



Research Paper

Effect of Concurrent Training on Thyroid Stimulating Hormone Level, Lipid Profile, and Physical Function Indicators in Overweight and Obese Women



Fateme Shahri¹ , *Amir Hossein Haghighi¹ , Roya Askari¹ , Hadi Shahrabadi¹

1. Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran.



Citation Shahri F, Haghighi AH, Askari R, Shahrabadi H [Effect of Concurrent Training on Thyroid Stimulating Hormone Level, Lipid Profile, and Physical Function Indicators in Overweight and Obese Women (Persian)]. *Journal of Preventive Medicine*. 2024; 11(1):72-83. <https://doi.org/10.32598/JPM.11.1.739.1>

doi <https://doi.org/10.32598/JPM.11.1.739.1>

Article Info:

Received: 03 Mar 2024

Accepted: 25 Mar 2024

Available Online: 01 Apr 2024

ABSTRACT

Objective The concurrent endurance-resistance training is one of the methods to prevent the complications of obesity, including cardiovascular diseases and thyroid dysfunction. This study aims to investigate the effect concurrent endurance-resistance training on thyroid stimulating hormone (TSH) level, lipid profile, and physical function indicators in overweight and obese women.

Methods In this quasi-experimental study, 30 overweight and obese women (Mean age: 47±3.15 years, BMI: 31.31± 4.68 kg/m²) were randomly divided into two training (n=15) and control (n=15) groups. The concurrent training was performed for eight weeks, three sessions per week. The resistance training was performed with the help of the wall or elastic bands at 10-12 reps. The endurance training included running with an intensity of 60-75% HRmax and one-min intervals and skipping rope with intensity of 40-45 jumps per min and one-min intervals. The data were analyzed using repeated measures analysis of variance and Tukey's post hoc test.

Results Concurrent training significantly increased endurance, upper and lower body muscle strength, and high-density lipoprotein level, and reduced BMI (P≤0.05), while body weight, body fat percentage, waist to hip ratio, total cholesterol, triglyceride, low-density lipoprotein, and TSH did not show any significant changes (P>0.05).

Conclusion Concurrent endurance-resistance training can be effective in improving HDL level and some physical function indicators in obese and overweight women. However, more research is needed in this field.

Key words:

Concurrent training,
Physical function,
Thyroid stimulating
hormone (TSH),
Obesity, Lipid profile

* Corresponding Author:

Amir Hossein Haghighi, Professor.

Address: Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran.

Tel: +98 (915) 1702885

E-mail: ah.haghighi@hsu.ac.ir



Copyright © 2024 The Author(s);

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

Extended Abstract

Introduction

Obesity as a chronic disease is caused by abnormal or excessive accumulation of fat, which can harm health. Since obesity is associated with an increased risk of atherosclerosis, diabetes, metabolic syndrome, non-alcoholic fatty liver disease, cancer, heart disease and reduced life expectancy, new strategies to minimize the negative effect of obesity on the quality of life (QoL) and health care systems should be developed. Obesity, especially central obesity, is also related to many endocrine disorders such as thyroid dysfunction. Recent studies have shown that BMI higher than normal level is associated with increased risk of thyroid cancer. A higher serum level of TSH can cause thyroid malignancies in obese people. Obese people have higher LDL, total cholesterol and triglyceride level. Fat accumulation in arteries cause the blockage of arteries and, thus, the narrowing of the walls of arteries, resulting in high blood pressure. In addition, the accumulation of fat inside non-fat cells causes cell dysfunction or death.

Endurance training and resistance training in obese people can have beneficial effects on cardiovascular risk factors, but it seems that concurrent endurance and resistance training is more effective. It has been recommended that patients perform 3-5 sessions of endurance training and 2 sessions of resistance training per week, which can be time-consuming. As a result, by performing concurrent training for 3 sessions a week, they can benefit from the endurance and resistance exercises by spending the least amount of time. Since the prevalence of obesity in women is higher than in men and this issue can cause the society to face many problems, finding a suitable solution to reduce obesity, which itself is the cause of many diseases, is of great importance. This study aims to investigate the effect of concurrent endurance-resistance training on TSH, lipid profile, and physical function indicators in overweight and obese women.

Methods

This is a quasi-experimental study. The study population consists of overweight and obese women referred to the health centers in Neyshabur, Iran. After obtaining informed consent from participants, recording their demographic information, blood sampling, and physical function tests in the pre-test phase, the participants were divided into two training (n=15) and control

(n=15) groups randomly by lottery method. Then, the participants in the training group performed concurrent endurance-resistance training for 8 weeks, while the control group did not perform any exercises during this period. Each training session lasted approximately 60-90 minutes. First, the participants performed warm-up movements for 10 minutes. Then, they performed resistance exercises followed by endurance exercises. After finishing the main exercises, they performed movements to cool down for 10 minutes. Resistance exercises included movements with elastic bands or with the help of wall. Endurance exercises included running and jumping rope. The intensity of running was controlled through calculating the wrist pulse rate by subtracting the age from 220, and intensity of jumping rope was controlled by counting the number of jumps per minute. After the end of the intervention, the post-test assessments were conducted. Statistical analysis was in SPSS software, version 23 and the significance level was set at 0.05.

Results

The results of repeated measures analysis of variance showed that concurrent training caused a significant reduction in BMI ($P=0.03$, partial eta squared [η^2]=0.66). However, there was no significant change in body weight, WHR, and body fat percentage ($P=0.21$). The changes in daily calorie consumption were not significantly different between the two groups ($P=0.13$). Moreover, concurrent training significantly improved endurance, upper and lower body muscle strength, and HDL ($P<0.001$, $\eta^2=0.32-0.75$). No significant changes were observed in the levels of TSH, LDL, triglycerides, and total cholesterol ($P=0.70-0.90$).

Conclusion

Regarding the effect of 8 weeks of concurrent endurance-resistance training in overweight and obese women on the variables related to body composition, a significant reduction was observed in the BMI, but no significant difference was observed in body weight, body fat percentage, and WHR between the two groups. A significant increase in the physical function variables was also observed. Moreover, there was a significant increase in HDL level, but the changes in LDL, triglyceride and total cholesterol were not significant. After 8 weeks of concurrent training, no significant difference was observed in the TSH level between the two groups. According to the results, trainers and healthcare providers for women in Iran can use concurrent endurance-resistance training to improve physical function indica-



tors and some cardiovascular risk factors in obese and overweight women. More research is needed to find a suitable exercise program with sufficient intensity and duration to affect other cardiovascular risk factors and TSH level of obese and overweight women.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This study was approved by the Ethical Committee of [Hakim Sabzevari University](#), Sabzevar, Iran (Code: IR.HSU.REC.1397.012).

Funding

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

Authors' contributions

Methodology: Amir Hossein Haghighi, and Roya Askari; Investigation: Amir Hossein Haghighi, and Fateme Shahri; Statistical analysis: Fateme Shahri and Hadi Shahrabadi; Writing the original draft: Fateme Shahri; Review and editing: Amir Hossein Haghighi, and Hadi Shahrabadi; Supervision: Amir Hossein Haghighi.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.



مقاله پژوهشی

تأثیر تمرین همزمان بر سطح هورمون تحریک‌کننده تیروئید، نیمرخ لیپیدی و شاخص‌های عملکرد جسمانی در زنان دارای اضافه وزن و چاق

فاطمه شهری^۱، *امیرحسین حقیقی^۱، رویا عسکری^۱، هادی شهرآبادی^۱

۱. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.



Citation Shahri F, Haghighi AH, Askari R, Shahrabadi H [Effect of Concurrent Training on Thyroid Stimulating Hormone Level, Lipid Profile, and Physical Function Indicators in Overweight and Obese Women (Persian)]. *Journal of Preventive Medicine*. 2024; 11(1):72-83. <https://doi.org/10.32598/JPM.11.1.739.1>

doi <https://doi.org/10.32598/JPM.11.1.739.1>

چکیده

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۳ اسفند ۱۴۰۲
تاریخ پذیرش: ۰۶ فروردین ۱۴۰۳
تاریخ انتشار: ۱۳ فروردین ۱۴۰۳

هدف: تمرین همزمان (استقامتی-مقاومتی) یکی از روش‌های جلوگیری از شیوع بیماری‌های مرتبط با چاقی از جمله بیماری قلبی-عروقی و اختلال عملکرد تیروئید است. هدف از این تحقیق بررسی تأثیر تمرین همزمان بر هورمون تحریک‌کننده تیروئید، نیمرخ لیپیدی و شاخص‌های عملکرد جسمانی در زنان دارای اضافه وزن و چاق بود.

روش‌ها: در این مطالعه نیمه‌تجربی ۳۰ زن دارای اضافه وزن و چاق با میانگین و انحراف استاندارد سن $47/00 \pm 3/15$ سال و نمایه توده بدنی $31/31 \pm 4/68$ کیلوگرم بر متر مربع جهت اجرای تحقیق به‌طور تصادفی در ۲ گروه آزمایش (۱۵ نفر) و کنترل (۱۵ نفر) تقسیم شدند. تمرین همزمان برای ۸ هفته و ۳ جلسه در هفته اجرا شد. تمرین مقاومتی به کمک دیوار یا باندهای کشی با ۱۰ تا ۱۲ تکرار اجرا شد. تمرین استقامتی شامل دویدن با تناوب‌های ۱ دقیقه‌ای و با شدت ۶۰ تا ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب و طناب‌زنی با تناوب‌های ۱ دقیقه‌ای و با شدت ۴۰ تا ۴۵ پرش در دقیقه بود. داده‌های تحقیق با استفاده از روش آماری آنالیز واریانس با اندازه‌های مکرر و آزمون تعقیبی توکی تجزیه و تحلیل شد.

یافته‌ها: تمرین همزمان به‌طور معنی‌داری استقامت هوازی، قدرت عضلانی بالاتنه و پایین‌تنه و سطح لیپوپروتئین با چگالی بالا را افزایش و نمایه توده بدنی را کاهش می‌دهد ($P \leq 0/05$)، درحالی‌که در وزن بدن، درصد چربی بدن، نسبت دور کمر به باسن، کلسترول تام، تری‌گلیسرید، لیپوپروتئین با چگالی کم و هورمون تحریک‌کننده تیروئید تغییر معنی‌داری مشاهده نشد ($P > 0/05$).

نتیجه‌گیری: تمرین همزمان می‌تواند در بهبود سطوح لیپوپروتئین با چگالی بالا و برخی از شاخص‌های عملکرد جسمانی در زنان دارای اضافه وزن و چاق مؤثر باشد. به‌هرحال، تحقیق بیشتری جهت روشن شدن این مسئله نیاز است.

کلیدواژه‌ها:

تمرین همزمان، عملکرد جسمانی، هورمون تحریک‌کننده تیروئید، چاقی، نیمرخ لیپیدی

* نویسنده مسئول:

دکتر امیرحسین حقیقی

نشانی: سبزوار، دانشگاه حکیم سبزواری، دانشکده علوم ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی.

تلفن: ۰۲۸۸۵ ۱۷۰ (۹۱۵) ۹۸+

پست الکترونیکی: ah.haghighi@hsu.ac.ir



Copyright © 2024 The Author(s).

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

مقدمه

تمرین‌های استقامتی و مقاومتی در افراد چاق می‌توانند اثرات مفیدی بر شاخص‌های خطر ساز قلبی-عروقی داشته باشند، اما به نظر می‌رسد اجرای تمرینات هم‌زمان (استقامتی-مقاومتی) نسبت به این‌گونه از تمرینات اثربخشی بالاتری داشته باشد [۱۲]. توصیه شده است که بیماران در هفته ۳ تا ۵ جلسه تمرین استقامتی و ۲ جلسه تمرین مقاومتی انجام دهند [۱۳] که این می‌تواند وقت‌گیر باشد، در نتیجه آن‌ها با به‌کارگیری تمرینات هم‌زمان برای ۳ جلسه در هفته می‌توانند با صرف کمترین زمان از فواید تمرینات استقامتی و مقاومتی بهره ببرند [۱۲]. از آنجاکه شیوع چاقی در زنان بیشتر از مردان است [۱۴] و این مسئله می‌تواند جامعه را با مشکلات متعددی مواجه کند، بنابراین یافتن راهکار مناسب برای کاهش چاقی که خود عامل بسیاری از بیماری‌هاست از اهمیت بسزایی برخوردار است. بنابراین هدف این مطالعه بررسی اثر تمرین هم‌زمان (استقامتی-مقاومتی) بر هورمون‌های تحریک‌کننده تیروئید، نیم‌رخ لیپیدی و شاخص‌های عملکرد جسمانی در زنان دارای اضافه‌وزن و چاق است.

مواد و روش‌ها

شرکت‌کنندگان

در تحقیق حاضر ۳۰ زن دارای اضافه‌وزن و چاق غیرورزشکار از شهر نیشابور براساس معیارهای ورود به مطالعه همچون شاخص توده بدنی بین ۲۵ تا ۴۰ کیلوگرم بر متر مربع، داشتن سلامت عمومی و قلبی-عروقی، توانایی حضور در جلسات تمرینی، عدم مصرف دارو، عدم ابتلا به بیماری‌های خاص و عدم شرکت در برنامه‌های ورزشی منظم شرکت کردند. همچنین معیارهای خروج از مطالعه شامل آسیب‌دیدگی و غیبت بیش از ۳ جلسه در تمرین بود. هیچ‌یک از شرکت‌کنندگان در طی دوره تمرین از مطالعه خارج نشدند و در مرحله پس‌آزمون، اطلاعات ۳۰ شرکت‌کننده، مانند پیش‌آزمون مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. حجم نمونه تحقیق حاضر براساس مطالعه بوآمرآ و همکاران (۲۰۲۲) با اندازه اثر ۰/۴۷ [۱۲]، توان آماری ۰/۸۰ و سطح معنی‌داری ۰/۰۵، ۳۰ نفر تخمین زده شد.

طراحی تمرین و اندازه‌گیری‌ها

تحقیق حاضر کاربردی و از نوع نیمه‌تجربی با ۲ گروه آزمایش و کنترل بود. جمعیت مورد مطالعه زنان دارای اضافه‌وزن و چاق بودند که به مراکز بهداشتی-درمانی شهر نیشابور مراجعه کرده بودند. در این تحقیق پس از فراخوان و انتخاب نمونه‌های تحقیق به روش هدفمند، شرکت‌کنندگانی که معیارهای ورود به مطالعه را داشتند در یک جلسه نسبت به اهداف و روش کار تحقیق حاضر آگاه شدند. در صورت تمایل شرکت‌کنندگان برای شرکت در مطالعه، از آن‌ها رضایت‌نامه کتبی اخذ شد. معیارهای ورود به مطالعه از طریق تشخیص پزشک متخصص داخلی و پر کردن پرسش‌نامه اطلاعات

چاقی به‌عنوان یک بیماری مزمن در اثر تجمع غیرطبیعی یا بیش از حد چربی ایجاد می‌شود که می‌تواند به سلامتی آسیب برساند [۱]. از آن جهت که چاقی با افزایش خطر بیماری‌های آترواسکلروزیس، دیابت، سندرم متابولیک، بیماری کبد چرب غیرالکلی، سرطان، بیماری قلبی و کاهش امید به زندگی همراه است، استراتژی‌های جدید برای به حداقل رساندن تأثیر چاقی بر بهبود کیفیت زندگی و سیستم‌های مراقبت بهداشتی باید گسترش یابد [۲]. علاوه‌براین، چاقی به‌ویژه چاقی مرکزی با بسیاری از اختلالات غدد درون‌ریز همچون اختلال عملکرد تیروئید ارتباط دارد [۳]. ترشح هورمون‌های تیروئید عمدتاً توسط هورمون تحریک‌کننده تیروئید^۱ تحریک می‌شود به‌طوری‌که این هورمون ترشح تیروکسین^۲ و تری‌یدوتیرونین^۳ را افزایش می‌دهد که نقش مهمی در تنظیم متابولیسم گلوکز و چربی و اکسیداسیون اسیدهای چرب دارند [۴]. مطالعات اخیر نشان می‌دهد که نمایه توده بدنی بالاتر از حد طبیعی با افزایش خطر سرطان تیروئید ارتباط دارد [۵]. علاوه‌براین، سطح سرمی بالاتر هورمون تحریک‌کننده تیروئید می‌تواند باعث ایجاد بدخیمی‌های تیروئید در افراد چاق شود [۵]. همچنین افراد چاق دارای چربی‌های مضر مثل لیپوپروتئین با چگالی کم، کلسترول تام و تری‌گلیسیرید، بیش‌ازحد طبیعی هستند [۶]. رسوب چربی در رگ‌ها موجب انسداد شرایین و به تبع آن تنگ شدن دیواره رگ‌ها و در نتیجه پرفشار خونی می‌شود [۷]. علاوه‌براین، تجمع چربی در داخل سلول‌های غیرچربی باعث اختلال در عملکرد سلول یا مرگ می‌شود [۸].

ورزش و فعالیت‌های بدنی منظم نقش مهمی در افزایش میزان متابولیسم و برنامه‌های کاهش وزن دارند [۲]. شواهد بسیار زیادی نشان می‌دهد که تمرینات هوازی و مقاومتی بخش بسیار مهمی از توصیه‌های ورزشی به‌منظور کاهش چربی بدن هستند [۹]. اسد (۱۳۹۱) تأثیر ۸ هفته تمرین هوازی، مقاومتی و هم‌زمان را بر میزان کلسترول، لیپوپروتئین با چگالی کم، لیپوپروتئین با چگالی بالا و آمادگی قلبی-تنفسی در مردان چاق بررسی کرد. نتایج نشان داد فعالیت ورزشی منظم باعث کاهش معنی‌دار کلسترول و لیپوپروتئین با چگالی کم و عدم تغییر لیپوپروتئین با چگالی بالا می‌شود [۱۰]. درمورد شاخص هورمون تحریک‌کننده تیروئید نتایج متفاوتی گزارش شد، به‌طوری‌که برخی از پژوهشگران اذعان کردند تمرینات ورزشی باعث کاهش هورمون تحریک‌کننده تیروئید بیماران می‌شود [۱۱] و برخی دیگر اذعان کردند این تمرینات بر هورمون تحریک‌کننده تیروئید بدون اثر است [۳].

1. Thyroid Stimulating Hormone (TSH)
2. Thyroxine (T4)
3. Triiodothyronine (T3)

شاخص‌های تن‌سنجی، ترکیب بدنی و عملکرد جسمانی

شاخص‌های ترکیب بدنی، شاخص توده بدنی و نسبت دور کمر به باسن: در تحقیق حاضر درصد چربی بدن با استفاده از سنجش چربی زیرپوستی محاسبه شد. درصد چربی بدن با اندازه‌گیری ضخامت چین پوستی در نواحی سه سربازویی، فوق‌خاصره و ران با استفاده از کالیپر یاگامی ساخت ژاپن و معادله ۳ نقطه‌ای جکسون و پولاک (۱۹۸۵) محاسبه شد [۱۶]. شاخص توده بدن از تقسیم وزن بر مجذور قد و نسبت دور کمر به باسن از نسبت دور کمر به دور باسن شرکت‌کنندگان سنجیده شد [۱۷].

استقامت هوازی: در این تحقیق برای برآورد استقامت هوازی از آزمون ۶ دقیقه پیاده‌روی استفاده شد. برای این منظور شرکت‌کنندگان مسافت ۵۰ یارد (۴۵/۵۰ متر) را در یک محیط مستطیل شکل به ابعاد ۴/۵۷×۱۸/۲۸ متر در مدت‌زمان ۶ دقیقه پیاده‌روی کردند و مسافت پیموده‌شده در مدت‌زمان ۶ دقیقه به‌عنوان رکورد در نظر گرفته شد [۱۸].

قدرت عضلات بالاتنه: از آزمون خم کردن آرنج جهت ارزیابی عملکرد قدرت اندام فوقانی استفاده شد. برای این منظور شرکت‌کنندگان با استفاده از وزنه ۲/۲۷ کیلوگرمی حرکت خم کردن آرنج را به مدت ۳۰ ثانیه بر روی یک صندلی انجام دادند. حداکثر تعداد حرکت انجام‌شده در این مدت به‌عنوان رکورد در نظر گرفته شد [۱۸].

قدرت عضلات پایین‌تنه: از آزمون برخاستن از صندلی جهت ارزیابی عملکرد قدرت اندام تحتانی استفاده شد. برای این منظور شرکت‌کنندگان با پشت صاف و درحالی‌که دست‌ها به حالت ضربدری روی سینه بود بر روی صندلی قرار گرفتند. با علامت «رو» شخص به‌طور کامل می‌ایستاد و سپس به حالت اول برمی‌گشت، حداکثر تعداد ایستادن در ۳۰ ثانیه، رکورد فرد محسوب می‌شد. ارتفاع صندلی برای اجرای این آزمون ۴۳ سانتی‌متر بود [۱۸].

پروتکل تمرین

گروه آزمایش تمرینات استقامتی‌مقاومتی را ۸ هفته و ۳ جلسه در هفته انجام دادند (جدول شماره ۱). زمان هر جلسه تقریباً ۶۰ تا ۹۰ دقیقه طول کشید. برنامه تمرین به‌صورت کاملاً نظارت‌شده و زیر نظر مربیان مجرب صورت گرفت. شرکت‌کنندگان گروه آزمایش در یک سالن ورزشی و به‌صورت هم‌زمان تمرین کردند. ابتدا شرکت‌کنندگان برنامه گرم کردن (شامل دویدن آهسته و حرکات کششی) را به مدت ۱۰ دقیقه انجام دادند. سپس تمرینات مقاومتی و درنهایت تمرینات استقامتی را انجام دادند. فاصله استراحت بین ۲ تمرین (استقامتی‌مقاومتی) ۵ دقیقه در نظر گرفته شد. پس از اتمام تمرینات اصلی، برنامه سرد کردن به مدت ۱۰ دقیقه انجام شد. تمرینات مقاومتی شامل حرکات با

جمعیت‌شناختی و فعالیت جسمانی توسط شرکت‌کنندگان مشخص شد. بعد از جمع‌آوری اطلاعات جمعیت‌شناختی و نمونه‌گیری خون و تست‌های عملکرد جسمانی توسط ۲ آزمونگر باتجربه در مرحله پیش‌آزمون، شرکت‌کنندگان به‌صورت تصادفی ساده (قرعه‌کشی) به ۲ گروه تمرین هم‌زمان (۱۵ نفر) و کنترل (۱۵ نفر) تقسیم شدند. سپس شرکت‌کنندگان گروه آزمایش ۸ هفته در تمرینات هم‌زمان شرکت کردند. گروه کنترل در این دوره هیچ مداخله ورزشی دریافت نکردند. بعد از پایان دوره مداخله از تمامی شرکت‌کنندگان پس‌آزمون، همانند شرایط پیش‌آزمون، گرفته شد. تمام تجهیزات به کار گرفته شده در این تحقیق ایمن و مناسب شرکت‌کنندگان بود و شرکت‌کنندگان قبل از اجرای تست‌های عملکرد جسمانی با نحوه انجام آن‌ها آشنا شدند.

نمونه‌گیری خون

نیم‌رخ لیپیدی (لیپوپروتئین با چگالی کم، لیپوپروتئین با چگالی بالا، کلسترول تام و تری‌گلیسرید) و هورمون تحریک‌کننده تیروئید به روش خون‌گیری و با استفاده از کیت‌های مخصوص آزمایشگاهی اندازه‌گیری شدند. مقادیر لیپوپروتئین با چگالی بالا، لیپوپروتئین با چگالی کم و تری‌گلیسرید پلاسمایی با استفاده از کیت‌های شرکت پارس‌آزمون و با روش فتومتریک اندازه‌گیری شدند. حساسیت این کیت‌ها ۱ میلی‌گرم در دسی‌لیتر بود. مقدار کمی کلسترول در سرم با استفاده از کیت‌های شرکت پارس‌آزمون و با روش آنزیماتیک اندازه‌گیری شد. حساسیت آن ۱ میلی‌گرم در دسی‌لیتر بود. مقدار هورمون تحریک‌کننده تیروئید با استفاده از کیت Biomeriux و با روش الفاً^۴ اندازه‌گیری شد. حساسیت این کیت ۰/۰۵ میکرو واحد بر میلی‌لیتر بود. به‌منظور کاهش برخی عوامل مداخله‌گر و مخدوش‌کننده مؤثر در نتایج پژوهش و به‌منظور کاهش آثار نوع غذا بر شاخص‌های هورمونی از شرکت‌کنندگان درخواست شد به‌مدت ۸ تا ۱۰ ساعت قبل از انجام خون‌گیری در حالت ناشتا باشند. خون‌گیری در طی ۲ مرحله یعنی ۴۸ ساعت پیش از تمرین و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین انجام شد. برای اندازه‌گیری این شاخص‌ها مقدار ۵ میلی‌لیتر خون از سیاهرگ بازویی شرکت‌کنندگان در وضعیت نشسته جمع‌آوری شد. نمونه‌های خون پس از سانتریفیوژ و جدا کردن سرم در دمای ۷۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

ارزیابی کالری دریافتی

به‌منظور ارزیابی کالری دریافتی در طول انجام مطالعه از شرکت‌کنندگان خواسته شد تا مواد غذایی مصرفی خود در طول شبانه‌روز را طی ۳ روز غیرمتوالی و در ۲ مرحله یعنی در ابتدا و انتهای دوره تمرین به‌طور کامل و با تمام جزئیات یادداشت کنند [۱۵] و سپس مقادیر به‌دست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار تغذیه‌ای N4 نسخه ۲.۵.۳ تجزیه و تحلیل شد.

4. Enzyme Linked Fluorescent Assay (ELFA)

جدول ۱. برنامه تمرین همزمان

تمرین استقامتی								هفته	
۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱		
۱۳	۱۳	۱۲	۱۲	۱۱	۱۱	۱۰	۱۰	ست‌ها	دویدن
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	زمان هر تناوب (دقیقه)	
۷۵-۷۰	۷۵-۷۰	۷۵-۷۰	۷۰-۶۵	۷۰-۶۵	۶۵-۶۰	۶۵-۶۰	۶۵-۶۰	شدت (درصد حداکثر ضربان قلب)	
۱۳	۱۳	۱۲	۱۲	۱۱	۱۱	۱۰	۱۰	ست‌ها	طناب‌زنی
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	زمان هر تناوب (دقیقه)	
۴۵-۴۰	۴۵-۴۰	۴۵-۴۰	۴۵-۴۰	۴۵-۴۰	۴۵-۴۰	۴۵-۴۰	۴۵-۴۰	شدت (پرش در دقیقه)	
تمرین مقاومتی								هفته	
۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱		
۳	۳	۳	۲	۲	۲	۱	۱	ست‌ها	پرس سینه، اسکوات، سرشانه، شنا و پشت پا
۱۲-۱۰	۱۲-۱۰	۱۲-۱۰	۱۲-۱۰	۱۲-۱۰	۱۲-۱۰	۱۲-۱۰	۱۲-۱۰	تکرارها	

دوره استراحت بین ست‌ها و حرکات ۶۰ تا ۹۰ ثانیه در نظر گرفته شد.

به ترتیب به عنوان اندازه اثر پایین، متوسط و بالا در نظر گرفته شد [۲۰]. تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ انجام شد و سطح معنی‌داری نیز $P \leq 0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

میانگین و انحراف استاندارد اطلاعات جمعیت‌شناختی شرکت‌کنندگان گروه تمرین همزمان و کنترل در جدول شماره ۲ آورده شد.

آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌های مکرر نشان داد تمرین همزمان باعث بهبود معنی‌داری در شاخص توده بدنی می‌شود ($P=0.03$ ، $\eta^2=0.66$). از سوی دیگر، تغییر معنی‌داری در شاخص‌های وزن بدن، نسبت دور کمر به باسن و درصد چربی بدن مشاهده نشد ($P=0.21$ ، 0.45 ، $\eta^2=0.02$ ، 0.07) (جدول ۲).

باند‌های کشی و یا به کمک دیوار بود. ۳ جلسه آشنایی با نحوه صحیح انجام حرکات برگزار شد. تمرینات هوازی شامل دویدن و طناب‌زنی بود. شدت تمرین در دویدن و طناب‌زنی به ترتیب از طریق نبض مستی با استفاده از فرمول سن-۲۲۰ و تعداد پرش در دقیقه کنترل شد [۱۹].

روشن آماری

داده‌های توصیفی براساس شاخص‌های میانگین و انحراف استاندارد گزارش شد. برای تشخیص نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو ویلک استفاده شد. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش آماری آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر استفاده شد. در مواردی که اثر تعاملی زمان و گروه معنی‌دار بود جهت مقایسه‌های چندگانه از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. میزان اندازه اثر براساس η^2 گزارش شد، به طوری که مقدار ۰/۱۰، ۰/۲۵ و ۰/۴۰

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد اطلاعات جمعیت‌شناختی زنان دارای اضافه‌وزن و چاق

گروه‌ها	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)
تمرین همزمان	۴۶/۸۷±۳/۴۲	۱۵۸/۰۴±۴/۴۰	۷۵/۱۰±۶/۳۳	۲۹/۴۸±۲/۷۲
کنترل	۴۷/۱۳±۲/۹۷	۱۵۵/۰۵±۴/۱۰	۸۰/۵۳±۱۶/۹۷	۳۳/۱۴±۵/۵۴

جدول ۳. تأثیر تمرین همزمان بر شاخص‌های تن‌سنجی و ترکیب بدنی در زنان دارای اضافه‌وزن و چاق

متغیرها	گروه‌ها	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	نتایج آماری		
				درصد تغییرات	F	P
وزن بدن (کیلوگرم)	تمرین همزمان	۷۵/۱۰±۶/۳۳	۷۳/۳۶±۶/۲۷	-۲/۳۱	۱/۶۵	۰/۲۱
	کنترل	۸۰/۵۳±۱۶/۹۷	۸۱/۲۰±۱۷/۳۱	۱/۲۴		
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	تمرین همزمان	۲۹/۴۸±۲/۷۲	۲۸/۷۸±۲/۵۹	-۲/۳۷	۵/۳۹	۰/۰۳*
	کنترل	۳۳/۱۴±۵/۵۴	۳۳/۴۵±۵/۷۹	۰/۹۳		
نسبت دور کمر به باسن (متر)	تمرین همزمان	۰/۸۹±۰/۰۴	۰/۸۷±۰/۰۴	-۲/۲۴	۱/۵۵	۰/۲۲
	کنترل	۰/۹۲±۰/۰۸	۰/۹۲±۰/۰۸	۰/۰۰		
چربی بدن (درصد)	تمرین همزمان	۳۳/۲۰±۱/۱۴	۳۲/۹۱±۱/۱۳	-۰/۸۷	۰/۵۷	۰/۴۵
	کنترل	۳۳/۲۸±۱/۲۸	۳۳/۵۷±۱/۷۳	۰/۵۶		

 * معنی‌داری در سطح $P \leq 0.05$
جدول ۴. تأثیر تمرین همزمان بر عملکرد جسمانی، هورمون تحریک‌کننده تیروئید و نیم‌رخ لیپیدی در زنان دارای اضافه‌وزن و چاق

متغیرها	گروه‌ها	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	نتایج آماری		
				درصد تغییرات	F	P
استقامت هوازی (متر)	تمرین همزمان	۸۴۸/۶۲±۸۱/۵۴	۱۱۷۵/۴۳±۱۵۸/۶۳	۳۸/۵۱	۳۵/۴۵	$\leq 0.001^{\ddagger}$
	کنترل	۷۰۶/۶۷±۹۵/۶۴	۶۵۵/۲۳±۱۰۷/۱۹	-۷/۲۷		
قدرت بالاتنه (تکرار)	تمرین همزمان	۲۸/۳۰±۵/۹۳	۳۹/۶۹±۶/۹۰	۴۰/۲۴	۱۷/۱۴	$\leq 0.001^{\ddagger}$
	کنترل	۲۴/۸۸±۵/۱۰	۲۳/۲۳±۵/۱۹	-۶/۲۲		
قدرت پایین‌تنه (تکرار)	تمرین همزمان	۲۲/۲۳±۴/۲۸	۳۴/۵۳±۴/۱۵	۵۵/۳۳	۳۹/۶۵	$\leq 0.001^{\ddagger}$
	کنترل	۱۷/۸۸±۵/۵۱	۱۶/۷۷±۴/۸۴	-۶/۲۰		
مصرف کالری روزانه (کیلوکالری)	تمرین همزمان	۱۶۰۵/۱۵±۲۸۳/۰۳	۱۴۳۲/۰۷±۲۱۸/۰۷	-۱۰/۷۸	۳/۲۱	۰/۱۳
	کنترل	۱۲۳۴/۸۵±۳۷۹/۸۳	۱۴۴۴/۷۹±۱۰۲۳/۳۳	۱۷/۹۶		
هورمون تحریک‌کننده تیروئید (میکرو واحد بر میلی‌لیتر)	تمرین همزمان	۳/۵۶±۲/۶۵	۳/۲۶±۱/۰۸	-۸/۴۳	۲/۹۱	۰/۸۰
	کنترل	۳/۵۴±۲/۱۰	۳/۶۰±۲/۱۲	۱/۶۹		
لیپوپروتئین با چگالی بالا (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	تمرین همزمان	۵۱/۸۴±۷/۹۶	۶۱/۸۴±۱۲/۰۴	۱۹/۲۹	۹/۴۵	$\leq 0.001^{\ddagger}$
	کنترل	۴۵/۱۱±۱۱/۰۶	۴۲/۵۵±۱۰/۵۴	-۵/۶۷		
لیپوپروتئین با چگالی کم (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	تمرین همزمان	۹۸/۱۵±۳۲/۱۳	۸۵/۴۶±۳۰/۸۰	-۱۲/۹۲	۰/۱۲	۰/۷۳
	کنترل	۹۳/۶۶±۲۱/۲۸	۹۸/۳۳±۲۰/۲۲	۴/۹۸		
تری‌گلیسرید سرم (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	تمرین همزمان	۱۲۴/۲۸±۶/۶۷	۹۶/۳۰±۲۹/۲۵	-۲۲/۵۷	۰/۰۱	۰/۹۰
	کنترل	۱۱۱/۴۴±۳۰/۹۱	۱۱۳/۰۰±۲۸/۳۲	۱/۳۹		
کلسترول تام سرم (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	تمرین همزمان	۱۸۴/۲۳±۴۷/۲۳	۱۶۰/۳۸±۴۸/۹۱	-۱۲/۹۴	۱/۳۸	۰/۷۰
	کنترل	۱۶۶/۰۰±۳۸/۴۳	۱۷۲/۸۸±۳۷/۳۲	۴/۱۴		

 † معنی‌داری در سطح $P \leq 0.01$ ، ‡ معنی‌داری در سطح $P \leq 0.001$

شماره ۳.

تمرین همزمان به مدت ۵ هفته، ۲ جلسه در هفته و ۴۵ دقیقه در هر جلسه باعث کاهش معنی‌داری در اندازه دور کمر می‌شود [۹] و این تحقیق گویای این مطلب است که انجام تمرینات همزمان در مدت کوتاه و حجم پایین نیز بر بهبود شاخص‌های تن‌سنجی افراد دارای اضافه‌وزن مؤثر است. همچنین شعبانی و همکاران (۲۰۱۸) با مطالعه ۱۲ هفته تمرین همزمان، ۳ جلسه در هفته به مدت ۳۰ دقیقه تمرین مقاومتی با شدت ۵۰ تا ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه و تمرین هوازی با شدت ۵۰ تا ۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه در زنان دارای اضافه‌وزن و چاق به این نتیجه دست یافتند که شاخص توده بدنی، وزن بدن و درصد چربی بدن در اثر این تمرینات دچار کاهش معنی‌داری شده است [۱۵]. یکی از علت‌های عدم تغییر وزن و درصد چربی بدن در تحقیق حاضر اجرای تمرین همزمان با شدت متوسط است، زیرا شدت تمرین نقش بسیار مهمی در کاهش وزن و درصد چربی بدن دارد، به طوری که بوآمر و همکاران (۲۰۲۲) بیان کردند تمرینات تناوبی با شدت بالا از طریق افزایش بیشتر غلظت کاتکولامین‌ها باعث افزایش بیشتر لیپولیز در بافت‌های چربی، سوخت‌وساز و مصرف چربی نسبت به تمرینات با شدت متوسط می‌شود [۱۲]. کاهش شاخص توده بدنی در اثر تمرینات همزمان ممکن است به دلیل افزایش اکسیداسیون چربی باشد [۱۵].

سطح پایین آمادگی قلبی‌تنفسی و عضلانی در ارتباط با شاخص توده بدنی بالاست. افزایش وزن و شاخص توده بدنی ممکن است نشان‌دهنده یک رژیم غذایی ناسالم و کم‌تحرکی باشد [۹]. درآمد کم، مراقبت از سایر اعضای خانواده در منزل و مسائل فرهنگی ممکن است مشارکت زنان را در انواع خاصی از فعالیت‌های جسمی محدود کند و باعث ایجاد کم‌تحرکی در آنان شود که با افزایش سن این وضعیت نیز وخیم‌تر می‌شود [۲۱].

در تحقیق حاضر پس از ۸ هفته تمرین همزمان افزایش معنی‌داری در سطح عملکرد جسمانی زنان مبتلا به اضافه‌وزن و چاق مشاهده شد. بوآمر و همکاران (۲۰۲۲) نشان دادند ۸ هفته تمرین همزمان مقاومتی و تناوبی با شدت بالا باعث بهبود معنی‌داری در استقامت هوازی (مسافت طی شده در ۶ دقیقه پیاده‌روی) و قدرت عضلات بازکننده پشت می‌شود [۱۲]. آمارو گته و همکاران (۲۰۲۱) اذعان کردند که انجام ۱۲ هفته تمرین همزمان با شدت متوسط باعث بهبود معنی‌داری در استقامت هوازی در مردان چاق نمی‌شود [۲۲]. یکی از علت‌های عدم تغییر استقامت هوازی در این مطالعه حجم نمونه پایین (۶ نفر برای هر گروه) بود، زیرا حجم نمونه پایین توان آماری را کاهش و خطای نوع دوم را افزایش می‌دهد [۲۳]. بهبود استقامت هوازی را می‌توان نتیجه سازگاری‌هایی، از جمله افزایش چگالی مویرگی و افزایش میزان تحویل اکسیژن به سلول‌های عضلانی، افزایش میتوکندری‌های سلول‌های عضلانی و افزایش آنزیم‌های میتوکندریایی مرتبط با سیستم هوازی سلول‌ها دانست [۱۰]. قدرت عضلانی ممکن است از طریق عوامل عصبی، کسب مهارت،

طبق جدول شماره ۴، تغییرات مصرف کالری روزانه در طی دوره مداخله در بین ۲ گروه تمرین همزمان و کنترل تفاوت معنی‌داری نداشت ($P=0/13$, $\rho\eta^2=0/01$). آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌های مکرر نشان داد تمرین همزمان باعث بهبود معنی‌داری در استقامت هوازی، قدرت عضلات بالاتنه و پایین‌تنه و سطح لیپوپروتئین با چگالی بالا می‌شود ($\rho\eta^2=0/33-0/75$, $P\leq 0$). از سوی دیگر، تغییر معنی‌داری در شاخص‌های هورمون تحریک‌کننده تیروئید، لیپوپروتئین با چگالی کم، تری‌گلیسرید و کلسترول تام سرم مشاهده نشد ($\rho\eta^2=0/001-0/03$, $P=0/70$).

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر تمرین همزمان (استقامتی مقاومتی) بر هورمون تحریک‌کننده تیروئید، نیمرخ لیپیدی و شاخص‌های عملکرد جسمانی مرتبط با سلامت در زنان دارای اضافه‌وزن و چاق بود. نتایج نشان داد که ۸ هفته تمرین همزمان باعث بهبود معنی‌داری در شاخص‌های توده بدنی (اندازه اثر بالا)، استقامت هوازی (اندازه اثر بالا)، قدرت عضلانی بالاتنه (اندازه اثر بالا) و پایین‌تنه (اندازه اثر بالا) و لیپوپروتئین با چگالی بالا (اندازه اثر متوسط) می‌شود. همچنین نتایج نشان داد در اثر این‌گونه تمرینات تغییر معنی‌داری در شاخص‌های وزن بدن (اندازه اثر پایین)، درصد چربی بدن (اندازه اثر پایین)، نسبت دور کمر به باسن (اندازه اثر پایین)، کلسترول تام (اندازه اثر پایین)، تری‌گلیسرید (اندازه اثر پایین)، لیپوپروتئین با چگالی کم (اندازه اثر پایین) و هورمون تحریک‌کننده تیروئید (اندازه اثر پایین) مشاهده نمی‌شود.

در بررسی اثر تمرینات همزمان از متغیرهای بررسی شده مرتبط با ترکیب بدن، بهبود معنی‌داری در شاخص توده بدنی مشاهده شد، ولی در شاخص‌های وزن بدن، درصد چربی بدن و نسبت دور کمر به باسن بین ۲ گروه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. مدیروس و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی تمرین همزمان (استقامتی مقاومتی) در طی ۳ جلسه در هفته با شدت متوسط بر زنان چاق به این نتیجه دست یافتند که در اثر این‌گونه تمرینات شاخص توده بدنی کاهش می‌یابد. همچنین این پژوهشگران گزارش کردند این‌گونه تمرینات باعث کاهش وزن بدن می‌شود، در حالی که بر کاهش درصد چربی بدن بدون اثر است [۲]. یکی از عواملی که ممکن است باعث بهبود بیشتر شاخص‌های تن‌سنجی و ترکیب بدن در زنان چاق شود، افزایش تعداد جلسات تمرین همزمان در هفته است، به طوری که مدیروس و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند انجام تمرین همزمان ۵ جلسه در هفته نسبت به ۳ جلسه در هفته باعث بهبود بیشتر شاخص‌های تن‌سنجی و ترکیب بدن می‌شود [۲]. نامبونلو و همکاران (۲۰۲۳) نشان دادند انجام

تغییرات مکانیکی و ریخت‌شناسی بهبود یابد. تغییرات اولیه در کسب قدرت ناشی از عوامل عصبی و کسب مهارت است و هایپر تروفی با تأخیر اتفاق می‌افتد [۲۴].

نتایج تحقیق حاضر نشان داد پس از ۸ هفته تمرین هم‌زمان افزایش معنی‌داری در سطح لیپوپروتئین با چگالی بالا رخ داده است، اما تغییرات لیپوپروتئین با چگالی کم، تری‌گلیسرید و کلسترول تام معنی‌دار نبود. اسد (۱۳۹۱) نشان داد ۸ هفته تمرین هم‌زمان باعث کاهش معنی‌دار کلسترول و لیپوپروتئین با چگالی کم و عدم تغییر معنی‌دار با وجود افزایش ناچیز سطح لیپوپروتئین با چگالی بالا در مردان چاق می‌شود [۱۰]. راتاچاک و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند انجام یک دوره طولانی‌مدت تمرین هم‌زمان یعنی ۳ ماه و ۳ جلسه در هفته با شدت متوسط باعث کاهش کلسترول تام و لیپوپروتئین با چگالی کم در زنان چاق می‌شود، در حالی که تغییر معنی‌داری در سطح لیپوپروتئین با چگالی بالا و تری‌گلیسرید مشاهده نشد [۲۵]. حجازی و همکاران (۲۰۲۱) گزارش کردند که ۸ هفته تمرین هم‌زمان با شدت متوسط می‌تواند باعث کاهش کلسترول تام، تری‌گلیسرید و لیپوپروتئین با چگالی کم و افزایش سطح لیپوپروتئین با چگالی بالا در زنان دارای اضافه‌وزن شود [۲۶]. نتایج مطالعه حاضر گویای این مطلب بود که انجام یک دوره ۸ هفته‌ای تمرین هم‌زمان نمی‌تواند تمام شاخص‌های نیم‌رخ لیپیدی را بهبود دهد. شاید به عقیده برخی پژوهشگران، تمرینات ورزشی زمانی می‌تواند مؤثر باشد که همراه با کاهش رژیم غذایی یا کاهش وزن باشد [۹]. همچنین باتاکان و همکاران (۲۰۱۷) در مقاله مروری خود بیان کردند که برای ایجاد تغییرات مطلوب در نیم‌رخ لیپیدی نیاز به بیش از ۱۲ هفته تمرینات تناوبی با شدت زیاد است [۲۷]. یکی از علت‌های احتمالی افزایش سطح لیپوپروتئین با چگالی بالا، افزایش فعالیت آنزیم لیپوپروتئین لیپاز^۵ است، به طوری که این آنزیم به‌طور مؤثر لیپوپروتئین با چگالی کم را به لیپوپروتئین با چگالی بالا تبدیل می‌کند [۶]. علاوه بر این افزایش فعالیت لسیتین کلسترول آسیل ترانسفراز^۶، لیپوپروتئین با چگالی کم را به ذرات لیپوپروتئین با چگالی بالا تبدیل می‌کند. یکی دیگر از دلایل احتمالی افزایش سطح لیپوپروتئین با چگالی بالا، کاهش فعالیت لیپاز کبدی به دنبال فعالیت‌های جسمانی است [۶].

افزایش سن باعث کاهش فعالیت سیستم هورمونی و غدد درون‌ریز می‌شود. کاهش این هورمون‌ها می‌تواند زمینه‌ساز بسیاری از تغییرات مرتبط با افزایش سن در ترکیب بدنی مانند افزایش توده چربی باشد [۲۸]. چاقی باعث کاهش گیرنده‌های هورمون تحریک‌کننده تیروئید بافت چربی می‌شود که در نتیجه آن غلظت هورمون تحریک‌کننده تیروئید سرم افزایش می‌یابد [۲]. از سوی دیگر کاهش وزن و بهبود ترکیب بدنی باعث کاهش

ترشح سایتوکاین‌ها و بهبود عملکرد بافت تیروئید و کاهش هورمون تحریک‌کننده تیروئید سرم می‌شود [۲۹]. پس از دوره تمرینی در این مطالعه تفاوت معنی‌داری در سطح هورمون تحریک‌کننده تیروئید زنان دارای اضافه‌وزن و چاق مشاهده نشد. ناسیمنتو و همکاران (۲۰۲۱) در مطالعه‌شان نشان دادند که ۱۶ هفته تمرین هم‌زمان با شدت سبک تا متوسط باعث افزایش هورمون تحریک‌کننده تیروئید سرم در زنان چاق می‌شود [۱]. که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی ندارد. محمدی صفت و همکاران (۲۰۱۹) اذعان کردند که در اثر ۸ هفته تمرین هم‌زمان با شدت متوسط تغییر معنی‌داری در هورمون تحریک‌کننده تیروئید سرم دختران چاق مشاهده نمی‌شود [۳]. شاید شدت تمرین یکی از عوامل درگیر در تغییر سطح این هورمون در سرم باشد به طوری که چلوغلو و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که سطح هورمون تحریک‌کننده تیروئید در شدت ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه افزایش می‌یابد [۳۰]. عدم تغییر معنی‌دار هورمون تحریک‌کننده تیروئید در مطالعه حاضر ممکن است به دلیل عدم تغییر وزن و درصد چربی بدن باشد.

هر تحقیقی دارای محدودیت‌هایی است. اگر چه تلاش شد در طی تمرین و اجرای آزمون‌ها محیطی آرام و بدون تنش همراه با تشویق برای شرکت‌کنندگان ایجاد کنیم، با وجود این یکی از مهم‌ترین محدودیت‌های تحقیق حاضر عدم کنترل دقیق سطح انگیزش و حالات روانی نمونه‌ها بود. همچنین عدم کنترل کامل فعالیت‌های جانبی روزانه افراد (به غیر از پروتکل تمرین) در یک محدوده معین یکی دیگر از محدودیت‌های تحقیق حاضر بود.

باتوجه به نتایج پژوهش حاضر، مربیان و مراکز بهداشتی‌درمانی می‌توانند از برنامه تمرینی این پژوهش برای بهبود شاخص‌های عملکرد جسمانی و برخی از عوامل خطرزای قلبی‌عروقی در زنان چاق و دارای اضافه‌وزن استفاده کنند. باین حال برای یافتن برنامه تمرینی مناسب با شدت و مدت کافی و اثرگذاری آن بر سایر شاخص‌های قلبی‌عروقی و سطوح هورمون تحریک‌کننده تیروئید به تحقیقات بیشتری نیاز است.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این مطالعه دارای تأییدیه اخلاقی به شماره IR.HSU. REC.1397.012 از دانشگاه حکیم سبزواری است.

حامی مالی

این مقاله از طرف هیچ‌گونه نهاد یا مؤسسه‌ای حمایت مالی نشده است.

5. Lipoprotein lipase (LPL)

6. Lecithin-cholesterol Acyltransferase (LCAT)

مشارکت نویسندگان

روش‌شناسی: امیرحسین حقیقی، رویا عسکری؛ تحلیل آماری: فاطمه شهری، هادی شهرآبادی؛ تحقیق و بررسی: امیرحسین حقیقی، فاطمه شهری؛ نگارش پیش‌نویس: فاطمه شهری؛ ویراستاری و نهایی‌سازی نوشته: امیرحسین حقیقی، هادی شهرآبادی؛ نظارت: امیرحسین حقیقی.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله هیچ تعارض منافی ندارد.

References

- [1] Nascimento C, Peixoto MS, Fonte Boa LF, de Faria CC, Costa TSF, Matta L, et al. The effects of combined physical exercise on serum redox biomarkers and leukocyte DNA damage of obese women. *Oxid Med Cell Longev*. 2021; 2021:6638420. [DOI:10.1155/2021/6638420] [PMID]
- [2] Medeiros Nda S, de Abreu FG, Colato AS, de Lemos LS, Ramis TR, Dorneles GP, et al. Effects of concurrent training on oxidative stress and insulin resistance in obese individuals. *Oxid Med Cell Longev*. 2015; 2015:697181. [DOI:10.1155/2015/697181] [PMID]
- [3] Mohammadi Sefat S, Shabani R, Nazari M. The effect of concurrent aerobic-resistance training on thyroid hormones, blood glucose homeostasis, and blood lipid indices in overweight girls with hypothyroidism. *Horm Mol Biol Clin Investig*. 2019; 40(3):/j/hmbci.2019.40.issue-3/hmbci-2019-0031/hmbci-2019-0031.xml. [DOI:10.1515/hmbci-2019-0031] [PMID]
- [4] Chaker L, Peeters RP. Thyroid-stimulating hormone. In: Melmed S, editor. *The pituitary*. Massachusetts: Academic Press; 2022. [DOI:10.1016/B978-0-323-99899-4.00015-9]
- [5] Paes JE, Hua K, Nagy R, Kloos RT, Jarjoura D, Ringel MD. The relationship between body mass index and thyroid cancer pathology features and outcomes: a clinicopathological cohort study. *J Clin Endocrinol Metab*. 2010; 95(9):4244-50. [DOI:10.1210/jc.2010-0440] [PMID]
- [6] Ngayimbasha A, Bizimana JB, Gakima MS. Effect of eight weeks of exercise training on lipid profile and insulin sensitivity in obese person. *Int J Sports Exerc Med*. 2019; 5(2):119-25. [DOI:10.23937/2469-5718/1510119]
- [7] Tohirova J, Shernazarov F. Atherosclerosis: Causes, symptoms, diagnosis, treatment and prevention. *Sci Innov*. 2022; 1(D5):7-12. [Link]
- [8] Yu G, Luo H, Zhang N, Wang Y, Li Y, Huang H, et al. Loss of p53 sensitizes cells to palmitic acid-induced apoptosis by reactive oxygen species accumulation. *Int J Mol Sci*. 2019; 20(24):6268. [DOI:10.3390/ijms20246268] [PMID]
- [9] Namboonlue C, Namboonlue S, Sriwiset P, Jaisuk J, Buttichak A, Muangritdech N, et al. Effects of concurrent resistance and aerobic training on body composition, muscular strength and maximum oxygen uptake in men with excess weight. *Phys Educ Theory Method*. 2023; 23(3):389-96. [DOI:10.17309/tmfv.2023.3.11]
- [10] Asad M. [Effect of 8 weeks aerobic, resistance and concurrent training on cholesterol, LDL, HDL and cardiovascular fitness in obesity male (Persian)]. *Appl Res Sport Manag*. 2013; 1(3):57-64. [Link]
- [11] Baharloo S, Taghian F, Hedayati M. [Effects of aerobic exercise on C-reactive protein and lipid profile in subclinical hypothyroidism among overweight obese women (Persian)]. *Pathobiol Res*. 2014; 17(1):91-102. [Link]
- [12] Bouamra M, Zouhal H, Ratel S, Makhoulouf I, Bezrati I, Chtara M, et al. Concurrent training promotes greater gains on body composition and components of physical fitness than single-mode training (endurance or resistance) in youth with obesity. *Front Physiol* 2022; 13:869063. [DOI:10.3389/fphys.2022.869063] [PMID]
- [13] Piercy KL, Troiano RP, Ballard RM, Carlson SA, Fulton JE, Galuska DA, et al. The physical activity guidelines for Americans. *JAMA*. 2018; 320(19):2020-8. [DOI:10.1001/jama.2018.14854] [PMID]
- [14] Pourfarzi F, Sadjadi A, Poustchi H, Amani F. Prevalence of overweight and obesity in Iranian population: A population-based study in north-western of Iran. *J Public Health Res*. 2021; 11(1):2475. [DOI:10.4081/jphr.2021.2475] [PMID]
- [15] Shabani R, Jalali Z, Nazari M. Effects of concurrent strength and aerobic training on blood glucose homeostasis and lipid profile in females with overweight and obesity. *Zahedan J Res Med Sci*. 2018; 20(4):e13746. [DOI:10.5812/zjms.13746]
- [16] Jackson AS, Pollock ML. Practical assessment of body composition. *Phys Sportsmed*. 1985; 13(5):76-90. [DOI:10.1080/00913847.1985.11708790] [PMID]
- [17] Buttichak A, Leelayuwat N, Bumrerraj S, Boonprakob Y. The effects of a yoga training program with fit ball on the physical fitness and body composition of overweight or obese women. *Asia Pac J Sci Technol*. 2019; 24(2):APST-24. [Link]
- [18] Rikli RE, Jones CJ. Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. *J Aging Phys Act*. 1999; 7:129-61. [DOI:10.1123/japa.7.2.129]
- [19] Azmand F, Haghighi AH, Askari R, Shahrabadi H. The effect of concurrent training on some cardiovascular risk factors, serum estradiol and physical fitness indicators in overweight women with type 2 diabetes. *Iran J Health Sci*. 2024; 12(1):59-68. [DOI:10.32598/ijhs.12.1.1000.1]
- [20] Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioural science*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates: Hilldale; 1988. [Link]
- [21] Esteghamati A, Khalilzadeh O, Rashidi A, Kamgar M, Meysamie A, Ab-basi M. Physical activity in Iran: Results of the third national surveillance of risk factors of non-communicable diseases (SuRFNCD-2007). *J Phys Act Health*. 2011; 8(1):27-35. [DOI:10.1123/jpah.8.1.27] [PMID]
- [22] Amaro-Gahete FJ, Ponce-González JG, Corral-Pérez J, Velázquez-Díaz D, Lavie CJ, Jiménez-Pavón D. Effect of a 12-week concurrent training intervention on cardiometabolic health in obese men: A pilot study. *Front Physiol*. 2021; 12:630831. [DOI:10.3389/fphys.2021.630831] [PMID]
- [23] Lakens D. Sample size justification. *Collabra Psychol*. 2022; 8(1):33267. [DOI:10.1525/collabra.33267]
- [24] Taber CB, Vigotsky A, Nuckols G, Haun CT. Exercise-induced myofibrillar hypertrophy is a contributory cause of gains in muscle strength. *Sports Med*. 2019; 49(7):993-7. [DOI:10.1007/s40279-019-01107-8] [PMID]
- [25] Ratajczak M, Skrypnik D, Bogdański P, Mądry E, Walkowiak J, Szulirska M, et al. Effects of endurance and endurance-strength training on endothelial function in women with obesity: A randomized trial. *Int J Environ Res Public Health*. 2019; 16(21):4291. [DOI:10.3390/ijer-ph16214291] [PMID]
- [26] Hejazi K, Fathi M, Salkhord M, Dastani M. The effect of eight weeks of combined training (endurance-intermittent resistance and endurance-continuous resistance) on coagulation, fibrinolytic and lipid profiles of overweight women. *Polish J Sport Tour*. 2021; 28(4):3-9. [DOI:10.2478/pjst-2021-0019]
- [27] Batacan RB Jr, Duncan MJ, Dalbo VJ, Tucker PS, Fenning AS. Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic health: A systematic review and meta-analysis of intervention studies. *Br J Sports Med*. 2017; 51(6):494-503. [DOI:10.1136/bjsports-2015-095841] [PMID]
- [28] Pataky MW, Young WF, Nair KS. Hormonal and metabolic changes of aging and the influence of lifestyle modifications. *Mayo Clin Proc*. 2021; 96(3):788-814. [DOI:10.1016/j.mayocp.2020.07.033] [PMID]
- [29] Longhi S, Radetti G. Thyroid function and obesity. *J Clin Res Pediatr Endocrinol*. 2013; 5 Suppl 1(Suppl 1):40-4. [DOI:10.4274/jcrpe.856] [PMID]
- [30] Ciloglu F, Peker I, Pehlivan A, Karacabey K, Ilhan N, Saygin O, et al. Exercise intensity and its effects on thyroid hormones. *Neuro Endocrinol Lett*. 2005; 26(6):830-4. [PMID]