



## اثر شش هفته تمرین MRT (استقامتی-مقاومتی) بر عملکرد سیستم قلبی-تنفسی بانوان جوان غیر فعال

آیسان جباری: دانشجوی کارشناسی ارشد رشته فیزیولوژی ورزشی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد، تهران، ایران، phdghazalian@gmail.com  
فرشاد غزالیان: دانشیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران (\* نویسنده مسئول)

### چکیده

#### کلیدواژه‌ها

تمرین MRT، سیستم قلبی-تنفسی، کم تحرکی

**زمینه و هدف:** سبک زندگی غیرفعال با کاهش عملکرد قلبی-تنفسی و افزایش بیماری‌های غیرواگیر مزمن و مرگ مرتبط است. هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر شش هفته تمرین MRT (استقامتی-مقاومتی) بر عملکرد سیستم قلبی-تنفسی بانوان جوان غیر فعال بود.

**روش کار:** در این مطالعه نیمه تجربی ۱۶ زن غیرفعال شهر تهران به صرت هدفمند و دردسترس انتخاب و به به طور تصادفی در دو گروه کنترل (تعداد= ۸ نفر) و تمرین MRT (استقامتی و مقاومتی) (تعداد= ۸ نفر) قرار گرفتند. بعد از انجام پیش آزمون (آزمون های آنروپومتری و گاز آنالایزر)، گروه تمرین کانکارت (استقامتی و مقاومتی) به مدت شش هفته و هر هفته سه جلسه برنامه تمرینات MRT را اجرا کردند. قبل و بعد از دوره تمرینی اندازه‌گیری آنروپومتری، ترکیب بدن و شاخص های قلبی-تنفسی با استفاده از دستگاه in body و گازآنالایزر انجام شد. داده‌ها به روش آزمون تحلیل کوواریانس در سطح معنی‌داری  $P < 0.05$  تجزیه و تحلیل شدند.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که شش هفته تمرین کانکارت (استقامتی-مقاومتی) بر مقادیر  $FEV1$ ،  $VO_2max$ ،  $HR$ ،  $VO_2/HR$ ،  $FEV1/FVC$ ،  $VE/VCO_2$ ،  $VE/VO_2$ ،  $FVC$  ( $P > 0.05$ )، همچنین پس از دوره تمرینات، در شاخص‌های شاخص توده بدن (BMI)، درصد چربی بدن (PBF)، توده عضلانی (SMM) و دور کمر به لگن (WHR) بین دو گروه تمرین و کنترل تفاوت وجود نداشت ( $P > 0.05$ ).

**نتیجه‌گیری:** با توجه به نتایج به نظر می‌رسد شش هفته تمرین MRT (استقامتی-مقاومتی) بر عملکرد سیستم قلبی-تنفسی بانوان جوان غیر فعال تاثیر ندارد.

**تعارض منافع:** گزارش نشده است.

**منبع حمایت‌کننده:** حامی مالی ندارد.

شیوه استناد به این مقاله:

Jabbari A, Ghazalian F. Effect of Six Weeks of Concurrent Training (Endurance-Resistance) on the Performance of the Cardio-Respiratory System in Inactive Young Women. Razi J Med Sci. 2024(12 Mar);30:206.

Copyright: ©2024 The Author(s); Published by Iran University of Medical Sciences. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

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

## Effect of Six Weeks of Concurrent Training (Endurance-Resistance) on the Performance of the Cardio-Respiratory System in Inactive Young Women

**Aisan Jabbari:** MA. Student of Department of Exercise Physiology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

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

### Abstract

**Background & Aims:** The lack of regular physical activity and the high prevalence of inactivity increase the accumulation of visceral fat and, as a result, increase chronic low-grade inflammation and the onset of metabolic disorders, including metabolic syndrome, which shows a set of risk markers such as abdominal obesity, hyperglycemia, and hypertriglyceridemia. , low-density lipoprotein cholesterol, insulin resistance and pro-inflammatory state are strong and independent factors in the development of type 2 diabetes and cardiovascular diseases (1,2).

In addition to negatively impacting cardiovascular health, physical inactivity accelerates age-related decline in lung function and is associated with decreased lung function, chronic noncommunicable diseases, and death (4).

The positive effects of regular exercise on health-related outcomes are widely recognized in all age groups (5). Previous studies have shown that regular participation in sports activities can improve cardio-respiratory fitness and body composition (13). In this context, performing aerobic and strength exercises simultaneously (concurrent exercises) is an integral part of physical exercises that are performed with the aim of improving sports performance and health. Concurrent or simultaneous exercises refer to the combination of aerobic and strength exercises to create aerobic capacity and muscle strength or hypertrophy at the same time (14). Concurrent exercises improve some cardio-respiratory indicators. In the same context, the results of Eschuman et al. (2015) showed that the maximal oxygen consumption in men and women was statistically higher in concurrent exercises (endurance and strength at the same time) compared to endurance and strength exercises alone (16). However, some studies have shown that a combination of endurance and strength training in a training program when the total number of weekly training sessions is high leads to impaired strength development and muscle hypertrophy (19). One study has shown that VO<sub>2</sub>max decreases after a long period (20 weeks) of concurrent endurance and strength training in men (20).

Considering today's modern life and the relative decrease in daily physical activity and the occurrence of some diseases related to weight gain and lack of physical fitness, research on the positive effects of exercise on the cardiorespiratory system and the use of appropriate exercise methods are essential to It seems But based on the researcher's studies, the research done in this regard is very limited. Therefore, the current research aims to examine the question of whether MRT (endurance-resistance) exercises have an effect on the performance of the cardio-respiratory system of inactive women?

**Methods:** In this quasi-experimental study, 16 inactive women of Tehran city were selected in a targeted and available manner and were randomly placed in two control groups (n = 8) and concurrent exercise (endurance and resistance) (n = 8). After the pre-test (anthropometric tests and gas analyzer), the concurrent exercise group (endurance and resistance) performed the concurrent exercise program for six weeks and three sessions every week, and the subjects of the control group did not have any special exercise. Before and after the training session, anthropometry, body composition and cardio-respiratory parameters were measured using an in-body device and a gas analyzer. The data were analyzed by covariance analysis test at the P<0.05.

**Results:** The results showed that six weeks of MRT (endurance-resistance) had no significant effect on the values of VO<sub>2</sub>max, FEV<sub>1</sub>, FVC, VE/VO<sub>2</sub>, VE/VCO<sub>2</sub>, FEV<sub>1</sub>/FVC, VO<sub>2</sub>/HR, HR in inactive young women (P<0.05). Also, after the training period, there was no difference in BMI, PBF, SMM and WHR indices between the training and control groups (P<0.05).

**Conclusion:** The findings of the present research showed that MRT (endurance-resistance)

### Keywords

Concurrent Training,  
Cardio-Respiratory  
System,  
Inactivity

Received: 05/08/2023

Published: 12/03/2024

exercises lead to non-significant improvements in forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in one second (FEV1) and forced expiratory volume in one second to forced capacity (FEV1/FVC). ) and maximum oxygen consumption (VO2MAX) was disabled in young women. Also, after the training period, there was no significant change in the first ventilation break point (VT1), second ventilation break point (VT2), respiratory exchange ratio (RER), heart rate (HR), ratio of oxygen consumption to heart rate (VO2/HR) in Inactive young women were observed. The effect of exercise on respiratory volumes depends on the age group, race, gender, and the intensity and type of exercise as well as the level of physical fitness (23). In explaining the reasons for the effect of exercise on FVC and FEV1 following exercise, it should be said that Weakness of the respiratory muscles, including the diaphragm, intercostal muscles and the abdominal muscles group, change the values of FVC and FEV1 and the forced expiratory volume in one second to the forced capacity, as well as the increase in the residual volume as a result of the weakness of the expiratory muscles, as well as neuromuscular disorders along with a decrease in ability Lung elasticity and limited are factors that reduce FVC values. On the other hand, it is known that neuromuscular coordination and greater activity of the diaphragm muscle improves these components (24). Therefore, aerobic training probably leads to the improvement of these indicators through the above mechanisms. However, a longer training period may be needed to have a significant effect on these indicators.

The results of the present study indicated a non-significant improvement in VO2max after MRT (simultaneous endurance and strength) training. The findings of Gabler et al. (2018), Faton et al. (2010), Eschuman et al. (2015) and Prastesh (2018) have reported a significant increase in VO2max after concurrent exercise (endurance and strength at the same time) (16,17) , 21, 25). Among the possible reasons for this increase in the maximum level of oxygen consumption, we can mention an increase in blood volume, an increase in the end-diastolic diameter, a better blood flow to the active muscles, an increase in the density of capillaries and mitochondria in active muscles after exercise (26). Factors affecting RER during exercise, such as duration and intensity of exercise, age, sex, fitness level, muscle glycogen, and daily dietary intake, together explain only 60% of the variation in RER during exercise, and usual dietary intake Food has a greater effect on RER than carbohydrate consumed during exercise. It has been found that during exercise, the increase in sympathetic activity causes the release of adrenaline and noradrenaline, resulting in an increase in myocardial contractions and an increase in heart rate. During exercise, by increasing the average arterial pressure, the pressure receptors in the arteries by sending a negative feedback decrease the sympathetic activity and as a result increase the diameter of the vessels, increase the volume of blood available to the muscles, decrease the blood pressure and decrease the heart rate (31). One of the limitations of the present study is the small number of samples, so a similar study with the measurement of these indicators in a high number of samples is suggested. Also, future studies should consider a longer period of time and a higher intensity to investigate the pulmonary function response to concurrent exercise. In summary, the results of this research showed that six weeks of MRT exercises led to non-significant improvement of some cardiorespiratory indices in inactive women. According to the results of the present research, it seems that concurrent exercises can help improve cardiorespiratory performance in inactive women. Therefore, inactive people, especially inactive women, can do this type of exercise to improve cardiorespiratory fitness. However, more cardiorespiratory benefits may be achieved by performing MRT exercises with greater intensity and duration.

**Conflicts of interest:** None

**Funding:** None

#### Cite this article as:

Jabbari A, Ghazalian F. Effect of Six Weeks of Concurrent Training (Endurance-Resistance) on the Performance of the Cardio-Respiratory System in Inactive Young Women. *Razi J Med Sci.* 2024(12 Mar);30:206.

Copyright: ©2024 The Author(s); Published by Iran University of Medical Sciences. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

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

## مقدمه

عدم فعاليت بدني منظم و شيوع بالاي كم تحركي باعث افزايش تجمع چربي احشايي و در نتيجه افزايش التهاب مزمن با درجه پايين و شروع اختلالات متابوليك، از جمله سندرم متابوليك مي شود كه نشان دهنده مجموعه اي از نشانگرهاي خطر مانند چاقی شکمی، هيپرگليسمی، هيپرتری گليسيریدمی، كلسترول ليپوپروتئين با چگالي پايين، مقاومت به انسولين و وضعيت پيش التهابي، عوامل قوي و مستقل در ايجاد ديابت نوع ۲ و بيماري هاي قلبي عروقي است (۱ و ۲). علاوه بر تأثير منفي بر سلامت متابوليك و بيماري هاي قلبي - عروقي، سبك زندگي غيرفعال همچنين کاهش عملكرد ريه مرتبط با سن را تسريع مي كند، به نوبه خود، کاهش عملكرد ريه با افزايش بيماري هاي غيرواگير مزمن و مرگ مرتبط است (۳ و ۴). بي تحركي و كم تحركي از جمله عوامل خطر قابل تعديل پيشرو در سراسر جهان براي بيماري هاي قلبي - عروقي و مرگ و مير ناشي از همه علل هستند. ترويج فعاليت بدني و تمرينات ورزشي كه منجر به بهبود سطوح آمادگي قلبي - تنفسي مي شود در همه گروه هاي سني، نژاد، قوميت و هر دو جنس براي پيشگيري از بسياري از بيماري هاي مزمن، به ويژه بيماري هاي قلبي - عروقي مورد نياز است (۵). مكانيسم هاي پيشنهادهي پاتوفيزيولوژي قلبي - عروقي ناشي از رفتارهاي كم تحركي پيشنهاده شده اند. تصور مي شود كه محرک اصلي اثرات مضر قلبي - عروقي ناشي از رفتارهاي كم تحركي تجمع وريدي در اندام تحتاني در نتيجه کاهش فعاليت عضلاني و در نتيجه کاهش عملكرد پمپ عضلاني است (۶). فرضيه بعدي ادغام وريدي براي کاهش بازگشت وريدي و به نوبه خود سخته است (۷). اين کاهش در حجم ضربه اي، همراه با افزايش فشار هيدرواستاتيك در اندام تحتاني و افزايش انحاء شرياني، يك محيط هموديناميك منحصر به فرد ايجاد مي كند كه به موجب آن بار قلبي عروقي ممكن است افزايش يابد (۸ و ۹). نشان داده است كه كم تحركي حاد مي تواند منجر به اختلال در عملكرد عروقي اندام تحتاني، فشار خون محيطي و افزايش سفتي شريان مركزي و محيطي شود (۱۰ و ۱۱). علاوه بر تأثير منفي بر سلامت قلبي - عروقي، كم تحركي کاهش

عملكرد ريه مرتبط با سن را تسريع مي كند و با کاهش عملكرد ريه و بيماري هاي غيرواگير مزمن و مرگ مرتبط است (۴).

اثرات مثبت تمرين منظم بر پيامدهاي مرتبط با سلامت به طور گسترده در تمام گروه هاي سني شناخته شده است (۵). فعاليت بدني نقش مهمي در پيشگيري اوليه و ثانويه بسياري از بيماري هاي مزمن مانند بيماري هاي قلبي - تنفسي، متابوليك و سرطان و همچنين در مرگ و مير زودرس ايفا مي كند (۱۲). مطالعات قبلي نشان داده اند كه شركت منظم در فعاليت هاي ورزشي مي تواند موجب بهبود آمادگي قلبي - تنفسي و تركيب بدني گردد (۱۳). در همين زمينه، انجام تمرينات هوازي و قدرتي به طور همزمان (تمرينات كانكارنت) بخش جدائي ناپذير از تمرينات بدني است كه با هدف بهبود عملكرد ورزشي و سلامتي انجام مي شود. تمرينات كانكارنت يا همزمان به تركيب تمرينات هوازي و قدرتي براي ايجاد همزمان ظرفيت هوازي و قدرت عضلاني و يا هايپرتروفي اشاره دارد (۱۴). توصيه به انجام هر دو تمرين هوازي و قدرتي مهم است، زيرا اين فعاليت ها تا حدى سازگاري و فوايد سلامتي متمايز را القا مي كنند. تمرين هوازي باعث افزايش ظرفيت هوازي (به معني سازگاري هاي مركزي) و تغييرات متابوليكي در عضلات اسكلتي، مانند افزايش تراكم ميتوكوندري و افزايش مويرگ در عضله مي شود. برعكس، تمرينات مقاومتی منظم منجر به هايپرتروفي عضلاني، افزايش قدرت و توان مي شود و ممكن است تراكم مواد معدني استخوان را نيز بهبود بخشد (۱۵). تمرينات كانكارنت موجب بهبود برخي شاخص هاي قلبي - تنفسي مي شود. در همين زمينه، نتايج اسچومن و همكاران نشان داد كه اكسيژن مصرفي بيشينه در مردان و زنان از نظر آماری در تمرينات كانكارنت (استقامتي و قدرتي همزمان) در مقايسه با تمرينات استقامتي و قدرتي به تنهائي بيشتر بود (۱۶). پرستش در تحقيقي نشان داد كه ۱۲ هفته تمرين همزمان موجب کاهش معنادار درصد توده چربي و نسبت محيط دور كمر به لگن (waist-hip ratio-WHR) و افزايش معنادار استقامت قلبي - تنفسي ( $VO_2max$ )، ميانگين قدرت عضلاني نسبي و توده بدون چربي در گروه تمرين همزمان نسبت به گروه كنترل بي تمرين شد (۱۷).

شعبانی و همکاران نیز در پژوهشی روی زنان یائسه غیرفعال نشان دادند که تمرین ترکیبی با بهبود استقامت قلبی-تنفسی می‌تواند در پیشگیری از بیماری‌های قلبی-عروقی مؤثر باشد (۱۸). با این وجود، برخی پژوهش‌ها نشان داده‌اند که ترکیبی از تمرینات استقامتی و قدرتی در یک برنامه تمرینی زمانی که تعداد کل جلسات تمرین هفتگی زیاد است منجر به اختلال در رشد قدرت و هیپرتروفی عضلانی می‌شود (۱۹). یک مطالعه نشان داده است که  $VO_{2max}$  پس از یک دوره طولانی (۲۰ هفته) تمرینات استقامتی و قدرتی همزمان در مردان کاهش می‌یابد (۲۰). گابلر و همکاران نیز مشاهده کردند که در مقایسه با تمرینات استقامتی یا تمرین قدرتی به تنهایی، اثرات جزئی به نفع تمرینات کانکارت بر استقامت قلبی-تنفسی در ورزشکاران جوان ایجاد کرد (۲۱).

همان‌طور که گفته شد، سبک زندگی غیرفعال، با خطر بالای افزایش بیماری‌های قلبی-تنفسی همراه است. انجام تمرینات ورزشی منظم به عنوان یک مسیر درمانی مؤثر در کاهش بیماری‌های قلبی-تنفسی به ویژه در زنان و مردان کم‌تحرک مطرح است. با توجه به زندگی مدرن امروزه و کاهش نسبی فعالیت جسمانی روزانه و از طرفی بروز برخی بیماری‌های مرتبط با افزایش وزن و عدم آمادگی جسمانی، تحقیق در خصوص اثرات مثبت تمرینات ورزشی بر دستگاه قلبی-تنفسی و بهره‌گیری از روش‌های مناسب تمرین ضروری به نظر می‌رسد. اما بر اساس مطالعات محقق تحقیقات انجام شده در این خصوص بسیار محدود است. از طرفی با توجه به بررسی‌های صورت گرفته و مطالعات قلبی تاثیر تمرینات کانکارت (استقامتی-مقاومتی) بر عملکرد سیستم قلبی-تنفسی زنان غیر فعال به خوبی مشخص نیست که از این منظر نیز تحقیقات محقق از اهمیت بالایی برخوردار می‌گردد. بنابراین تحقیق حاضر قصد دارد به بررسی این سوال بپردازد که آیا تمرینات MRT (استقامتی-مقاومتی) بر عملکرد سیستم قلبی-تنفسی زنان غیر فعال تاثیر دارد؟

## روش کار

پژوهش حاضر، یک مطالعه نیمه تجربی است. جامعه آماری این تحقیق را ۳۰ نفر از زنان ثبت نامی در یک

باشگاه، واقع در منطقه پنج تهران تشکیل دادند که در محدوده سنی ۲۰ تا ۳۵ سال قرار داشته و تمرین بدنی مداوم در یک سال گذشته نداشتند. پس از تکمیل پرسش‌نامه توسط ۲۵ عضو باشگاه، محقق با بررسی‌هایی که بر روی قد، وزن، سن و سلامت جسمانی آزمودنی‌ها با توجه به پرسش‌نامه‌های تکمیل شده انجام داد، تعداد ۱۶ نفر را که از نظر سلامتی و قرار داشتن در دامنه سنی مورد نظر واجد شرایط بودند انتخاب نمود. سپس به طور تصادفی در دو گروه کنترل (N=۸) و گروه تمرین (N=۸) قرار گرفتند و رضایت‌نامه از تمامی افراد دریافت گردید. 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. 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. بعد از تقسیم تصادفی افراد به دو گروه تمرین و کنترل از تمامی آزمودنی‌ها ۲۴ ساعت قبل از شروع تمرین اندازه‌گیری آنترپومتری، ترکیبات بدن و آزمون گازهای تنفسی (گازآنالایزر) انجام شد و به آن‌ها توصیه شد که در این ۲۴ ساعت از فعالیت شدید بدنی پرهیز کنند و طی یک ساعت قبل از انجام آزمون، غذا سنگین مصرف نکنند. معیارهای ورود به پژوهش شامل: در یک سال گذشته هیچ تمرین مداوم ورزشی نداشته باشند و فقط فعالیت متوسط روزانه انجام دهند، سابقه بیماری ریوی و آلرژیک نداشته باشند، سیگار مصرف نکنند، در دامنه سنی ۲۰-۳۵ سال باشند و محدودیت جسمانی جهت اجرای تمرینات ورزشی نداشته باشند. معیارهای خروج از پژوهش نیز شامل: عدم امضای رضایت‌نامه کتبی، غیبت بیشتر از یک جلسه در برنامه تمرینی، آسیب دیدگی، عدم حضور در آزمون و عدم تمایل برای ادامه شرکت در برنامه تمرینی بود. برنامه تمرینی به مدت ۶ هفته و روزهای فرد (یکشنبه، سه‌شنبه، پنج‌شنبه) اجرا گردید

**جدول ۱- تمرينات بر اساس جدول زير انجام شد:**

تمرين	هفته ۱-۲	هفته ۳-۴	هفته ۵-۶
كل ۱-۶ هفته	استراحت ۶۰ ثانيه	استراحت ۴۵ ثانيه	استراحت ۳۰ ثانيه
Skipping	تكرار: ۲	تكرار: ۳	تكرار: ۴
۹متر رفت و برگشت	راند: ۲	راند: ۲(هفته ۳)، ۳(هفته ۴)	راند: ۳(۵)، ۴(۶)
نردبان چابكي	تكرار: ۲	تكرار: ۳	تكرار: ۴
(داخل، داخل - خارج، خارج)	راند: ۲	راند: ۲(۳)، ۳(۴)	راند: ۳(۵)، ۴(۶)
دو ضرب وزنه برداري	تكرار: ۵	تكرار: ۸	تكرار: ۴
	راند: ۲	راند: ۲(۳)، ۳(۴)	راند: ۳(۵)، ۴(۶)
حرکت كوهنوردي	تكرار: ۱	تكرار: ۱	تكرار: ۱
۹متر با توپ پزشي ۸ پوندي	راند: ۲	راند: ۲(۳)، ۳(۴)	راند: ۳(۵)، ۴(۶)
حرکت ROW با بند TRX	تكرار: ۵	تكرار: ۸	تكرار: ۱۰
	راند: ۲	راند: ۲(۳)، ۳(۴)	راند: ۳(۵)، ۴(۶)
پرتاب توپ پزشي از بالاي سر	تكرار: ۵	تكرار: ۸	تكرار: ۱۰
	راند: ۲	راند: ۲(۳)، ۳(۴)	راند: ۳(۵)، ۴(۶)
در پايان: دوچرخه ثابت	تكرار هفته اول: ۴	تكرار هفته سوم: ۵	تكرار هفته پنجم: ۵
	تكرار هفته دوم: ۵	تكرار هفته چهارم: ۶	تكرار هفته ششم: ۶
	نسبت كار به استراحت: ۱۰ ثانيه به ۳۰ ثانيه	نسبت كار به استراحت: ۱۰ ثانيه به ۲۰ ثانيه	نسبت كار به استراحت: ۱۵ ثانيه به ۱۰ ثانيه

نوارگردان وابسته به فرد به صورت نفس به نفس اندازه-گيري گرديد. همچنين براي ثبت تغييرات لحظه به لحظه ضربان قلب آزمودني‌ها در طول اجرا آزمون بروس، از كمربند ضربان سنج پولار استفاده شد. جهت تعيين نرمال بودن توزيع داده‌ها از آزمون شاپيروويلك استفاده شد. سپس براي مقايسه گروه‌ها از آزمون تحليل كوواريانس و آزمون تي مستقل استفاده شد. محاسبات با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۶ انجام شد و سطح معنی‌داری آزمون‌ها  $p \leq 0.05$  در نظر گرفته شد.

### يافته‌ها

جداول ۱ و ۲ نتايج آمار توصيفی مربوط به ويژگي‌های دموگرافيك آزمودني‌ها و متغيرهای تحقيق را بين گروه‌های مختلف تحقيق نشان می‌دهد. برای فاکتورهای VE/VCO<sub>2</sub> ( $p = 0.60$ )،  $VO_{2max}$  ( $p = 0.14$ )، RER ( $p = 0.22$ )، FVC ( $p = 0.86$ )، FEV1 ( $p = 0.18$ )، FEV1/FVC ( $p = 0.70$ )، PBF ( $p = 0.2$ )، BMI ( $p = 0.54$ )، VO<sub>2</sub>/HR ( $p = 0.54$ ) و SMM ( $p = 0.82$ ) چون اصل همگنی شیب رگرسيون برقرار بود، از آزمون تحليل كوواريانس استفاده شد و برای فاکتورهای VE/VO<sub>2</sub> ( $p = 0.34$ )

و آزمودني‌های گروه کنترل هيچ تمرين خاصی نداشتند.

**پروتكل تمريني:** هر جلسه تمرين شامل: گرم کردن، تمرين اصلی و سرد کردن بود. برای گرم کردن بدن از حرکات پروانه، زانو بلند، لانجز، برپی، اسکوات و سلام ژاپنی به مدت ۱۰ دقیقه انجام شد. برای سرد کردن بدن نیز حرکات کششی مختلف به مدت ۱۰ دقیقه انجام شد. گروه کنترل شامل ۸ نفر بود که هيچ فعاليت ورزشی تا انتها پژوهش انجام نداد (جدول ۱) (۲۲).

بعد از ۶ هفته ۲۴ ساعت پس از آخرين جلسه تمرين به همان شكل پيش آزمون از آزمودني‌ها آزمون گرفته شد. لازم به ذکر است تفسير تمامی اين آزمون‌ها در آکادمی ملی المپیک انجام شد. برای تعيين گازهای تنفسی از دستگاه تجزيه، تحليل کننده گازهای تنفسی استفاده شد. حداکثر اکسيژن مصرفی (VO<sub>2MAX</sub>)، ظرفيت حياتی اجباری (FVC)، حجم بازدمی اجباری در ثانيه اول (FEV1)، نقطه شکست تهويه اول (VE/VO<sub>2</sub>)، نقطه شکست تهويه دوم (VE/VCO<sub>2</sub>)، نسبت تبادل تنفسی (respiratory exchange - RER)، ضربان قلب (heart rate-HR) و نسبت مصرف اکسيژن به ضربان قلب (VO<sub>2</sub>/HR) در طول پروتكل

**جدول ۲- نتایج آمار توصیفی مربوط به میانگین ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها**

گروه	گروه تمرین		گروه کنترل	
متغیر	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون
سن (سال)	27/6 ± 5/30	---	26/9 ± 3/18	---
قد (سانتی متر)	166 ± 7/28	---	165 ± 5/11	---
وزن (کیلوگرم)	67/15 ± 3/40	67/14 ± 4/62	66/8 ± 4/08	66/9 ± 3/62

**جدول ۳- توصیف متغیرهای تحقیق**

گروه	گروه تمرین		گروه کنترل	
متغیر	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون
نقطه شکست تهویه اول (VE/VO <sub>2</sub> )	25/05 ± 3/16	26 ± 2/18	25/17 ± 2/06	25/16 ± 2/03
نقطه شکست تهویه دوم (VE/VCO <sub>2</sub> )	28/83 ± 3/11	30/06 ± 3	28/85 ± 1/36	28/93 ± 1/29
حداکثر اکسیژن مصرفی (VO <sub>2</sub> max)	19 ± 2/82	20 ± 3/85	21/87 ± 3/13	21/25 ± 2/43
نسبت تبادل تنفسی (RER)	0/877 ± 0/11	0/875 ± 0/07	0/878 ± 0/043	0/877 ± 0/041
تواتر قلبی (HR)	151/25 ± 8/06	148/75 ± 12/88	153/75 ± 3/01	153/12 ± 2/18
ظرفیت حیاتی اجباری (FVC)	4/02 ± 0/85	4/13 ± 1/05	3/89 ± 0/15	3/86 ± 0/13
حجم بازدمی اجباری در ثانیه اول (FEV <sub>1</sub> )	2/78 ± 0/34	2/89 ± 0/39	2/78 ± 0/17	2/76 ± 0/15
FEV <sub>1</sub> /FVC	0/71 ± 0/12	0/73 ± 1/2	0/703 ± 0/3	0/707 ± 0/03
مصرف اکسیژن به ضربان قلب (VO <sub>2</sub> /HR)	8/37 ± 1/50	8/87 ± 1/64	8/12 ± 0/83	± 25/8 0/70
شاخص توده بدن (BMI)	24/22 ± 4/67	24/21 ± 4/52	28/11 ± 0/80	28/16 ± 0/74
درصد چربی بدن (PBF)	33/68 ± 8/93	33/28 ± 7/82	25/26 ± 1/05	25/16 ± 1/59
توده عضلانی (SMM)	23/66 ± 3/25	23/82 ± 3/25	27/61 ± 1/25	27/40 ± 1/04
دور کمر به لگن (WHR)	0/91 ± 0/13	0/90 ± 0/10	0/905 ± 0/035	0/907 ± 0/043

گروه ( $p = 0/31$ ) بر HR تاثیر معنی‌داری نداشت. زمان ( $p = 0/73$ ) و تعامل زمان و گروه ( $p = 0/56$ ) بر FVC تاثیر معنی‌داری نداشت. زمان ( $p = 0/63$ ) و تعامل زمان و گروه ( $p = 0/51$ ) بر FEV<sub>1</sub> تاثیر معنی‌داری نداشت. زمان ( $p = 0/49$ ) و تعامل زمان و گروه ( $p = 0/58$ ) بر FEV<sub>1</sub>/FVC تاثیر معنی‌داری نداشت. زمان ( $p = 0/16$ ) و تعامل زمان و گروه ( $p = 0/219$ ) بر نقطه شکست تهویه دوم تاثیر معنی‌داری نداشت. زمان ( $p = 0/53$ ) و تعامل زمان و گروه ( $p = 0/22$ ) بر VO<sub>2</sub>/HR تاثیر معنی‌داری نداشت. زمان ( $p = 0/74$ ) و تعامل زمان و گروه ( $p = 0/58$ ) بر BMI تاثیر معنی-

داری ( $p = 0/32$ ) و WHR چون همگنی شیب رگرسیون برقرار نبود، از آزمون تی مستقل استفاده شد (جدول ۳).

نتایج آزمون تی مستقل نشان داد که VE/VO<sub>2</sub> ( $p = 0/078$ ) و WHR ( $p = 0/25$ ) بین دو گروه تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

نتایج آزمون آماری تحلیل واریانس نشان داد که زمان ( $p = 0/66$ ) و تعامل زمان و گروه بر VO<sub>2</sub>max ( $p = 0/197$ )، تاثیر معنی‌داری نداشت. زمان ( $p = 0/91$ ) و تعامل زمان و گروه ( $p = 0/97$ ) بر RER تاثیر معنی‌داری نداشت. زمان ( $p = 0/62$ ) و تعامل زمان و

جدول ۴- نتايج آزمون تي مستقل مربوط به VE/VO2 و WHR در دو گروه

بين گروهی		درون گروهی		زمان	متغير
t	P	t	P	گروهها	
۲/۰۱	۰/۰۷۸	-۲/۰۶	۰/۰۷۸	تمرین	VE/VO <sub>2</sub>
		۰/۱۰	۰/۹۲	کنترل	
-۱/۱۹	۰/۲۵	۱/۰۷	۰/۳۲	تمرین	WHR
		-۰/۵۵۲	۰/۵۹	کنترل	

جدول ۵- نتايج آزمون تحليل کوواريانس مربوط به متغيرهاي تحقيق در گروههاي آزمودنی

	منبع تغييرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار F	مقدار p
VO <sub>2max</sub>	زمان	۰/۲۸۱	۱	۰/۲۸۱	۰/۱۹۷	۰/۶۶
	تعامل زمان و گروه	۵/۲۸	۱	۵/۲۸	۳/۷۰	۰/۰۷۵
RER	زمان	۲/۸۱	۱	۲/۸۱	۰/۰۱۲	۰/۹۱۴
	تعامل زمان و گروه	۳/۱۲	۱	۳/۱۲	۰/۰۰۱	۰/۹۷۱
تواتر قلبی (HR)	زمان	۰/۸۳۸	۱	۰/۸۱۹	۴/۳۱	۰/۰۶۲
	تعامل زمان و گروه	۰/۳۶۱	۱	۰/۳۲۴	۱/۷۷	۰/۳۱۲
FVC	زمان	۰/۰۱۴	۱	۰/۰۱۴	۰/۱۲۱	۰/۷۳۴
	تعامل زمان و گروه	۰/۰۳۹	۱	۰/۰۳۹	۰/۳۴۷	۰/۵۶۵
FEV1	زمان	۰/۰۱۸	۱	۰/۰۱۸	۰/۲۲۸	۰/۶۳۳
	تعامل زمان و گروه	۰/۰۳۴	۱	۰/۰۳۴	۰/۴۴۶	۰/۵۱۵
FEV1/FVC	زمان	۰/۰۰۲	۱	۰/۰۰۲	۰/۶۱۰	۰/۴۴۸
	تعامل زمان و گروه	۰/۰۰۱	۱	۰/۰۰۱	۰/۳۲۳	۰/۵۷۹
VE/VCO2	زمان	۳/۴۴	۱	۳/۴۴	۲/۲۰	۰/۱۶
	تعامل زمان و گروه	۲/۵۸	۱	۲/۵۸	۱/۶۵	۰/۲۱۹
VO2/HR	زمان	۰/۷۸۱	۱	۰/۷۸۱	۴/۴۸	۰/۰۵۳
	تعامل زمان و گروه	۰/۲۸۱	۱	۰/۲۸۱	۱/۶۱	۰/۲۲۴
شاخص توده بدن (BMI)	زمان	۰/۰۰۳	۱	۰/۰۰۳	۰/۱۱۱	۰/۷۴۴
	تعامل زمان و گروه	۰/۰۰۸	۱	۰/۰۰۸	۰/۳۰۹	۰/۵۸۷
درصد چربی بدن (PBF)	زمان	۰/۵۰۰	۱	۰/۵۰۰	۰/۵۸۱	۰/۴۵۹
	تعامل زمان و گروه	۰/۱۸۰	۱	۰/۱۸۰	۰/۲۰۹	۰/۶۵۴
توده عضلانی (SMM)	زمان	۰/۰۰۵	۱	۰/۰۰۵	۰/۰۶۳	۰/۸۰۶
	تعامل زمان و گروه	۰/۲۸۱	۱	۰/۲۸۱	۳/۵۳	۰/۰۱۱

اکسیژن مصرفی (VO<sub>2MAX</sub>) در بانوان جوان غیر فعال شد. همچنین پس از دوره تمرینات عدم تغییر معنی دار نقطه شکست تهویه اول (VT1)، نقطه شکست تهویه دوم (VT2)، نسبت تبادل تنفسی (RER)، ضربان قلب (HR)، نسبت مصرف اکسیژن به ضربان قلب (VO<sub>2</sub>/HR) در بانوان جوان غیر فعال مشاهده شد. میزان تأثیرات تمرین بر حجم های تنفسی به گروه سنی، نژاد، جنسیت و شدت و نوع تمرین همچنین سطح آمادگی بدنی بستگی دارد (۲۳). می توان گفت اثرگذاری تمرینات ورزشی ناشی از بهبود قدرت و استقامت عضلات تنفسی، کاهش التهاب و متعاقب آن

داری نداشت. زمان (p = ۰/۴۶) و تعامل زمان و گروه (p = ۰/۶۵) بر PBF تأثیر معنی داری نداشت. زمان (p = ۰/۸۰) و تعامل زمان و گروه (p = ۰/۰۸۱) بر SMM تأثیر معنی داری نداشت (جدول ۵).

### بحث

یافته های تحقیق حاضر نشان داد که تمرینات MRT (استقامتی-مقاومتی) موجب بهبود غیرمعنی دار ظرفیت حیاتی اجباری (FVC)، حجم بازدم اجباری در یک ثانیه (FEV1) و حجم بازدمی اجباری در یک ثانیه به ظرفیت اجباری (FEV1/FVC) و حداکثر مصرف



خالص بسیار متابولیک‌تر از بافت چربی است. افزایش نسبت بافت خالص به چربی با افزایش میزان حداکثر نسبی متابولیسم حتی در صورت عدم تمرین همراه است (۲۸). مخالف با یافته‌های مطالعه حاضر، برخی پژوهش‌ها نشان داده‌اند که ترکیبی از تمرینات استقامتی و قدرتی در یک برنامه تمرینی زمانی که تعداد کل جلسات تمرین هفتگی زیاد است منجر به اختلال در رشد قدرت و هیپرتروفی عضلانی می‌شود (۱۹). یک مطالعه نشان داده است که  $VO_{2max}$  پس از یک دوره طولانی (۲۰ هفته) تمرینات استقامتی و قدرتی همزمان در مردان کاهش می‌یابد (۲۰). ممکن است ناهمخوانی نتایج به دست آمده ناشی از روش‌های متفاوت به کار گرفته شده باشد. حتی در برخی موارد ممکن است شرایط متفاوت آزمودنی‌ها از نظر سن، جنس و میزان آمادگی بدنی در نتایج ناهمگون حاصله اثرگذار باشد. عوامل موثر بر RER در طول ورزش، مانند مدت زمان و شدت تمرین، سن، جنس، سطح آمادگی جسمانی، گلیکوژن عضلانی، و مصرف روزانه رژیم غذایی، روی هم تنها ۶۰٪ از تغییرات RER در طول ورزش را توضیح می‌دهند و مصرف معمول رژیم غذایی تأثیر بیشتری بر RER نسبت به کربوهیدرات مصرفی در طول ورزش دارد. تحقیقات بیشتری در مورد زنان، به ویژه در رابطه با پاسخ RER به ورزش مورد نیاز است. همچنین به نظر می‌رسد که تنوع فردی در اکسیداسیون سوبسترا در حین ورزش هم در افراد تمرین نکرده (۲۹) و هم در افراد تمرین کرده (۳۰) وجود دارد. مشخص شده است که در هنگام فعالیت ورزشی افزایش فعالیت سمپاتیک باعث آزاد شدن آدرنالین و نورآدرنالین و در نتیجه افزایش انقباضات میوکاردیال و افزایش ضربان قلب می‌شود. طی ورزش با افزایش فشار متوسط شریانی، گیرنده‌های فشاری در سرخرگ‌ها با ارسال فیدبک منفی، باعث کاهش فعالیت سمپاتیک و در نتیجه افزایش قطر عروق، افزایش حجم خون در دسترس عضلات، کاهش فشار خون و کاهش ضربان قلب می‌شود (۳۱).

تمرینات ورزشی به عنوان روشی برای کاهش وزن و بهبود ترکیب بدنی پذیرفته شده است (۳۲). در مطالعه حاضر کاهش غیر معنی‌دار شاخص‌های آنرومتری مشاهده شد. در اثر فعالیت‌های ورزش هوازی و

کاهش مقاومت راه‌های هوایی عنوان شده 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 موثر است. در بیان دلایل تأثیر تمرین بر FVC و FEV1 متعاقب ورزش باید گفت که ضعف عضلات تنفسی شامل دیافراگم، عضلات بین دنده‌ای و گروه عضلات شکمی مقادیر FEV1 و C FV و حجم بازدمی اجباری در یک ثانیه به ظرفیت اجباری را تغییر می‌دهند. همچنین افزایش حجم باقیمانده در نتیجه ضعف عضلات بازدمی و نیز اختلالات عصبی-عضلانی به همراه کاهش قابلیت ارتجاعی ریه و محدود شده از عوامل کاهش دهنده مقادیر FVC هستند. از طرفی مشخص شده است که هماهنگی عصبی-عضلانی و فعالیت بیشتر عضله دیافراگم باعث بهبود این مؤلفه‌ها می‌شود (۲۴). بنابراین تمرین هوازی احتمالاً از طریق سازوکارهای فوق به بهبود این شاخص‌ها منجر شده است. با این حال احتمالاً نیاز به دوره تمرین طولانی‌تر برای اثرگذاری معنی‌دار بر این شاخص‌ها باشد.

$VO_{2max}$  که به عنوان ظرفیت هوازی عملکردی نیز شناخته می‌شود، نشان‌دهنده حداکثر میزان استفاده از اکسیژن با تمرین عضلات است و معیار استاندارد طلائی محدودیت عملکردی سیستم قلبی-تنفسی در نظر گرفته می‌شود. نتایج تحقیق حاضر حاکی از بهبود غیرمعنی‌دار  $VO_{2max}$  پس از تمرین MRT (استقامتی و قدرتی همزمان) بود. یافته‌های گابلر و همکاران، فاتون و همکاران، اسچومن و همکاران و پرستش افزایش معنی‌دار  $VO_{2max}$  پس از تمرین همزمان (استقامتی و قدرتی همزمان) را گزارش کرده‌اند (۱۶، ۱۷، ۲۱، ۲۵). از دلایل احتمالی این افزایش سطح حداکثر اکسیژن مصرفی می‌توان به افزایش حجم خون، افزایش قطر پایان دیاستولی، جریان بهتر خون به عضلات فعال، افزایش تراکم مویرگی و میتوکندری عضله فعال در پی تمرین اشاره کرد (۲۶). اکسیژن مصرفی بیشینه در حد معنی‌داری تحت تأثیر عوامل متعدد مانند سازه‌های ژنتیک، رشد، ترکیب بدن و فعالیت بدنی قرار می‌گیرد (۲۷). همچنین افزایش در حداکثر اکسیژن مصرفی می‌تواند به علت کاهش در درصد چربی بدن باشد. بافت

حاضر برای کاهش معنی دار WHR کافی نبوده است.

### نتیجه‌گیری

به طور خلاصه، نتایج این تحقیق نشان داد که شش هفته تمرینات MRT موجب بهبود غیر معنی دار برخی شاخص‌های قلبی-تنفسی در بانوان غیرفعال شد. با توجه به نتایج تحقیق حاضر، به نظر می‌رسد تمرینات همزمان می‌تواند به بهبود عملکرد قلبی-تنفسی در بانوان غیرفعال کمک کند. بنابراین افراد غیرفعال به ویژه زنان غیرفعال می‌توانند این نوع تمرینات را برای بهبود آمادگی قلبی-تنفسی انجام دهند. با این حال ممکن است با اجرای تمرینات MRT با شدت و مدت بیشتر بتوان به مزایای قلبی-تنفسی بیشتری دست یافت.

از محدودیت‌های مطالعه حاضر می‌توان به تعداد کم نمونه‌ها اشاره کرد، بنابراین مطالعه‌ای مشابه با اندازه‌گیری این شاخص‌ها در تعداد نمونه‌های بالا پیشنهاد می‌گردد. همچنین مطالعات آینده باید بازه زمانی طولانی‌تر و با شدت بالاتر برای بررسی پاسخ عملکرد ریوی به تمرینات کانکرنانت در نظر بگیرند.

### نقدیر و تشکر

این تحقیق با تایید کمیته اخلاق با شماره IR.IAU.SRB.REC.1401.003 در دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات انجام شد. بدین وسیله از کلیه افرادی که در انجام تحقیق حاضر همکاری داشتند، به ویژه آزمودنی‌های تحقیق، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

### References

- Booth FW, Roberts CK, Thyfault JP, Ruegsegger GN, Toedebusch RG. Role of Inactivity in Chronic Diseases: Evolutionary Insight And Pathophysiological Mechanisms. *Physiol Rev.* 2017; 97:1351-1402.
- Rynders CA, Blanc S, Dejong N, Bessesen DH, Bergouignan A. Sedentary behavior is a key determinant of metabolic inflexibility. *J Physiol.* 2018; 596(8):1319-30.
- Ramalho SHR, Shah AM. Lung Function and Cardiovascular Disease: A Link. *Trends Cardiovas Med.* 2021; 31:93-98.
- Dogra S, Good J, Gardiner PA, Copeland JL, Stickland MK, Rudoler D, et al. Effects of replacing sitting time with physical activity on lung function: An analysis of the

مقاومتی ورزشی به علت افزایش تراکم میتوکندری، ظرفیت آنزیم‌های اکسایشی در عضلات افزایش می‌یابد. افزون بر آن افزایش فعالیت آنزیم‌های زنجیره انتقال الکترون، فعالیت آنزیم‌های دخالت‌کننده در اکسایش چربی‌ها و همچنین فعالیت لیپوپروتئین لیپاز را افزایش می‌دهد (۳۳). بر اثر تمرین هوازی، تراکم گیرنده‌های بتا ادرنرژیک در سطح سلولی بافت چربی و در نتیجه حساسیت آن‌ها در برابر فرآیند لیپولیز افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد که محرک اصلی این روند، توزیع کاتکولامین‌ها در اثر فعالیت هوازی و افزایش اکسایش چربی‌ها باشد (۳۴). بنابراین وزن بدن در آزمودنی‌ها کاهش می‌یابد. در تحقیق سرم‌دیان و خورشیدی ۱۰ هفته فعالیت هوازی (با شدت ۶۵ تا ۷۵٪ ضربان قلب بیشینه) و مقاومتی (با شدت ۵۵ تا ۶۵٪ یک تکرار بیشینه) با شدت متوسط تأثیری بر وزن در زنان یائسه نداشت. آن‌ها بیان کردند که علت احتمالی آن می‌تواند ناشی از عدم کفایت شدت و مدت تمرینات برای ایجاد تغییرات مطلوب باشد (۳۵).

این احتمال وجود دارد شدت تمرینات در تحقیق حاضر به منظور کاهش وزن مناسب نبوده است. این احتمال وجود دارد که تمرینات همزمان بتوانند با فعال سازی بیشتر بافت چربی و اثرگذاری بر آنزیم‌های درگیر در سوخت و ساز چربی نسبت به تمرینات استقامتی و مقاومتی به تنهایی منجر به کاهش بیشتر درصد چربی و بهبود توده عضلانی به ویژه در آزمودنی‌های چاق شوند. شاید رایج‌ترین دلیل و مکانیسم برای توجیه بهبود ترکیب بدن کاهش و بهبود توده عضلانی در اثر تمرینات مقاومتی این است که متعاقب تحریک سنتر پروتئین عضلانی و افزایش توده بدون چربی بدن در اثر تمرین مقاومتی، میزان متابولیسم استراحت افزایش و این امر باعث افزایش انرژی کل مصرفی زمان استراحت شده و تغییر منفی در تعادل انرژی و لذا کاهش چربی و ذخایر کلی آن در بدن می‌شود (۳۶). بنابراین اضافه شدن این نوع تمرینات به تمرینات استقامتی احتمالاً مزایای بیشتری به همراه داشته باشد. عموماً کاهش WHR با تمرین طولانی مدت و سخت امکان پذیر است. هر چه شدت و مدت تمرین کمتر باشد، کاهش کمتری در WHR ایجاد می‌شود (۳۷). بنابراین شاید بتوان اینگونه تفسیر کرد که شدت و مدت تمرینات پروتکل

Canadian Longitudinal Study on Aging. Health Reports. 2019; 30(3):12–23.

5. World Health Organization. WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour. Geneva: World Health Organization; 2020

6. Stoner L, Barone Gibbs B, Meyer ML, Fryer S, Credeur D, Paterson C, et al. A Primer on Repeated Sitting Exposure and the Cardiovascular System: Considerations for Study Design, Analysis, Interpretation, and Translation. *Front Cardiovasc Med.* 2021;8:716938

7. Horiuchi M, Stoner L. Effects of compression stockings on lower-limb venous and arterial system responses to prolonged sitting: A randomized cross-over trial. *Vasc Med.* 2021;26(4):386-393

8. Padilla J, Sheldon RD, Sitar DM, Newcomer SC. Impact of acute exposure to increased hydrostatic pressure and reduced shear rate on conduit artery endothelial function: a limb-specific response. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2009;297(3):H1103-8

9. Walsh LK, Restaino RM, Martinez-Lemus LA, Padilla J. Prolonged leg bending impairs endothelial function in the popliteal artery. *Physiol Rep.* 2017;5(20):e13478.

10. Paterson C, Fryer S, Stone K, Zieff G, Turner L, Stoner L. The Effects of Acute Exposure to Prolonged Sitting, with and Without Interruption, on Peripheral Blood Pressure Among Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med.* 2022;52(6):1369-1383

11. Evans WS, Stoner L, Willey Q, Kelsch E, Credeur DP, Hanson ED. Local exercise does not prevent the aortic stiffening response to acute prolonged sitting: a randomized crossover trial. *J Appl Physiol (1985).* 2019;127(3):781-787.

12. Pedersen BK, Saltin B. Exercise as medicine - evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. *Scand J Med Sci Sports.* 2015 Dec;25 Suppl 3:1-72.

13. Grazioli E, Dimauro I, Mercatelli N, Wang G, Pitsiladis Y, Di Luigi L, Caporossi D. Physical activity in the prevention of human diseases: role of epigenetic modifications. *BMC Genomics.* 2017;18(Suppl 8):802

14. Lundberg TR, Feuerbacher JF, Sünkeler M, Schumann M. The Effects of Concurrent Aerobic and Strength Training on Muscle Fiber Hypertrophy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med.* 2022;52(10):2391-2403

15. Schumann M, Feuerbacher JF, Sünkeler M, Freitag N, Rønnestad BR, Doma K, et al. Compatibility of Concurrent Aerobic and Strength Training for Skeletal Muscle Size and Function: An Updated Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med.* 2022;52(3):601-612

16. Schumann M, Yli-Peltola K, Abbiss CR, Häkkinen K. Cardiorespiratory Adaptations during Concurrent Aerobic and Strength Training in Men and Women. *PLoS ONE* 2015;10(9): e0139279.

17. Parastesh M. Effect of concurrent training (endurance-resistance) on serum level of prostate specific antigen (PSA), cardiorespiratory endurance, muscular strength and body composition in men over 50. *Daneshvar Medicine,* 2020;7(4): 11-18.

18. Shabani R, Yosefzad L, Fallah F. Effects of eight weeks of endurance-resistance training on some inflammatory markers and cardiovascular endurance in sedentary postmenopausal women. *IJOGI.* 2017;20(1): 23-30.

19. Wilson JM, Marin PJ, Rhea MR, Wilson SMC, Loenneke JP, Anderson JC. Concurrent Training: a Meta-Analysis Examining Interference of Aerobic and Resistance Exercises. 2012;26: 2293–2307

20. Nelson AG, Arnall DA, Loy SF, Silvester LJ, Conlee RK. Consequences of combining strength and endurance training regimens. *Phys Ther.* 1990;70: 287–294.

21. Gäbler M, Prieske O, Hortobágyi T, Granacher U. The Effects of Concurrent Strength and Endurance Training on Physical Fitness and Athletic Performance in Youth: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front Physiol.* 2018;9:1057.

22. Jett M, Swank A. Metabolic Resistance Training: A Strategy to Add “Play” to Our Clinical Programs. *ACSM’s Health & Fitness Journal.* 2013; 17(2): 31-33.

23. 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.

24. 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.

25. Fatone C, Guescini M, Balducci S, Battistoni S, Settequattrini A, Pippi R, et al. Two weekly sessions of combined aerobic and resistance exercise are sufficient to provide beneficial effects in subjects with Type 2 diabetes mellitus and metabolic syndrome. *J Endocrinol Invest.* 2010;33(7):489-95.

26. Motamedy P, Nikroo H, Hejazi K. The Effects of Eight-Weeks Aerobic Training on Serum Leptin Levels, Anthropometric Indices and VO<sub>2</sub>max in Sedentary Obese Men. *J Ergon.* 2017;5(1):36-42.

27. Montazeri Taleghani H, Soori R, Rezaeian N. Changes of plasma leptin and adiponectin levels in response to combined endurance and resistance training in sedentary postmenopausal women. *Koomesh* 2012; 13:269-277.

28. Sweileb N, Hunter G, Schnitzler A, Birmingham, AL. The Effects of Ramadan Fasting on Maximum Oxygen Uptake and Maximum Performance - *JIMA:* 1990; 22:148-154

29. Helge JW, Fraser AM, Kriketos AD, Jenkins AB, Calvert GD, Ayre KJ, et al. Interrelationships between muscle fibre type, substrate oxidation and body fat. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 1999;23(9):986-91

30. Rauch HG, Hawley JA, Woodey M, Noakes TD, Dennis SC. Effects of ingesting a sports bar versus glucose polymer on substrate utilisation and ultra-endurance performance. *Int J Sports Med.* 1999;20(4):252-7

31. Morton RH. Contrast water immersion hastens plasma lactate decrease after intense anaerobic exercise. *J Sci & Med in Sport.* 2007;10(6):467-70.

32. West DS, Gorin AA, Subak LL, Foster G, Bragg C, Hecht J, et al. A motivation-focused weight loss maintenance program is an effective alternative to a skill-based approach. *Int J Obes.* 2011; 35(2): 259- 69.

33. Skoumas J, Pitsavos C, Stefanadis C. Physical activity, high density lipoprotein cholesterol and then lipids levels in man and women from ATTICA study- lipid health Dis. *Jun-Iziz* 2003; 34(3):260-9.

34. Nicklas BJ, Hsu FC, Brinkley TJ, Church T, Goodpaster BH, Kritchevsky SB, et al. Exercise training and plasma C-reactive protein and interleukin-6 in elderly

people. *J Am Geriatr Soc.* 2008; 56(11): 2045-2052

35. Sarmadiyan M, Khorshidi D. Effect of combined training on body composition, lipids levels and indicators of metabolic syndrome in overweight and obese postmenopausal women. *joge.* 2016; 1 (2) :36-44

36. Maesta N, Nahas EA, Nahas N, Orsatti FL, Fernandes CE, Traiman P, et al. Effects of soy protein and resistance exercise on body composition and blood lipids in postmenopausal women. *Maturitas* 2007; 56(4): 350-8.

37. Janiszewski PM, Saunders TJ, Ross R. Life style treatment of the metabolic syndrome, *Am, J. Lifestyle Med.* 2008;2:99-108.