال داوطلب سالم بودند. ۴۵ نفر داوطلب به روش نمونه‌گیری هدفمند و بر اساس معیارهای ورود به پژوهش انتخاب شدند و بعد از تکمیل فرم رضایت‌نامه، پرسش‌نامه سلامت، در سه گروه تجربی (n=۱۵) با شاخص توده بدن طبیعی، اضافه‌وزن، چاق قرار داده شدند.

معیارهای ورود دختران نوجوان به این پژوهش: داشتن سلامت جسمانی و روانی و نداشتن بیماری (پارکینسون، عوارض قلبی و عروقی، نارسایی‌های عضلانی‌اسکلتی، سندرم متابولیک، دیابت و...)،

2. Body Mass Index (BMI)
3. Forced Vital Capacity (FVC)
4. Forced Expiration Volume in one Second (FEV1)
5. Peak Expiratory Flow (PEF)
6. Maximal oxygen uptake (VO_{2max})

جدول ۱. پروتکل تمرینی

هفته	جلسات در هفته	زمان تمرین (دقیق)	شدت (ضربان قلب بیشینه)
۱-۳	۳	۲۰-۲۷:۳۰	۵۰-۶۰
۴-۷		۳۰-۳۷:۳۰	۶۰-۷۰
۸-۱۰	۳	۴۰-۴۵	۷۰-۸۰

مجله علمی پزشکی
جندی شاپور

عدم سابقه انجام تمرین ورزشی منظم در یک سال اخیر، عدم استعمال دخانیات، عدم مصرف برنامه غذایی کاهش وزن یا مکمل‌های کاهش وزن، عدم استفاده از داروهای خاص یا هورمون‌درمانی. این موارد با استفاده از نظر پزشک متخصص و والدین آزمودنی ارزیابی شدند. شرایط خروج از پژوهش: غیبت بیش از ۴ جلسه غیرمتوالی و یا ۲ جلسه متوالی در برنامه تمرین، هرگونه آسیب اسکلتی‌عضلانی و یا بیماری که آزمودنی قادر به ادامه پروتکل تحقیق نباشد، استفاده از روش‌های مؤثر بر متغیرهای پژوهش از قبیل دارو، مکمل و شرکت در برنامه‌های تمرینی توسط پژوهشگر در نظر گرفته شد.

قبل از شروع مداخلات ورزشی در جلسه‌ای (۲۴ ساعت قبل از شروع مداخلات) متغیرهای تن‌سنجی، عملکرد ریوی و سپس حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها به ترتیب اندازه‌گیری شد. ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه مداخله تمرینات ورزشی نیز دوباره به همان ترتیب پیش‌آزمون، متغیرهای موردبررسی سنجیده شد.

برای اندازه‌گیری قد، آزمودنی‌ها بدون کفش و جوراب با قامتی کشیده پشت به دیوار ایستادند. به صورتی که کف پا روی زمین و دید مستقیم و رو به جلو باشد. آن‌گاه فاصله میان انتهای کف پا و نقطه بالای سر بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. وزن، آزمودنی‌ها نیز با لباس سبک و بدون کفش روی ترازوی دیجیتال شرکت پزشکی ورزشی گانشون، ساخت کشور آلمان، به حالت ایستاده اندازه‌گیری و بر حسب کیلوگرم ثبت شد. شاخص توده بدن نیز با استفاده از فرمول نسبت وزن (کیلوگرم) بر مجذور قد (متر) محاسبه شد و بر حسب کیلوگرم بر متر مربع ثبت شد.

برای سنجش عملکرد ریوی آزمودنی‌ها ابتدا در حالت ایستاده، قطعه لاستیکی دهانی دستگاه اسپیروگرام را داخل دهان طوری قرار دادند که لب‌ها کاملاً دور قطعه دهانی را پوشاند (بدون گاز گرفتن با دندان یا فشردن). با یک گیره فلزی، دو مجرای بینی مسدود شد. سپس با اجرای مانور یک دم عمیق پرفشار و طولانی، هوای داخل ریه، به بیرون تخلیه یا بازدم شد. آزمودنی‌ها قبل از اجرای تست اصلی، ۳-۲ بار به صورت آزمایشی، مانور تنفس را اجرا کردند. در هر مرحله از مانور، هر آزمودنی ۳ بار اسپیرومتری را انجام داده و بهترین نمره به عنوان ملاک در حافظه اسپیروگرام ثبت شد. برای سنجش حجم‌ها و ظرفیت‌های استاتیک یک مانور دیگر برای تعیین ظرفیت‌های دینامیک و وابسته به زمان انجام شد.

برای سنجش توان هوازی آزمودنی‌ها نیز از پروتکل اصلاح‌شده بالک روی تریدمیل استفاده شد. این آزمون با سرعت ثابت ۳/۲۵ مایل در ساعت با زمان اجرا و شیب فزاینده به ترتیب ۲ دقیقه و ۲ درصد تا رسیدن به آستانه ۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه آزمودنی (رابطه تاناکا) ، اجرا شد [۱۹]. مداخله تجربی در پژوهش حاضر شامل ۱۰ هفته برنامه تمرین هوازی محقق‌ساخته بود که شامل ۳ جلسه تمرین در هفته بود که در هر سه گروه انجام شد. شدت تمرین در شروع مطالعه برابر با ۵۰ تا ۶۰ درصد ضربان قلب بیشینه آزمودنی‌ها بود که بر اساس اصل اضافه‌بار فزاینده و سطح آمادگی آزمودنی‌ها در جلسه آخر تمرین با شدت ۷۰ تا ۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه انجام شد. مدت‌زمان هر جلسه تمرین نیز در جلسه اول ۲۰ دقیقه بود که در

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد مربوط به ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها (میانگین±انحراف معیار)

متغیرها	میانگین±انحراف معیار			
	طبیعی	اضافه‌وزن	چاق	P
سن (سال)	۱۵/۴۶±۱/۴۰	۱۵/۵۳±۱/۷۶	۱۵/۴۰±۱/۴۵	۰/۷۶۳
قد (سانتی‌متر)	۱۵۳/۲۶±۶/۸۳	۱۵۶/۲۶±۶/۸۸	۱۵۴/۹۳±۵/۴۷	۰/۶۸۲
وزن اولیه (کیلوگرم)	۵۰/۲۰±۷/۰۳	۶۴/۳۳±۴/۰۸	۷۷/۲۶±۴/۵۴	۰/۰۰۱
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۱/۳۱±۲/۰۸	۲۷/۱۰±۱/۴۹	۳۲/۲۱±۱/۷۸	۰/۰۰۱
توزیع زیرجلدی چربی (درصد)	۲۱/۰۶±۲/۹۳	۲۷/۵۳±۱/۹۹	۳۱/۶۶±۱/۹۵	۰/۰۰۱

مجله علمی پزشکی
جندی شاپور

جدول ۳. نتایج تغییرات درون‌گروهی و بین‌گروهی در متغیرهای تحقیق (میانگین±انحراف معیار)

متغیرهای تحقیق	گروه‌ها	میانگین±انحراف معیار		t	P	F	P
		پیش‌آزمون	پس‌آزمون				
شاخص توده بدن (kg/m^2)	وزن طبیعی	۲۱/۳۱±۲/۰۸	۲۱/۱۹±۲/۰۶	۰/۹۵۶	۰/۳۵۵	۸۰۹/۵۹۰	۰/۰۰۱
	اضافه‌وزن	۲۷/۱۰±۱/۴۹	۲۶/۰۴±۱/۳۰	۵/۷۸۰	۰/۰۰۱		
	چاق	۳۲/۲۱±۱/۷۸	۳۰/۳۹±۱/۸۶	۱۴/۴۴۸	۰/۰۰۱		
ظرفیت حیاتی اجباری (L/sec)	وزن طبیعی	۳/۱۵±۰/۲۸	۳/۲۹±۰/۲۸	-۵/۹۵۷	۰/۰۰۱	۱۹۸/۱۴۳	۰/۰۰۱
	اضافه‌وزن	۲/۶۶±۰/۲۱	۲/۹۱±۰/۲۱	-۷/۸۷۵	۰/۰۰۱		
	چاق	۲/۴۹±۰/۲۰	۲/۸۱±۰/۲۴	-۱۳/۱۶۹	۰/۰۰۱		
حداکثرحجم بازدمی در ثانیه اول (L/sec)	وزن طبیعی	۲/۹۶±۰/۳۱	۳/۰۸±۰/۳۰	۶/۱۷۹	۰/۰۰۱	۱۵۹/۳۷۶	۰/۰۰۱
	اضافه‌وزن	۲/۴۳±۰/۲۶	۲/۷۳±۰/۲۲	۸/۶۲۹	۰/۰۰۱		
	چاق	۲/۲۷±۰/۲۱	۲/۵۴±۰/۲۰	۱۵/۳۷۰	۰/۰۰۱		
حداکثرحجم بازدمی در ثانیه اول/ ظرفیت حیاتی اجباری (درصد)	وزن طبیعی	۸۴/۹۳±۲/۳۱	۸۲/۹۳±۲/۲۵	-۴/۵۸۳	۰/۰۰۱	۱۴۷/۵۵۶	۰/۰۰۱
	اضافه‌وزن	۸۷/۲۳±۳/۷۷	۸۴/۰۰±۳/۳۵	-۶/۷۰۸	۰/۰۰۱		
	چاق	۸۹/۴۶±۲/۵۸	۸۵/۲۰±۱/۷۴	-۱۷/۸۳۳	۰/۰۰۱		
حداکثر جریان بازدمی (L/sec)	وزن طبیعی	۳/۵۴±۰/۳۰	۳/۶۴±۰/۳۰	-۶/۰۰۰	۰/۰۰۱	۱۶۴/۳۰۲	۰/۰۰۱
	اضافه‌وزن	۳/۰۶±۰/۲۴	۳/۳۰±۰/۲۲	-۶/۹۵۹	۰/۰۰۱		
	چاق	۲/۹۰±۰/۲۶	۳/۱۹±۰/۲۴	-۸/۱۸۹	۰/۰۰۱		
حداکثر اکسیژن مصرفی (ml/kg/min)	وزن طبیعی	۳۸/۸۰±۲/۹۰	۴۰/۱۳±۲/۸۷	-۷/۱۳۵	۰/۰۰۱	۳۰۹/۷۶۲	۰/۰۰۱
	اضافه‌وزن	۳۴/۰۰±۲/۶۴	۳۶/۲۰±۲/۶۷	-۹/۸۸۶	۰/۰۰۱		
	چاق	۲۸/۴۶±۲/۱۶	۳۲/۵۳±۲/۳۲	-۱۴/۳۲۱	۰/۰۰۱		

مجله علمی پزشکی
جندی شاپور

جلسه آخر به ۴۵ دقیقه رسید.

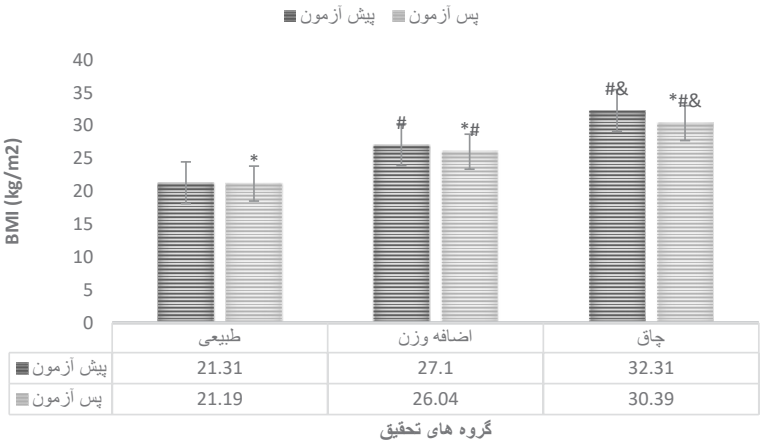
برای بررسی توزیع طبیعی داده‌ها از آزمون شاپیرو ویلک و برای بررسی تجانس واریانس‌ها از آزمون لون استفاده شد. برای مقایسه درون‌گروهی متغیرهای تحقیق از آزمون تی وابسته و برای بررسی تغییرات بین‌گروهی از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد. در این مطالعه، تحلیل آماری داده‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ محاسبه شد و کلیه محاسبات آماری در سطح معنی‌داری $P\leq ۰/۰۵$ انجام گرفت.

یافته‌ها

جدول شماره ۱، میانگین و انحراف معیار متغیرهای جمعیت‌شناختی و ترکیب بدنی در گروه‌های تحقیق را نشان می دهد. جدول شماره ۲، میانگین و انحراف معیار متغیرهای جمعیت‌شناختی و ترکیب بدنی در گروه‌های تحقیق را نشان می‌دهد.

نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه نشان داد که تفاوت معنی‌داری از نظر سن و قد بین گروه‌های تحقیق وجود نداشت و ۳ گروه از نظر سن و قد همگن بودند. ولی از نظر شاخص‌های وزن، شاخص توده بدن و درصد چربی بدن تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های تحقیق مشاهده شد (جدول شماره ۲).

بررسی اثر تمرین بر متغیرهای تحقیق نتایج آزمون تی وابسته در جدول شماره ۳ نشان داد که ۱۰ هفته تمرین موجب افزایش معنی‌دار در متغیرهای حداکثرحجم بازدمی در ثانیه اول، ظرفیت حیاتی اجباری، حداکثر جریان بازدمی و حداکثر اکسیژن مصرفی و کاهش معنی‌دار حداکثرحجم بازدمی در ثانیه اول/ظرفیت حیاتی اجباری در هر سه گروه دختران با شاخص توده بدن طبیعی ($P<۰/۰۰۱$)، اضافه‌وزن ($P<۰/۰۰۱$) و چاق ($P<۰/۰۰۱$) شد. همچنین کاهش معنی‌داری در شاخص توده بدن در گروه‌های اضافه‌وزن و چاق مشاهده شد ($P<۰/۰۰۱$)، ولی تفاوت معنی‌داری در گروه وزن طبیعی مشاهده نشد ($P=۰/۳۵۵$).



مجله علمی پزشکی
جنـــدی شـــاپور

تصویر ۱. تغییرات شاخص توده بدن در گروه‌های تحقیق؛ * تفاوت معنی‌دار نسبت به پیش‌آزمون؛ # تفاوت نسبت به گروه طبیعی؛& تفاوت نسبت به گروه اضافه‌وزن

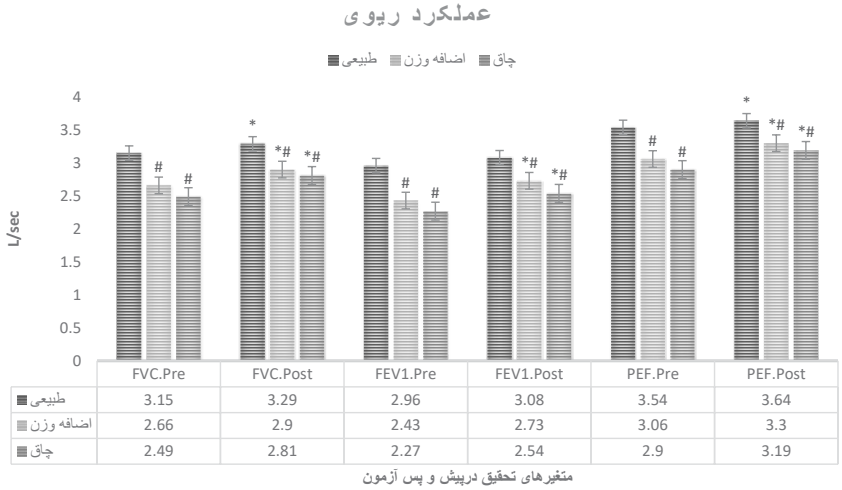
در مقایسه بین‌گروهی نتایج تحلیل واریانس یک‌طرفه نشان داد که تفاوت معنی‌داری در شاخص توده بدن در مرحله پیش‌آزمون بین گروه‌های تحقیق وجود داشت (P<۰/۰۰۱) پس از مداخله تمرین نیز نتایج تحلیل کوواریانس نشان داد که تمرینات هوازی اثر معنی‌داری بر کاهش شاخص توده بدن دارد و بین اثربخشی تمرین بر گروه‌های تمرین نیز تفاوت وجود دارد (P<۰/۰۰۱) و به ترتیب در گروه‌های چاق و اضافه‌وزن این اثر بخشی نسبت به گروه طبیعی بیشتر است (تصویر شماره ۱).

در مقایسه بین‌گروهی عملکرد اسپیرومتری، نتایج تحلیل واریانس یک‌طرفه نشان داد که تفاوت معنی‌داری در متغیرهای اسپیرومتری (تصویر شماره ۲) در مرحله پیش‌آزمون بین گروه‌های تحقیق وجود داشت (P<۰/۰۰۱) پس از مداخله تمرین نیز نتایج تحلیل کوواریانس نشان داد که تمرینات هوازی اثر معنی‌داری بر عملکرد ریوی دارد و در مرحله پس‌آزمون نیز بین گروه‌های تحقیق تفاوت معنی‌داری وجود داشت (تصویر شماره ۲).

در مقایسه بین‌گروهی نتایج تحلیل واریانس یک‌طرفه نشان داد که تفاوت معنی‌داری در حداکثر اکسیژن مصرفیدر مرحله پیش‌آزمون بین گروه‌های تحقیق وجود داشت (P<۰/۰۰۱). پس از مداخله تمرین نیز نتایج تحلیل کوواریانس نشان داد که تمرینات هوازی اثر معنی‌داری بر افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی دارد. در مرحله پس‌آزمون نیز تفاوت معنی‌داری (P<۰/۰۰۱) بین گروه‌های تحقیق وجود داشت (تصویر شماره ۱).

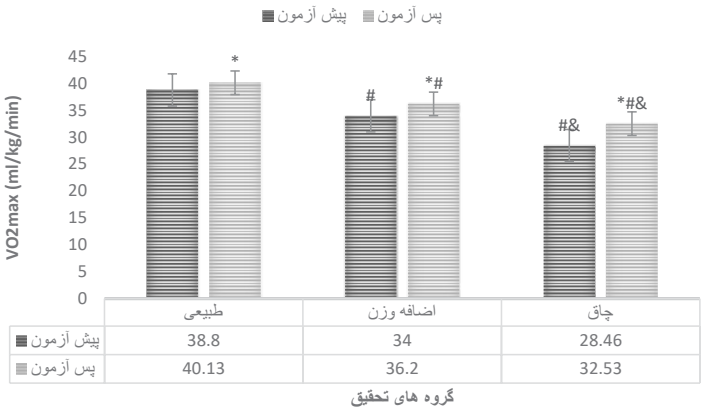
بحث

در بررسی اثر ترکیب بدنی بر عملکرد ریوی نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری در شاخص‌های اسپیرومتری ظرفیت حیاتی اجباری، حداکثرحجم بازدمی در ثانیه اول و حداکثرحجم بازدمی در ثانیه اول/ظرفیت حیاتی اجباری درگروه‌های تحقیق وجود



تصویر ۲. تغییرات شاخص‌های اسپیرومتری در گروه‌های تحقیق
*تفاوت معنی‌دار نسبت به پیش‌آزمون؛ #تفاوت نسبت به گروه طبیعی

مجله علمی پزشکی
جنـــدی شـــاپور



تصویر ۳. تغییرات حداکثر اکسیژن مصرفی در گروه‌های تحقیق
*تفاوت معنی‌دار نسبت به پیش‌آزمون؛ #تفاوت نسبت به گروه طبیعی و تفاوت نسبت به گروه اضافه‌وزن

مجله علمی پزشکی
جندی شاپور

داشت و عملکرد ریوی در گروه طبیعی به صورت معنی‌داری از گروه‌های اضافه‌وزن و چاق بهتر بود. همچنین عملکرد ریوی در گروه اضافه‌وزن بهتر از گروه چاق بود، ولی تفاوتی معنی‌داری بین این دو گروه وجود نداشت. فارمو و همکاران نیز گزارش کردند که چاقی موجب کاهش عملکرد ریوی (کاهش ظرفیت حیاتی اجباری، حداکثرحجم بازدمی در ثانیه اول، حداکثر جریان بازدمی) در کودکان و نوجوانان چاق می‌شود [۹] که با نتایج پژوهش حاضر هم‌خوانی داشت. تحقیقات قبلی توده چربی را یکی از عوامل مرتبط با کاهش عملکرد ریه عنوان کرده‌اند [۷]. برای مثال عنوان شده است که چاقی موجب کاهش ظرفیت باقی‌مانده عملکردی[۷] می‌شود [۲۰]. این اثر به‌خاطر افزایش فشار ناشی از بار توده بافت چربی در اطراف قفسه دنده و شکم و در حفره احشایی است [۲۰] که می‌تواند حجم‌های عملکردی ریه را هم کاهش دهد [۹]. علاوه بر اثرات مکانیکی بافت چربی بر عملکرد ریوی، تغییر در واسطه‌های تولیدشده توسط بافت چربی، مانند فاکتورهای التهابی نیز می‌تواند موجب تغییر عملکرد ریه شود.اگرچه هنوز این موضوع به‌خوبی درک نشده است [۱۲]. چاقی با سخت شدن اجزای انعطافی در سیستم تنفسی و کاهش عملکرد ریوی مشخص می‌شود که فرض می‌شود به دلیل ترکیبی از اثرات بر انطباق دیواره ریه و قفسه سینه باشد [۲۱،۲۲]. به نظر می‌رسد کاهش میزان انطباق ریه در افراد چاق به طور فزاینده با شاخص توده بدن مرتبط باشد [۲۰]. کاهش در انطباق ریه ممکن است نتیجه افزایش حجم خون ریوی، بسته شدن مجاری تنفسی وابسته و درنتیجه ایجاد مناطق کوچک فروافت شش[۸] [۲۳] یا افزایش کشش سطح آلوئول به دلیل کاهش ظرفیت باقیمانده عملی[۹] باشد [۲۰]. در مقایسه نسبت حداکثرحجم بازدمی در ثانیه اول/ظرفیت حیاتی اجباری با ترکیب بدنی، به ترتیب در گروه‌های چاق، اضافه‌وزن و طبیعی نسبت حداکثرحجم بازدمی در ثانیه اول/ظرفیت حیاتی اجباری کاهش یافت که نشانه ارتباط منفی بین حداکثرحجم بازدمی در ثانیه اول/ظرفیت حیاتی اجباری با شاخص توده بدن است. کوچی و همکاران در تحقیقی که روی کودکان چاق انجام دادند، گزارش کردند که کاهش حداکثرحجم بازدمی در ثانیه اول/ظرفیت حیاتی اجباری با افزایش شاخص توده بدن در ارتباط با بیشتر بودن نامتناسب ظرفیت حیاتی اجباری نسبت به حداکثرحجم بازدمی در ثانیه اول است که توجیه‌کننده میزان پایین‌تر حداکثرحجم بازدمی در ثانیه اول/ظرفیت حیاتی اجباری در گروه‌های چاق و اضافه‌وزن نسبت به گروه طبیعی است [۲۴].

همچنین نتایج پژوهش حاضر نشان داد که چاقی از عوامل مؤثر بر استقامت قلبی‌تنفسی است و به ترتیب آزمودنی‌های چاق، اضافه‌وزن و طبیعی کمترین حداکثر اکسیژن مصرفی را داشتند (تصویر شماره ۳). اوزگن و همکاران نیز در تحقیقشان گزارش کردند که کودکان و نوجوانان چاق آمادگی هوازی پایین‌تری نسبت به همسالان با وزن طبیعی دارند [۲۵]. تائولوس و همکاران نیز در تحقیقشان که روی پسران و دختران ۱۶-۸ سال انجام دادند سطح حداکثر اکسیژن مصرفی پایین‌تر در افراد دارای چاقی بیشتر گزارش کردند [۲۶]. جانسون و همکاران نیز در تحقیقی روی استقامت قلبی‌تنفسی ۷۰۵ کودک و نوجوان سوئدی ۲۰-۸ سال انجام دادند، نتایج مشابهی با نتایج ما گزارش کردند [۱۳] که نتایج آن تحقیقات با یافته‌های ما هم‌خوانی دارد. اگرچه به طور کلی می‌توان سطح پایین‌تر حداکثر اکسیژن مصرفی را به بیشتر بودن جرم بدن و کم‌تحرکی به دلیل اضافه‌وزن در این افراد نسبت داد ولی با توجه به ارتباط تنگاتنگ دستگاه ریوی با دستگاه قلبی‌عروقی می‌توان یکی از دلایل سطح پایین حداکثر اکسیژن مصرفی در افراد با شاخص توده بدنی پایین‌تر را به سطح پایین‌تر عملکرد ریوی آن‌ها نسبت داد [۲۵-۲۹].

در بررسی اثر تمرین نتایج نشان داد که پس از ۱۰ هفته تمرین هوازی بهبود معنی‌داری در شاخص‌های اسپیرومتری در هر ۳

7. Functional residual capacity (FRC)
8. Atelectasis
9. Functional residual capacity (FRC)

گروه طبیعی، اضافه‌وزن و چاق مشاهده شد که هم‌راستا با کاهش شاخص توده بدنی و افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی بود. آزاد و همکاران در تحقیقی روی ۳۰ دانش‌آموز دارای اضافه‌وزن و چاق پس از ۲۴ هفته تمرین هوازی تداومی افزیش معنی‌داری در سطوح ظرفیت حیاتی اجباری و حداکثرحجم بازدمی در ثانیه اول و کاهش معنی‌داری در شاخص توده بدن آزمودنی‌های گروه آزمایش گزارش کردند [۸]، با نتایج پژوهش حاضر هم‌خوانی داشت. الاجستان در تحقیقی پس از ۸ هفته تمرین هوازی با شدت متوسط، افزایش معنی‌داری در حداکثر اکسیژن مصرفی نوجوانان چاق ۱۴-۹ سال گزارش کرد [۳۰]، که با نتایج پژوهش حاضر همسو است. روسنکرانز و همکاران در تحقیقی روی کودکان و نوجوانان غیرفعال، پس از ۸ هفته تمرین با شدت بالا، افزایش معنی‌داری در حداکثر اکسیژن مصرفی و حداکثرحجم بازدمی در ثانیه اول گزارش کردند که با نتایج پژوهش حاضر همسو بود [۳۱]. الگندی و همکاران نیز پس از ۴ ماه تمرین افزایش معنی‌داری در ظرفیت حیاتی اجباری و حداکثرحجم بازدمی در ثانیه اول در پسران چاق گزارش کردند [۳۲].

بهبود عملکرد ریوی را می‌توان به بهبود اتساع‌پذیری بافت ریه و همچنین کاهش مقاومت مجاری هوایی فوقانی در سازگاری به تمرینات منظم ورزشی توجیه کرد [۳۳، ۳۴]. همچنین یکی دیگر از عوامل مؤثر بر بهبود عملکرد ریوی را می‌توان به افزایش هیپرتروفی و قدرت عضلات تنفسی از جمله دیافراگم نسبت داد [۲۹، ۳۵]. با توجه به بهبود عملکرد ریوی و بهبود تهویه و در نتیجه افزایش حجم‌های در دسترس، کیسه‌های هوایی برای تنفس افزایش می‌یابد که می‌تواند بر بهبود عملکرد قلبی‌تنفسی هنگام فعالیت‌های ورزشی مؤثر باشد [۲۹، ۳۵]. در تحقیق حاضر نیز افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی هم‌راستا با بهبود عملکرد ریوی بود. یکی دیگر از نتایج پژوهش حاضر کاهش معنی‌دار در نسبت حداکثرحجم بازدمی در ثانیه اول/ظرفیت حیاتی اجباری پس از دوره تمرین در گروه‌های تمرین بود. نسبت حداکثرحجم بازدمی در ثانیه اول/ظرفیت حیاتی اجباری کمتر از ۷۰ درصد علائم بیماری انسدادی ریوی است [۳۶].

در پژوهش حاضر نسبت حداکثرحجم بازدمی در ثانیه اول/ ظرفیت حیاتی اجباری در همه گروه‌ها بالای ۸۰ درصد بود که نشان‌دهنده وضعیت سلامت ریوی در آزمودنی‌ها بود. پس از دوره تمرین کاهش معنی‌داری در این نسبت مشاهده شد. با توجه به اینکه در همه گروه‌ها افزایش ظرفیت حیاتی اجباری و حداکثرحجم بازدمی در ثانیه اول گزارش شد، می‌توان کاهش معنی‌دار این نسبت را به علت افزایش بیشتر ظرفیت حیاتی اجباری نسبت به حداکثرحجم بازدمی در ثانیه اول مرتبط دانست.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج پژوهش حاضر، می‌توان گفت ترکیب بدنی یکی از عوامل مؤثر بر کاهش عملکرد ریوی در دختران نوجوان است و احتمالاً این کاهش عملکرد به خاطر عوامل مکانیکی و متابولیسمی مرتبط با چاقی و اضافه‌وزن باشد. همچنین نتایج نشان داد که اگرچه ۱۰ هفته تمرینات هوازی منظم علاوه بر افزایش استقامت قلبی‌تنفسی نقش مفیدی در بهبود عملکرد ریوی دختران نوجوان داشت، ولی پس از تمرین نیز تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های چاق و اضافه‌وزن با گروه طبیعی وجود داشت. با توجه به سودمندی تمرینات ورزشی بر بهبود عملکرد ریوی و حداکثر اکسیژن مصرفی، می‌توان گفت که با ادامه تمرینات ورزشی و کنترل وزن بیشتر، بتوان این تفاوت را کاهش داد و ضعف عملکرد ریوی و همچنین آمادگی قلبی‌تنفسی را در دختران نوجوان با شاخص توده بدنی چاق و دارای اضافه‌وزن به سطوح افراد همسن با وزن طبیعی رساند. بنابراین پیشنهاد می‌شود که ملاحظات لازم در خصوص برنامه‌های تمرینی نوجوانان چاق به منظور کاهش وزن و بهبود عملکرد قلبی‌تنفسی و ریوی در این افراد انجام شود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این مقاله مجوز کد اخلاق در مطالعات انسانی با کد IR-UMSHA. REC.1399.116 از حوزه پژوهش و فناوری دانشگاه بوعلی سینا دریافت کرد. دختران نوجوان به روش داوطلبانه و با اخذ رضایت‌نامه کتبی از والدین و مدیریت آموزشگاه وارد مطالعه شدند و نیز متعاقب تأیید سلامت عمومی آن‌ها، ارزیابی مداخله ورزش هوازی و اجرای مانور اسپیرومتری تحت نظر پزشک متخصص در مرکز آموزشی‌درمانی بیمارستان علیمرادیان شهرستان محل مطالعه انجام شد.

حامی مالی

این پروژه علمی با حمایت بخشی از اعتبار پژوهانه حوزه معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه بو علی سینا به سرانجام رسید.

مشارکت نویسندگان

طراحی پروپوزال، تدوین و نگارش بحث و بررسی یافته‌ها: فرزاد ناظم؛ اعمال مداخله برنامه ورزش در گروه‌های تحت مطالعه، سنجش متغیرهای وابسته و تحلیل آماری داده‌ها: مهسا فرپور.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از انجمن اولیا و مربیان، آزمودنی‌ها و مدیریت بیمارستان تخصصی علیمرادیان نهاوند که امکان این پروژه علمی را فراهم کردند، تقدیر می‌کنیم.

References

[1] Yusuf ZI, Dongarwar D, Yusuf RA, Bell M, Harris T, Salihu HM. Social determinants of overweight and obesity among children in the United States. Int J MCH AIDS. 2020; 9(1):22-33. [PMID] [PMCID]

[2] Faienza MF, Chiarito M, Molina-Molina E, Shanmugam H, Lammert F, Krawczyk M, et al. Childhood obesity, cardiovascular and liver health: A growing epidemic with age. World J Pediatr. 2020; 16(5):438-45. [DOI:10.1007/s12519-020-00341-9] [PMID] [PMCID]

[3] Au N. The health care cost implications of overweight and obesity during childhood. Health Serv Res. 2012; 47(2):655-76. [DOI:10.1111/j.1475-6773.2011.01326.x] [PMID] [PMCID]

[4] Finkelstein EA, Ruhm CJ, Kosa KM. Economic causes and consequences of obesity. Annu Rev Public Health. 2005; 26:239-57. [DOI:10.1146/annurev.publhealth.26.021304.144628] [PMID]

[5] Bhat A, Sharma M. Prevalence of obesity and hypertension among teenage girls in an emerging metropolitan city of Central Rajasthan. Natl J Physiol Pharm Pharmacol. 2021; 11(7):704-9. [DOI:10.5455/njppp.2021.11.12343202010022021]

[6] Bocharova OV, Teplyakova ED. Children and adolescents' obesity is the 21st century health problem. Kazan Med J. 2020; 101(3):381-8. [DOI:10.17816/KMJ2020-381]

[7] Peters U, Suratt BT, Bates JH, Dixon AE. Beyond BMI: Obesity and lung disease. Chest. 2018; 153(3):702-9. [DOI:10.1016/j.chest.2017.07.010] [PMID] [PMCID]

[8] Azad A, Gharakhanlou R, Niknam A, Ghanbari A. Effects of aerobic exercise on lung function in overweight and obese students. Tanaffos. 2011; 10(3):24-31. [PMID]

[9] Forno E, Han YY, Mullen J, Celedón JC. Overweight, obesity, and lung function in children and adults-a meta-analysis. J Allergy Clin Immunol Pract. 2018; 6(2):570-81. e10. [DOI:10.1016/j.jaip.2017.07.010] [PMID] [PMCID]

[10] Beuther DA, Weiss ST, Sutherland ER. Obesity and asthma. Am J Respir Crit Care Med. 2006; 174(2):112-9. [DOI:10.1164/rccm.200602-231PP] [PMID] [PMCID]

[11] Dooley AA, Pillai DK. Paediatric obesity-related asthma: Disease burden and effects on pulmonary physiology. Paediatr Respir Rev. 2021; 37:15-7. [DOI:10.1016/j.prrv.2020.04.002] [PMID]

[12] Dixon AE, Peters U. The effect of obesity on lung function. Expert Rev Respir Med. 2018; 12(9):755-67. [PMID] [PMCID]

[13] Johansson L, Brissman M, Morinder G, Westerståhl M, Marcus C. Reference values and secular trends for cardiorespiratory fitness in children and adolescents with obesity. Acta Paediatr. 2020; 109(8):1665-71. [DOI:10.1111/apa.15163] [PMID]

[14] Malmberg M, Malmberg LP, Pelkonen AS, Mäkelä MJ, Kotaniemi-Syrjänen A. Overweight and exercise-induced bronchoconstriction-is there a link? Pediatr Allergy Immunol. 2021; 32(5):992-8. [DOI:10.1111/pai.13492] [PMID]

[15] Lang JE, Bunnell HT, Lima JJ, Hossain MJ, Wysocki T, Bacharier L, et al. Effects of age, sex, race/ethnicity, and allergy status in obesity-related pediatric asthma. Pediatr Pulmonol. 2019; 54(11):1684-93. [DOI:10.1002/ppul.24470] [PMID]

[16] Bhammar DM, Adams-Huet B, Babb TG. Quantification of cardiorespiratory fitness in children with obesity. Med Sci Sports Exerc. 2019; 51(11):2243-50. [DOI:10.1249/MSS.0000000000002061] [PMID] [PMCID]

[17] Lin HC, Lin HP, Yu HH, Wang LC, Lee JH, Lin YT, et al. Tai-Chi-Chuan exercise improves pulmonary function and decreases exhaled nitric oxide level in both asthmatic and nonasthmatic children and improves quality of life in children with asthma. Evid Based Complement Alternat Med. 2017; 2017:6287642. [DOI:10.1155/2017/6287642] [PMID] [PMCID]

[18] Westergren T, Berntsen S, Lødrup Carlsen KC, Mowinckel P, Håland G, Fegran L, et al. Perceived exercise limitation in asthma: The role of disease severity, overweight, and physical activity in children. Pediatr Allergy Immunol. 2017; 28(1):86-92. [DOI:10.1111/pai.12670] [PMID]

[19] Gibson AL, Wagner DR, Heyward VH. Advanced fitness assessment and exercise prescription. Champaign: Human kinetics; 2018. https://www.google.com/books/edition/Advanced_Fitness_Assessment_and_Exercise/FjxnDwAAQBAJ?hl=en&gbpv=0

[20] Salome CM, King GG, Berend N. Physiology of obesity and effects on lung function. J Appl Physiol (1985). 2010; 108(1):206-11. [DOI:10.1152/japplphysiol.00694.2009] [PMID]

[21] Naimark A, Cherniack RM. Compliance of the respiratory system and its components in health and obesity. J Appl Physiol. 1960; 15:377-82. [DOI:10.1152/jappl.1960.15.3.377] [PMID]

[22] Pelosi P, Croci M, Ravagnan I, Vicardi P, Gattinoni L. Total respiratory system, lung, and chest wall mechanics in sedated-paralyzed postoperative morbidly obese patients. Chest. 1996; 109(1):144-51. [DOI:10.1378/chest.109.1.144] [PMID]

[23] Hedenstierna G, Santesson J. Breathing mechanics, dead space and gas exchange in the extremely obese, breathing spontaneously and during anaesthesia with intermittent positive pressure ventilation. Acta Anaesthesiol Scand. 1976; 20(3):248-54. [DOI:10.1111/j.1399-6576.1976.tb05036.x] [PMID]

[24] Köchli S, Endes K, Bartenstein T, Usemann J, Schmidt-Trucksäss A, Frey U, et al. Lung function, obesity and physical fitness in young children: The examin youth study. Respir Med. 2019; 159:105813. [DOI:10.1016/j.rmed.2019.105813] [PMID]

[25] Özgen İT, Çakır E, Torun E, Güleş A, Hepokur MN, Cesur Y. Relationship between functional exercise capacity and lung functions in obese chidren. J Clin Res Pediatr Endocrinol. 2015; 7(3):217-21. [DOI:10.4274/jcrpe.1990] [PMID] [PMCID]

[26] Toulouse L, Mucci P, Pezé T, Zunquin G. Influence of grade of obesity on the achievement of VO2max using an incremental treadmill test in youths. J Sports Sci. 2021; 39(15):1717-22. [PMID]

[27] Cataneo DC, Kobayasi S, Carvalho LR, Paccanaro RC, Cataneo AJ. Accuracy of six minute walk test, stair test and spirometry using maximal oxygen uptake as gold standard. Acta Cir Bras. 2010; 25(2):194-200. [DOI:10.1590/S0102-86502010000200013] [PMID]

[28] Fatemi R, Ghanbarzadeh M. Relationship between airway resistance indices and maximal oxygen uptake in young adults. J Hum Kinet. 2009; 22(1):29-34. [DOI:10.2478/v10078-009-0020-7]

[29] Afshonpour M, Ghalavand A, Rezaee R, Habibi A. [The effect of exercise training on pulmonary function in type 2 diabetic men (Persian)]. Alborz Univ Med J. 2015; 4(4):255-65. [DOI:10.18869/acadpub.aums.4.4.255]

[30] Alagesan J, Brite Saghaya Rayna A. Effect of moderate-intensity aerobic exercise in the form of interactive video dance game-on BMI and VO2 Max among overweight children between 9 to 14 years. Indian J Public Health Res Dev. 2020; 11(4):423-6. https://web.s.ebscohost.com/abstract?direct=true&profile

[31] Rosenkranz SK, Rosenkranz RR, Hastmann TJ, Harms CA. High-intensity training improves airway responsiveness in inactive nonasthmatic children: Evidence from a randomized controlled trial J Appl Physiol (1985). 2012; 112(7):1174-83. [DOI:10.1152/japplphysiol.00663.2011] [PMID]

[32] EL-Gendy SR, Karim AEA, Hamada HA, Elbehary NA, Ahmed KT. Impact of aerobic training on plasma leptin and pulmonary functions in obese adolescents. J Clin Anal Med. 2019;10(3):389-93. https://www.researchgate.net/profile/Khaled-Ahmed-2/publication/

[33] 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):735-41. [DOI:10.13005/bpj/1427]

[34] Ghalavand A, Shakeryan S, Nikbakht A, Mehdipour AM, Monazamnezhad A, Delaramnasab M. [Effects of aerobic training on cardiorespiratory factors in men with type 2 diabetes (Persian)]. J Diabetes Nurs. 2014; 2(2):8-17. [DOI:10.17795/jjcdc-23346]

[35] Ghalavand A, Shakeriyan S, Rezaee R, Hojat S, Sarshin A. [The effect of resistance training on cardio respiratory factors in men with type 2 diabetes (Persian)]. Alborz Univ Med J. 2015; 4(1):59-67. [DOI:10.18869/acadpub.aums.4.1.59]

[36] Murray C, Foden P, Lowe L, Durrington H, Custovic A, Simpson A. Diagnosis of asthma in symptomatic children based on measures of lung function: an analysis of data from a population-based birth cohort study. lancet Child Adolesc Health. 2017; 1(2):114-23. [DOI:10.1016/S2352-4642(17)30008-1]