Medical Journal of Tabriz University of Medical Sciences

Bayat, et al. *Med J Tabriz Uni Med Sciences.* 2021;43(5):456-468
doi: 10.34172/mj.2021.071
https://mj.tbzmed.ac.ir

TUOMS PRESS

Original Article

The effect of interval, continuous and combined aerobic exercise on IGF-1 hormone and body composition in type 2 diabetic patients with NAFLD

Zahra Bayat[1], **Abbas Ali Gaeini**[2*], **Reza Nouri**[1]

[1]Department of Sport Sciences, Kish International Campus, University of Tehran, Kish, Iran
[2]Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Science, University of Tehran, Tehran, Iran

ARTICLE INFO

Article History:
Received: 6 Feb 2020
Accepted: 12 Apr 2020
ePublished: 1 Nov 2021

Keywords:
Body composition, Fatty liver, IGF-1, Interval training, NAFLD

Abstract

Background. IGF-1 hormone decreases in patients with type 2 diabetes and NAFLD. The effect of exercise on this hormone requires further researches. The purpose of this study was to compare the effects of the interval, continuous, and combined aerobic exercise on IGF-1 hormone and body composition in type 2 diabetic patients with NAFLD.

Methods. In this study, forty female type 2 diabetes patients with NAFLD (mean age 50.6 ± 4.5 years, height 1.58 ± 0.07 m, weight 74.4 ± 9.9 kg) were randomized into four groups. The exercise training groups performed exercises by cycle ergometer three days a week for eight weeks. The groups included: interval aerobic exercise group (75-80% maximum heart rate), continuous aerobic exercise group (60-75% maximum heart rate), combined exercise group (interval and continuous), and control group. Variance analysis was used for analysis and comparison between groups. The t-dependent test was used for intra-group compression ($\alpha \leq 0.05$).

Results. Decreased body weight, BMI, waist circumference, waist circumference, waist-to-height ratio, body fat percentage, body fat mass, and increased IGF-1 were significant in all three exercise groups ($P \leq 0.05$). In the control group, increased hip circumference and decreased IGF-1 were significant ($P \leq 0.05$). Among the three exercise groups, the interval aerobic exercise group had the most effect on improving type 2 diabetic patients with NAFLD. Comparing between the groups, IGF-1, body mass index, waist circumference, hip circumference, and waist-to-height ratio were significant in the interval, continuous, and combined aerobic exercise groups compared to the control group ($P \geq 0.05$).

Conclusion. Interval, continuous, and combined aerobic exercise improves body composition and hormone IGF-1, and according to the findings, interval aerobic exercise had the greatest effect on diabetic patients with NAFLD. Therefore, it is recommended that these patients participate in aerobic exercise regularly, especially interval aerobic exercise.

How to cite this article: Bayat Z, Gaeini AA, Nouri R. The Effect of Interval, Continuous and combined Aerobic Exercise on IGF-1 Hormone and Body Composition in Type 2 Diabetic Patients with NAFLD. *Med J Tabriz Uni Med Sciences.* 2021;43(5):456-468. doi: 10.34172/mj.2021.071. Persian.

Extended Abstract

Background

Non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD) is often associated with metabolic diseases such as type 2 diabetes, obesity, hypertension, and other components of the metabolic syndrome. In non-alcoholic fatty liver disease and type 2

*Corresponding author; Email: aagaeini@ut.ac.ir
© 2021 The Authors. This is an Open Access article published by Tabriz University of Medical Sciences under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited

diabetes, insulin resistance increases; therefore, factors that can affect insulin resistance can affect the health of this group of patients. IGF-1 hormone is one of the most effective hormones on insulin. IGF-1 hormone decreases with age, body mass index and liver cirrhosis. Considering the important role of IGF-1 in NAFLD disease, better information can be obtained in this field, by examining the role of exercise activity on this hormone. Several studies have examined the effect of exercise on IGF-1, with different results. Therefore, in this study, the effect of continuous, interval and combined aerobic exercise on IGF-1 Hormone and the body composition of this group of patients is investigated.

Methods

The statistical population of this study included all type 2 diabetic women with non-alcoholic fatty liver in Kermanshah city who had a BMI above 25. Forty-eight women with type 2 diabetic and non-alcoholic fatty liver were randomly divided into four groups: interval aerobic exercise group (with 75-80% of maximum heart rate), continuous aerobic exercise group (with 60-75% of maximum heart rate), combined exercise group (interval and continuous), and control group. Finally, 40 subjects completed the study. Factors of this study included height, weight, waist circumference, hip circumference, subcutaneous fat, and IGF-1 Hormone. A caliper was used to measure the amount of subcutaneous fat. DiaSorin kit made in Italy was used to measure IGF-1 hormone. The patients' diet was prescribed by a master of nutrition and diet therapy. Low-calorie foods from all food groups, high-fiber foods such as fruits and vegetables were emphasized in the content of each person's diet. The exercise training groups were performed exercises by cycle ergometer for 8 weeks and three days a week. Heart rate, RPM and pressure perception were recorded in all sessions. Data obtained from the present study were recorded in SPSS software version 18. Kolmogorov-Smirnov test was used to ensure the normal distribution of data. Analysis of variance with repeated measures was used to analyze the data. Also, t-dependent test was used to examine intragroup changes. The ethics code with the number IR.SSRI.REC.1397.332 was obtained from the Institute of Physical Education and Sports Sciences. Also, this study was registered with the clinical trial code IRCT20110527006611N3 on the clinical trial site.

Results

There was no significant difference between the four groups in any of the descriptive characteristics of the subjects. There was no significant difference in the variables between the four groups in the pre-test, too. In the continuous aerobic exercise group, decrease in weight, body mass index, waist circumference, hip circumference, waist-to-height ratio, body fat percentage, fat mass and increase in IGF-1 hormone were significant ($P \leq 0.05$). However, changes in the waist to hip ratio and lean body mass were not significant ($P > 0.05$). In the interval aerobic exercise group, decrease in weight, body mass index, waist circumference, hip circumference, waist-to-height ratio, body fat percentage, fat mass decrease and increase in IGF-1 hormone were significant ($P \leq 0.05$). However, changes in the waist to hip ratio and lean body mass were not significant ($P > 0.05$).

Weight loss, body mass index, waist circumference, hip circumference, waist-to-height ratio, body fat percentage, percentage of fat mass decrease and IGF-1 hormone increase significantly in the combined exercise group ($P \leq 0.05$). Also, changes in the waist to hip ratio and lean body mass were not significant in the combined exercise group ($P > 0.05$). In the control group, increase in hip circumference and decrease in IGF-1 were significant ($P \leq 0.05$). The interval aerobic exercise group had the greatest effect on body composition and IGF-1 hormone compared to other groups. One-way analysis of variance for the variable IGF-1 showed a significant difference in the percentage of changes in the four groups ($P=0.022$). To determine the exact differences, Tukey post hoc test was used. The results showed that the difference between the changes of the interval aerobic exercise group and the changes of the control group ($P=0.030$) was significant, but the difference between the changes of the interval aerobic exercise group and the changes of the continuous aerobic exercise group ($P=0.904$) and the differences of the interval aerobic exercise group and combined aerobic exercise group changes ($P=0.133$) were not significant. Also, in the intergroup comparison, body mass index, hip circumference and waist-to-height ratio were significant ($P \leq 0.05$).

Conclusion

In this study, the effect of three types of continuous, interval and combined aerobic exercise on IGF-1 and body composition of type 2 diabetic patients with fatty liver was compared and evaluated. Due to the fact that diabetes is closely related to fatty liver disease, reducing body and liver fat can prevent diseases such as liver cirrhosis. Therefore, it is recommended that type 2 diabetic patients with nonalcoholic fatty liver disease should do aerobic exercise. Interval aerobic exercise has the greatest effect on body composition and the hormone IGF-1 in type 2 diabetic patients with fatty liver. These patients can achieve better body composition and IGF-1 by doing interval aerobic exercise.

بیات و همکاران. *مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تبریز*. آذر و دی ۱۴۰۰؛ ۴۳(۵): ۴۵۶-۴۶۸
doi: 10.34172/mj.2021.071
https://mj.tbzmed.ac.ir

مقاله پژوهشی

تاثیر فعالیت ورزشی هوازی تناوبی، تداومی و ترکیبی بر هورمون IGF-1 و ترکیب بدنی بیماران دیابتی نوع ۲ مبتلا به NAFLD

زهرا بیات[۱]، عباسعلی گائینی[۲*]، رضا نوری[۱]

[۱]گروه علوم ورزشی، پردیس بین‌المللی کیش، دانشگاه تهران، کیش، ایران
[۲]گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

اطلاعات مقاله

سابقه مقاله:
دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۱۷
پذیرش: ۱۳۹۹/۱/۲۴
انتشار برخط: ۱۴۰۰/۸/۱۰

کلیدواژه‌ها:
ترکیب بدنی، تمرین تناوبی، کبد چرب، IGF-1، NAFLD

چکیده

زمینه. هورمون IGF-1 در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ و NAFLD کاهش می‌یابد. تاثیر فعالیت ورزشی بر این هورمون به پژوهش‌های بیشتری نیاز دارد. هدف از پژوهش حاضر، مقایسه تاثیر تمرین هوازی تناوبی، تداومی و ترکیبی بر هورمون IGF-1 و ترکیب بدنی بیماران دیابتی نوع ۲ مبتلا به NAFLD است.

روش‌کار. در این مطالعه، ۴۰ زن دیابتی نوع ۲ مبتلا به NAFLD (با میانگین سن ۴/۵ ± ۵۰/۶ سال، قد ۰/۰۷ ± ۱/۵۸ متر، وزن ۹/۹ ± ۷۴/۴ کیلوگرم) به صورت تصادفی به چهار گروه تقسیم شدند. گروه‌های تمرینی به مدت ۲ ماه و سه روز در هفته تمرین را روی دوچرخه ثابت انجام دادند. گروه‌ها شامل گروه تمرین هوازی تناوبی (با شدت ۷۵-۸۰% تواتر قلبی بیشینه)، گروه تمرین هوازی تداومی (با شدت ۶۰-۷۵% درصد تواتر قلبی بیشینه)، گروه تمرین ترکیبی (تناوبی و تداومی) و گروه کنترل بودند. برای محاسبه و مقایسه بین گروهی از تحلیل واریانس و برای مقایسه درون گروهی از t وابسته استفاده شد ($\alpha \leq ۰/۰۵$).

یافته‌ها. در هر سه گروه تمرینی کاهش وزن بدن، شاخص توده بدن، دور کمر، دور لگن، نسبت دور کمر به قد، درصد چربی بدن و توده چربی بدن و افزایش هورمون IGF-1 معنادار بود ($P \leq ۰/۰۵$). در گروه کنترل افزایش دور لگن و کاهش هورمون IGF-1 معنادار بود ($P \leq ۰/۰۵$). بین سه گروه تمرینی، گروه تمرین هوازی تناوبی بیشترین تاثیر را بر بهتر شدن بیماران دیابتی نوع ۲ مبتلا به NAFLD داشت. در مقایسه بین گروهی، هورمون IGF-1، شاخص توده بدنی، دور کمر، دور لگن و نسبت دور کمر به قد، در گروه‌های تمرین هوازی تناوبی، تداومی و ترکیبی نسبت به گروه کنترل معنادار شد ($P \leq ۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری. تمرین هوازی تداومی تناوبی و ترکیبی باعث بهتر شدن ترکیب بدنی و هورمون IGF-1 می‌شود و با توجه به یافته‌ها، تمرین هوازی تناوبی بیشترین تاثیر را بر بیماران دیابتی مبتلا به NAFLD دارد. بنابراین توصیه می‌شود که این دسته بیماران به طور منظم در فعالیت ورزشی هوازی به‌ویژه تمرین هوازی تناوبی شرکت کنند.

مقدمه

بیماری کبد چرب غیرالکلی (NAFLD) اغلب با بیماری‌های متابولیکی نظیر دیابت نوع ۲، چاقی و اختلال چربی همراه است.[۱] در اختلالاتی نظیر چاقی و کبد چرب، مقاومت به انسولین افزایش می‌یابد و مقاومت به انسولین منجر به افزایش قند خون و انسولین می‌شود که این یکی به نوبه خود، باعث انباشت چربی و اختلال در متابولیسم چربی کبد می‌شود.[۲] در بیماری دیابت نوع ۲ و بیماری کبد چرب، به ویژه زمانی که با چاقی همراه باشد، مقاومت به انسولین بیشتر افزایش می‌یابد. بنابراین، عواملی که بتواند بر مقاومت به انسولین تاثیرگذار باشد، می‌تواند بر سلامت این دسته بیماران موثر باشد. یکی از اثرگذارترین هورمون‌ها بر انسولین، هورمون IGF-1 است. IGF-1 موجب افزایش مقاومت به انسولین، اختلال در متابولیسم انسولین، تشدید آسیب اکسایشی و مهار محور عصبی هورمونی می‌شود.[۳] IGF-1 با سن، شاخص توده بدنی و عوامل سیروز کبدی - که معمولا با افزایش شدت NAFLD همراه است- کاهش می‌یابد.[۴] اختلال در عملکرد هورمون IGF-1 ممکن است منجر به افزایش توده چربی و کاهش تدریجی توده

*نویسنده مسؤول؛ ایمیل: aagaeini@ut.ac.ir

حق تالیف برای مولفان محفوظ است. این مقاله با دسترسی آزاد توسط دانشگاه علوم پزشکی تبریز تحت مجوز کریتیو کامنز (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0) منتشر شده که طبق مفاد آن هرگونه استفاده تنها در صورتی مجاز است که به اثر اصلی به نحو مقتضی استناد و ارجاع داده شده باشد.

عضلانی شود،[5] به نظر می‌رسد IGF-1 می‌تواند بر میزان ترکیب بدنی تاثیرگذار باشد. با توجه به ارتباط بین هورمون IGF-1 و چاقی، دیابت نوع ۲، سندرم متابولیک و بیماری کبد چرب غیرالکلی، این هورمون به شناخت بیشتری نیاز دارد. میزان IGF-1 در بیماران NAFLD [6] و بیماران مبتلا به دیابت[7] پایین‌تر است که نشان می‌دهد IGF-1 می‌تواند به عنوان یک عامل پیش‌گو یا حتی درمان برای NAFLD استفاده شود.[7] با توجه به نقش مهم IGF-1 در بیماری NAFLD، با بررسی نقش فعالیت ورزشی بر این هورمون می‌توان به اطلاعات بهتری در این زمینه دست یافت. تاثیر هر دو تمرین هوازی و مقاومتی در بیماران دیابتی نوع ۲ میانسال باعث افزایش معنادار IGF-1 شد.[8] اما، در پژوهشی که بر زنان چاق غیرفعال صورت گرفت، تمرین هوازی باعث کاهش معنادار IGF-1 شده‌است.[9] با توجه به این‌که فعالیت ورزشی، آثار مثبت و منفی بر هورمون IGF-1 داشته، به نظر می‌رسد بررسی این هورمون به پژوهش‌های بیشتری نیاز دارد و از آن‌جایی که تاثیر فعالیت ورزشی بر این هورمون در بیماران دیابتی نوع ۲ مبتلا به کبد چرب بررسی نشده‌است، می‌توان با انجام این پژوهش میزان تاثیر فعالیت ورزشی را بر این هورمون سنجید. درمان غیردارویی، استراتژی خط اول در مدیریت کبد چرب است.[10] درمان توصیه شده برای این بیماری شامل کاهش وزن از راه رژیم غذایی، فعالیت بدنی و عمل جراحی برای کاهش وزن در چاقی‌های مفرط است. کاهش وزن، بیشترین تاثیر درمانی را در کاهش چربی کبدی در بیماران چاق مبتلا به کبد چرب دارد.[11] یکی از روش‌های بسیار مناسب فعالیت ورزشی است که اغلب با کنترل اشتها سبب حفظ وزن ایده‌آل می‌شود. میزان زیاد فعالیت ورزشی، به کاهش مقادیر چربی درون کبدی و بهتر شدن ترکیب بدن منجر می‌شود.[12] فعالیت ورزشی منظم، عوامل خطر بیماری دیابت نوع ۲ را کاهش می‌دهد و باعث افزایش انرژی هزینه‌ای، تسریع و بهتر شدن اکسایش چربی‌ها، کاهش چاقی کل و نیز کاهش چاقی شکمی می‌شود؛[13] فعالیت ورزشی هوازی - که به عنوان فعالیت ورزشی قلبی هم شناخته می‌شود

نکات کاربردی

هر سه نوع تمرین هوازی تداومی، تناوبی و ترکیبی در بیماران دیابتی نوع ۲ مبتلا به کبد چرب غیرالکلی باعث کاهش ترکیب بدنی و افزایش هورمون IGF-1 می‌شود و از بین این سه نوع تمرین هوازی، تمرین هوازی تناوبی با توجه به اثرات مثبت بیشتری که بر این دسته بیماران داشت، توصیه می‌شود.

ورزشی بدنی است که براساس فرآیند تولید انرژی هوازی از شدت کم تا شدید تقسیم بندی می‌شود.[14]

از دیرباز تمرین کم شدت یا متوسط به مدت طولانی روش مطلوب چربی سوزی و کاهش وزن بوده‌است.[14]

در دو دهه اخیر تمرین خیلی شدید (HIIT) بیشتر مورد توجه قرار گرفته‌است. این تمرین تاثیر زیادی بر کاهش وزن، بهتر شدن آمادگی جسمانی، عوامل خطر بیماری‌های قلبی و عروقی و سایر عوامل فیزیولوژیکی می‌گذارد.[15] همچنین، پژوهش‌هایی با بررسی تاثیر تمرین ورزشی تناوبی خیلی شدید بر بیماران کبد چرب غیرالکلی[12] و بیماران دیابتی نوع ۲ [16] صورت گرفته‌است. این در حالی است که در برخی پژوهش‌ها، تمرین هوازی تداومی در بیماران دیابتی نوع ۲ یا بیماران مبتلا به کبد چرب الکلی استفاده شده‌است.[17,18] ترکیب این دو تمرین، در پژوهش‌های اندکی بررسی شده‌است.[19] همچنین، تاکنون پژوهشی تاثیر تمرین ترکیبی بر بیماران دیابتی نوع ۲ مبتلا به کبد چرب را بررسی نکرده‌است. پژوهش‌هایی که تاثیر تمرین هوازی تداومی و تناوبی را بر ترکیب بدن بیماران دیابتی نوع ۲ یا بیماران کبد چرب غیرالکلی بررسی کرده‌اند، به نتایج متفاوتی رسیده‌اند.[16-18] در چندین پژوهش تمرین هوازی تداومی و تمرین هوازی تناوبی باعث بهتر شدن ترکیب بدن شد.[12,20] اما در چندین پژوهش تمرین هوازی تداومی و هوازی تناوبی تاثیر معناداری بر وزن بدن و شاخص توده بدنی بیماران نداشت.[17,18] این نتایج متناقض، ضرورت بررسی این تمرین‌ها را بر بیماران دیابتی نوع ۲ مبتلا به کبد چرب بیش از پیش نمایان می‌سازد. از آن‌جایی‌که میزان هورمون IGF-1 در بیماران دیابتی نوع ۲ و بیماران کبد چرب پایین است و پایین بودن سطوح این

هورمون منجر به نارسایی قلبی می‌شود،[۲۱] بررسی نقش انواع تمرین هوازی در این دسته بیماران می‌تواند به سلامت بیماران دیابتی نوع ۲ مبتلا به کبد چرب کمک کند و از عوارض قلبی و عروقی متعاقب آن جلوگیری کند. افزون بر این، تاکنون پژوهشی تاثیر شدت‌های مختلف تمرین هوازی را بر هورمون IGF-1 در بیماران دیابتی نوع ۲ مبتلا به NAFLD بررسی نکرده‌است، بنابراین، در این پژوهش تاثیر تمرین ورزشی هوازی تداومی، تناوبی و ترکیبی بر هورمون IGF-1 و ترکیب بدنی این دسته بیماران بررسی می‌شود.

روش کار

پژوهش از نوع توسعه‌ای و روش آن نیمه تجربی با چهار گروه کنترل (بدون مداخله تمرینی)، گروه تمرین هوازی تناوبی، گروه تمرین هوازی تداومی و گروه هوازی ترکیبی با پیش‌آزمون و پس‌آزمون بود. جامعه آماری شامل همه زنان دیابتی نوع ۲ مبتلا به کبد چرب غیرالکلی شهر کرمانشاه بود که شاخص توده بدنی بالای ۲۵ داشتند. نمونه‌ها شامل ۴۸ زن دیابتی نوع ۲ مبتلا به کبد چرب بودند. نمونه‌گیری به روش نمونه در دسترس بود. جمعیت مورد مطالعه، حدود ۵۳۰ نفر بودند که در مطب پزشک دیابت، پرونده داشتند. پس از بررسی پرونده بیماران، حدود ۶۰ نفر که شرایط شرکت در پژوهش را داشتند، انتخاب شدند و پس از تماس با بیماران، ۴۸ نفر از آن‌ها که حاضر به شرکت در پژوهش بودند، برای شروع پژوهش دعوت شدند. آزمودنی‌ها براساس درجه کبد چرب به ۴ گروه به طور تصادفی تقسیم شدند. به این صورت که در هر گروه ۵ بیمار درجه ۱، ۵ بیمار درجه ۲ و ۲ بیمار درجه ۳ قرار گرفتند. درجه کبد چرب براساس سونوگرافی انجام شده روی کبد بیماران دیابتی نوع ۲ مشخص شد. در نهایت ۴۰ بیمار به طور کامل پژوهش را به پایان رساندند. ۶ نفر از بیمارها به دلیل غیبت بیش از ۳ جلسه و دو نفر به دلیل انصراف از پژوهش، از گروه‌ها حذف شدند. ملاک‌های ورود به پژوهش شامل همه افراد شرکت کننده در این پژوهش، زنان دیابتی نوع ۲ مبتلا به کبد چرب غیرالکلی و خانه‌دار بودند. همه آزمودنی‌ها شاخص توده بدنی بالای ۲۵ داشتند. سن آزمودنی‌ها ۴۰ تا ۵۵ سال بود. آزمودنی‌ها، غیروابسته به انسولین بودند و برای درمان از داروهای خوراکی (گلی‌بن‌کلامید و متفورمین به مقدار ۱ یا دو عدد قرص در روز) استفاده می‌کردند. حداکثر هموگلوبین گلیکوزیله خون این افراد ۱۱٪ بود. حداقل سابقه بیماری دیابت این افراد ۱ سال و حداکثر ۱۵ سال بود. ملاک‌های خروج از پژوهش شامل رتینوپاتی، نفروپاتی و نوروپاتی شدید، سابقه بیماری‌های قلبی عروقی، عصبی عضلانی و مشکلات اسکلتی عضلانی شدید که فعالیت بدنی را محدود می‌کرد بودند. حضور بیماران در پژوهش داوطلبانه و با رضایت کامل بود. کد اخلاق با شماره IR.SSRI.REC.1397.332 از پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی اخذ شد. همچنین، این پژوهش با کد کارآزمایی بالینی IRCT20110527006611N3 در سایت کارآزمایی بالینی ثبت شد. این بیماران به صورت تصادفی به چهار گروه کنترل، تمرین هوازی تداومی، تمرین هوازی تناوبی و تمرین ترکیبی (تمرین هوازی تناوبی و هوازی تداومی) تقسیم شدند. سنجش‌ها شامل قد، وزن، دور کمر، دور باسن، چربی زیر پوستی و چربی‌های خون بود. قد و وزن آزمودنی‌ها قبل از شروع مداخله و پس از اتمام مداخله با حداقل پوشش، و بدون کفش توسط متر نواری و ترازو وزن‌کشی استاندارد سنجش و ثبت شد. برای سنجش دور کمر و دور باسن نیز از متر نواری استاندارد استفاده شد. از کالیپر برای سنجش میزان چربی زیر پوستی سه نقطه‌ای شامل سه سر بازو، فوق خاصره و نقطه میانی ران استفاده شد. از فرمول جکسون پولاک برای به دست آوردن میزان چگالی بدن استفاده شد.[۲۲]

$$BdF = 1.0994921 - 0.0009929\ (X2) + 0.0000023\ (X2)2 - 0.0001392\ (age)$$

X2 = sum of triceps, suprailiac and thigh

همچنین با فرمول سیری، میزان درصد چربی بدن محاسبه شد.[۲۳]

$$\%\ BF = [(4.95 \div BdF) - 4.5] \times 100$$

از حاصل ضرب درصد چربی بدن در وزن بدن، توده چربی بدن محاسبه شد و از کم کردن میزان توده چربی بدن از وزن بدن، میزان توده بدون چربی بدن به دست آمد. قبل از انجام پژوهش و بعد از انجام پژوهش بیماران به آزمایشگاه برای خون‌گیری دعوت شدند. آزمودنی‌ها دست-

کم به مدت ۸ تا ۱۲ ساعت ناشتا بودند. ساعت انجام خون‌گیری از ساعت ۷ صبح تا ۱۰ صبح بود. برای سنجش هورمون IGF-1 از کیت شرکت دیاسورین (DiaSorin) ساخت کشور ایتالیا استفاده شد. برای انجام پژوهش و کنترل کامل نحوه اجرای پروتکل از مربی مجرب و حرفه‌ای رشته آمادگی جسمانی و ایروبیک نیز استفاده شد. تمرین‌ها در سالن ورزشی زیر نظر پژوهشگر انجام شد. برنامه رژیم غذایی بیماران توسط کارشناس ارشد تغذیه و رژیم‌درمانی تجویز شد. تجویز مواد غذایی مبتنی بر مصاحبه برای همه بیماران توسط کارشناس ارشد تغذیه انجام شد تا عادت‌های غذای قبلی و ناهنجاری‌های احتمالی در رفتار رژیم غذایی مشخص شود. براساس پژوهش‌های انجمن دیابت آمریکا، پس از برآورد کالری مورد نیاز، معادل کالری برنامه رژیم غذایی روزانه هر فرد، ۵۰۰ تا ۷۵۰ کیلوکالری کمتر از انرژی مورد نیاز تنظیم شد. به طور کلی محتوای رژیم غذایی هر فرد، مواد غذایی کم کالری از همه گروه‌های غذایی، به ویژه مواد غذایی دارای فیبر فراوان مانند میوه و سبزیجات بود.[۲۴] در این پژوهش از تمرین هوازی روی دوچرخه ثابت، سه روز در هفته به مدت ۸ هفته استفاده شد. میزان تواتر قلبی، میزان دور در دقیقه و میزان درک فشار در تمامی جلسات ثبت شد. شدت تمرین برای گروه تمرین هوازی تداومی ۶۰ تا ۷۵٪ تواتر قلبی بیشینه بود. هر جلسه تمرینی شامل ۵ دقیقه گرم کردن، ۱۵ تا ۲۰ دقیقه تمرین و ۵ دقیقه سرد کردن بود.[۲۵] زمان تقریبی هر جلسه ۲۵ تا ۳۰ دقیقه بود. شدت تمرین براساس روش کارونن اندازه‌گیری شد. همچنین، با توجه به میزان آمادگی بدنی آزمودنی‌های شرکت کننده در این پژوهش از تمرین تناوبی شدید و استراحت‌های بین هر تناوب استفاده شد. هر جلسه تمرینی شامل ۵ دقیقه گرم کردن (۴۰ تا ۵۰٪ تواتر قلبی بیشینه) که با ۵ تناوب دو دقیقه‌ای و ۳ دقیقه استراحت بین هر تناوب انجام شد (۳ دقیقه شامل ۹۰ ثانیه استراحت غیرفعال، ۶۰ ثانیه تمرین مقاومتی بالاتنه و ۳۰ ثانیه رکاب زدن با شدت ۴۰ تا۵۰٪ تواتر قلبی بیشینه برای آماده شدن برای تناوب بعدی). میزان شدت هر تناوب ۸۰ دور در دقیقه بود (۷۵ تا ۸۰٪ تواتر قلبی بیشینه). میزان تقریبی هر جلسه ۳۰ تا ۴۰ دقیقه بود.[۱۲] افزون بر این گروه سوم برنامه تمرین هوازی ترکیبی را انجام دادند که هفته اول، با تمرین هوازی تداومی آغاز شد. هفته دوم تمرین، با تمرین هوازی تناوبی دنبال شد. تمرین منظم و یک هفته در میان تغییر پیدا کرد. داده‌های حاصل از پژوهش حاضر در نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ ثبت شد. برای اطمینان از طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون کولموگروف اسمیرنوف استفاده شد. به دلیل انجام پژوهش در چهار گروه، برای تجزیه و تحلیل داده‌ها در پیش آزمون و پس آزمون، تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری استفاده شد تا اثر زمان و اثر متقابل زمان × گروه بررسی شود و در صورت معنادار شدن از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. همچنین، برای بررسی تغییرات درون گروهی از t وابسته استفاده شد.

یافته‌ها

توزیع داده‌های مربوط به متغیرهای پژوهش مورد ارزیابی آزمون کلموگروف-اسمیرنوف قرار گرفتند. نتایج آزمون با توجه به مقدار احتمال p فرض طبیعی بودن داده‌ها قابل پذیرش بود. بنابراین، از آزمون‌های پارامتریک برای تحلیل داده‌ها استفاده شد. ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌ها، شامل وزن، قد، سن، سابقه ابتلا به دیابت و درجه کبد چرب در چهار گروه را در جدول ۱ مشاهده می‌کنید. در هیچ یک از ویژگی‌های توصیفی بین چهار گروه تفاوت معناداری وجود نداشت. متغیرها در پیش‌آزمون با استفاده از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه، بررسی شدند. تفاوت معناداری در متغیرها بین چهار گروه دیده نشد (جدول ۱). همان‌طور که در جدول ۲ دیده می‌شود، آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های تکراری اثر زمان را برای تمامی متغیرها سنجید و نتایج نشان داد که اثر زمان برای متغیرهای هورمون IGF-1، وزن،شاخص توده بدنی، دور کمر، دور لگن، WHtR، درصد چربی بدن و توده چربی بدن معنادار شد ($P<0/05$)، اما برای متغیرهای WHR و توده بدون چربی معنادار نشد ($P>0/05$). با توجه به اثر معنادار زمان برای تشخیص تغییرات درون گروهی از پیش آزمون به پس آزمون در هر یک از گروه‌ها از آزمون t جفت شده استفاده شد. نتایج به صورت گروهی مجزا شده‌اند. برای

مقایسه دلتاهای متغیرها، از آزمون آنالیز واریانس با اندازه-های تکراری استفاده شد. با توجه به داده‌های جدول ۳، در گروه تمرین هوازی تداومی، کاهش ۳/۷% وزن (P=۰/۰۰۱)، کاهش ۳/۸% شاخص توده بدنی (P=۰/۰۰۲)، کاهش ۴/۹% دور کمر (P=۰/۰۰۱)، کاهش ۴/۹% دور لگن (P=۰/۰۰۱)، کاهش ۴/۹% نسبت دور کمر به قد ایستاده (P=۰/۰۰۱)، کاهش ۷/۷% درصد چربی بدن (P=۰/۰۰۰)، کاهش ۱۱/۲% توده چربی (P=۰/۰۰۰) و افزایش ۱۵/۸% هورمون IGF-1 (P=۰/۰۱۲) معنادار بود. ولی تغییرات نسبت دور کمر به دور لگن (P=۰/۹۴۷) و توده بدون چربی (P=۰/۴۲۷) معنادار نبودند. در گروه تمرین هوازی تناوبی، کاهش ۴/۱% وزن (P=۰/۰۰۰)، کاهش ۴/۲% شاخص توده بدنی (P=۰/۰۰۰)، کاهش ۵/۶% دور کمر (P=۰/۰۰۰)، کاهش ۴/۸% دور لگن (P=۰/۰۰۰)، کاهش ۵/۷% نسبت دور کمر به قد ایستاده (P=۰/۰۰۰)، کاهش ۹/۵% درصد چربی بدن (P=۰/۰۰۰)، کاهش ۱۳/۱% توده چربی (P=۰/۰۰۰) و افزایش ۱۹/۱% هورمون IGF-1 (P=۰/۰۰۶) معنادار بود. ولی تغییرات نسبت دور کمر به دور لگن (P=۰/۱۹۱) و توده بدون چربی (P=۰/۳۲۲) معنادار نبودند.

کاهش ۳/۸% وزن (P=۰/۰۰۳)، کاهش ۳/۸% شاخص توده بدنی (P=۰/۰۰۷)، کاهش ۳/۹% دور کمر (P=۰/۰۰۳)، کاهش ۴/۶% دور لگن (P=۰/۰۰۰)، کاهش ۳/۹% نسبت دور کمر به قد ایستاده (P=۰/۰۰۲)، کاهش ۶/۵% درصد چربی بدن (P=۰/۰۰۳)، کاهش ۱۰% توده چربی (P=۰/۰۰۰) و افزایش ۱۲/۹% هورمون IGF-1 (P=۰/۰۲۴) در گروه تمرین ترکیبی، معنادار بود. همچنین، تغییرات نسبت دور کمر به دور لگن (P=۰/۴۹۰) و توده بدون چربی (P=۰/۷۳۵) در گروه تمرین ترکیبی معنادار نبود. درگروه کنترل افزایش ۰/۹% دور لگن (P=۰/۰۳۴) و کاهش ۱۰/۷% هورمون IGF-1 (P=۰/۰۳۷) معنادار بود.

گروه تمرین هوازی تناوبی بیشترین میزان تغییر در ترکیب بدنی و هورمون IGF-1 نسبت به سایر گروه‌ها را داشت.

آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های تکراری اثر متقابل زمان × گروه را سنجید، متغیرهای وزن، شاخص توده بدنی، دور کمر، دور لگن، WHtR، درصد چربی بدن و توده چربی بدن معنادار شد (P<۰/۰۰۱)، اما برای متغیرهای هورمون IGF-1، WHR و توده بدون چربی معنادار نشد (P>۰/۰۵). تحلیل واریانس یک طرفه برای متغیر هورمون IGF-1 تفاوت معناداری در درصد تغییرات چهار گروه نشان داد (P=۰/۰۲۲). برای مشخص شدن دقیق تفاوت‌ها از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد که نتایج نشان داد تغییرات گروه تمرین هوازی تناوبی با تغییرات گروه کنترل (P=۰/۰۳۰) معنادار است، اما تغییرات گروه تمرین هوازی تناوبی با تغییرات گروه تمرین هوازی تداومی (P=۰/۹۰۴) و تغییرات گروه تمرین هوازی تناوبی با تغییرات گروه تمرین هوازی ترکیبی (P=۰/۱۳۳) معنادار نیست. همچنین، در مقایسه بین گروهی، شاخص توده بدنی (P=۰/۰۱۳)، دور لگن (P=۰/۰۰۴) و نسبت دور کمر به قد ایستاده (P=۰/۰۰۳) معنادار شد (P≤۰/۰۵). شاخص توده بدنی بین گروه کنترل با گروه هوازی تناوبی (P=۰/۰۱۶) و گروه کنترل با گروه ترکیبی (P=۰/۰۴۳) معنادار بود.

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار وزن، قد، سن و سابقه و درجه کبد چرب آزمودنی‌ها گروه تمرین هوازی تداومی، گروه تمرین هوازی تناوبی، گروه تمرین هوازی ترکیبی و گروه کنترل

متغیرها / گروه‌ها	گروه تمرین هوازی تداومی	گروه تمرین هوازی تناوبی	گروه تمرین هوازی ترکیبی	گروه کنترل	سطح معناداری
وزن (کیلوگرم)	۷۳±۸/۲	۷۲/۷±۷/۴	۷۲/۸±۸/۴	۷۹/۲±۱۵/۵	۰/۴۳۶
قد (متر)	۱/۵۸±۰/۰۶	۱/۵۹±۰/۰۷	۱/۵۸±۰/۰۸	۱/۵۸±۰/۰۸	۰/۹۵۳
سن (سال)	۵۱/۷±۴	۵۱/۴±۵/۲	۵۰/۸±۳/۹	۴۸/۵±۴/۸	۰/۳۸۹
سابقه (سال)	۷/۵±۵	۷/۸±۴	۶/۶±۳/۸	۷/۶±۵/۳	۰/۹۴۲
کبد چرب درجه ۱ (نفر)	۵	۴	۴	۵	-
کبد چرب درجه ۲ (نفر)	۴	۵	۵	۴	-
کبد چرب درجه ۳ (نفر)	۱	۱	۱	۱	-

جدول ۲. اثر زمان در آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌های تکراری متغیرهای هورمون IGF-1 و متغیرهای ترکیب بدنی

	متغیرها	درجه آزادی	مقدار F	سطح معناداری	Partial eta squared
اثر زمان	هورمون IGF-1	۱	۴/۵۹۷	۰/۰۳۹	۰/۱۱۳
	وزن	۱	۳۲/۹۸۴	۰/۰۰۰	۰/۴۷۸
	شاخص توده بدنی	۱	۳۱/۶۴۲	۰/۰۰۰	۰/۴۶۸
	دور کمر	۱	۶۷/۱۶۳	۰/۰۰۰	۰/۶۵۱
	دور لگن	۱	۷۹/۸۴۴	۰/۰۰۰	۰/۶۸۹
	WHR	۱	۰/۰۲۷	۰/۸۷۱	۰/۰۰۱
	WHtR	۱	۶۸/۴۶۵	۰/۰۰۰	۰/۶۵۵
	درصد چربی بدن	۱	۴۹/۶۹۳	۰/۰۰۰	۰/۵۸۰
	توده چربی	۱	۵۹/۸۴۳	۰/۰۰۰	۰/۶۲۴
	توده بدون چربی	۱	۰/۸۰۹	۰/۳۷۵	۰/۰۲۲

جدول ۳. میانگین و انحراف معیار هورمون IGF-1 و ترکیب بدنی گروه تمرین هوازی تداومی، گروه تمرین هوازی تناوبی، گروه تمرین هوازی ترکیبی و گروه کنترل

متغیرها	گروه‌ها	گروه تمرین هوازی تداومی	گروه تمرین هوازی تناوبی	گروه تمرین هوازی ترکیبی	گروه کنترل	سطح معناداری
هورمون IGF-1 (mg/dl)	پیش آزمون	۱۸۹/۶±۵۳/۵	۱۹۷/۸±۵۵/۲	۱۶۲/۲±۵۵/۹	۱۸۷/۵±۲۷	۰/۴۱۷
	پس آزمون	۲۱۹/۵±۶۵/۷*	۲۳۵/۵±۵۲/۹**	۱۸۳/۱±۵۷/۳*	۱۶۷/۴±۲۴/۶*	۰/۰۲۲
وزن (kg)	پیش آزمون	۷۳±۸/۲	۷۲/۷±۷/۴	۷۲/۸±۸/۴	۷۹/۲±۱۵/۵	۰/۴۳۶
	پس آزمون	۷۰/۳±۷/۶**	۶۹/۷±۸/۱**	۷۰±۹**	۸۰/۵±۱۷/۱	۰/۱۰۱
BMI (kg/m^2)	پیش آزمون	۲۹/۲±۳/۴	۲۸/۴±۱/۲	۲۹±۲/۱	۳۱/۴±۴	۰/۱۳۷
	پس آزمون	۲۸/۱±۳/۳**	۲۷/۲±۲**	۲۷/۹±۲/۷**	۳۲±۴/۷	۰/۰۱۳
دور کمر (cm)	پیش آزمون	۹۷/۲±۷/۳	۹۷/۹±۵/۸	۹۶/۸±۱۰/۵	۱۰۵/۵±۱۲/۶	۰/۱۸۴
	پس آزمون	۹۲/۴±۸/۱**	۹۲/۴±۶/۴**	۹۳±۱۰/۱**	۱۰۶/۸±۱۳/۶	۰/۰۰۵
دور لگن (cm)	پیش آزمون	۱۰۹/۱±۸/۲	۱۰۹/۹±۷/۴	۱۱۰/۵±۹/۳	۱۱۷/۹±۱۲/۷	۰/۱۶۵
	پس آزمون	۱۰۳/۸±۷/۳**	۱۰۴/۶±۷/۱**	۱۰۵/۴±۹/۴**	۱۱۹±۱۴/۵*	۰/۰۰۴
WHR (cm/cm)	پیش آزمون	۰/۸۹±۰/۰۶	۰/۸۹±۰/۰۵	۰/۸۸±۰/۰۵	۰/۸۹±۰/۰۶	۰/۹۰۱
	پس آزمون	۰/۸۹±۰/۰۶	۰/۸۸±۰/۰۵	۰/۸۸±۰/۰۵	۰/۸۱±۰/۲۶	۰/۵۶۶
WHtR (cm/cm)	پیش آزمون	۶۱/۵±۵/۲	۶۱/۴±۴/۸	۶۱/۱±۵/۸	۶۶/۷±۷/۵	۰/۱۱۵
	پس آزمون	۵۸/۵±۵/۹**	۵۷/۹±۴/۶**	۵۸/۷±۶**	۶۷/۵±۷/۹	۰/۰۰۳
درصد چربی بدن	پیش آزمون	۳۸/۹±۲/۵	۳۷/۸±۳/۸	۳۵/۶±۴/۴	۳۵/۵±۴/۳	۰/۱۴۳
	پس آزمون	۳۵/۹±۳**	۳۴/۲±۳/۹**	۳۳/۳±۳/۶**	۳۶/۲±۴/۳	۰/۲۷۷
توده چربی (kg)	پیش آزمون	۲۸/۵±۴/۲	۲۷/۵±۴/۴	۲۵/۹±۴/۱	۲۹±۸/۶	۰/۶۴۰
	پس آزمون	۲۵/۳±۳/۹**	۲۳/۹±۴**	۲۳/۳±۳/۶**	۳۰/۱±۹/۵	۰/۰۵۳
توده بدون چربی (kg)	پیش آزمون	۴۴/۶±۴/۸	۴۵/۱±۴/۸	۴۶/۹±۶/۴	۵۱/۵±۱۰	۰/۱۱۳
	پس آزمون	۴۵±۴/۸	۴۵/۸±۵/۷	۴۶/۷±۶/۹	۵۱/۷±۱۰/۵	۰/۱۸۲

داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف استاندارد نشان داده‌شده‌است.

*تغییرات داده‌ها نسبت به پیش آزمون در سطح ($P<۰/۰۵$) معنادار هستند. ** داده‌ها نسبت به پیش آزمون در سطح ($P<۰/۰۱$) معنادار هستند.

جدول ۴. اثر زمان * گروه در آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌های تکراری متغیرهای هورمون IGF-1 و متغیرهای ترکیب بدنی

	متغیرها	درجه آزادی	مقدار F	سطح معناداری	eta Partial squared
اثر زمان * گروه	هورمون IGF-1	۳	۱/۷۸۱	۰/۱۶۸	۰/۱۲۹
	وزن	۳	۱۱/۱۷۶	۰/۰۰۰	۰/۴۸۲
	شاخص توده بدنی	۳	۱۰/۴۱۴	۰/۰۰۰	۰/۴۶۵
	دور کمر	۳	۱۵/۵۹۶	۰/۰۰۰	۰/۵۶۵
	دور لگن	۳	۱۴/۰۲۲	۰/۰۰۰	۰/۵۳۹
	WHR	۳	۱/۰۴۵	۰/۳۸۴	۰/۰۸۰
	WHtR	۳	۱۵/۸۰۶	۰/۰۰۰	۰/۵۶۸
	درصد چربی بدن	۳	۱۱/۱۴۲	۰/۰۰۰	۰/۴۸۱
	توده چربی	۳	۱۶/۸۵۳	۰/۰۰۰	۰/۵۸۴
	توده بدون چربی	۳	۰/۴۶۵	۰/۷۰۹	۰/۰۳۷

همچنین، میزان دور لگن بین گروه کنترل با گروه هوازی تداومی (P=۰/۰۰۹)، گروه کنترل با گروه هوازی تناوبی (P=۰/۰۱۴) و گروه کنترل با گروه ترکیبی (P=۰/۰۲۱) معنادار بود. گروه کنترل با گروه هوازی تداومی (P=۰/۰۱۳)، گروه کنترل با گروه هوازی تناوبی (P=۰/۰۱۲) و گروه کنترل با گروه ترکیبی (P=۰/۰۱۸) در متغیر دور کمر معنادار بود. نسبت دور کمر به قد ایستاده بین گروه کنترل با گروه هوازی تداومی (P=۰/۰۱۳)، گروه کنترل با گروه هوازی تناوبی (P=۰/۰۰۷) و گروه کنترل با گروه ترکیبی (P=۰/۰۱۶) معنادار بود. با بررسی اختلاف میانگین‌های سه گروه تمرینی با گروه کنترل، بیشترین اختلاف میانگین IGF-1، وزن، شاخص توده بدنی، دور کمر، WHR، WHtR، درصد چربی بدن، توده چربی و توده بدون چربی در گروه تمرین تناوبی مشاهده شد. تنها در متغیر دور لگن، بیشترین اختلاف میانگین در گروه تمرین تداومی نسبت به گروه کنترل مشاهده شد. نتیجه بررسی اثر تعاملی ورزشی در پژوهش حاضر نشان داد که تاثیر دو ماه تمرین در مقایسه با گروه کنترل (بدون فعالیت ورزشی منظم) معنادار شده‌است (eta^2=۰/۶۰ و P<۰/۰۰۱).

بحث

با توجه به یافته‌ها، گروه تمرین هوازی تناوبی با بیشترین میزان تغییر نسبت به بقیه گروه‌ها، بر میزان ترکیب بدنی و هورمون IGF-1 بیماران دیابتی نوع ۲ مبتلا به دیابت نوع ۲ تاثیرگذار بود. فعالیت ورزشی موجب تحریک ترشح هورمون GH و به نوبه خود افزایش رها سازی هورمون IGF-1 شده و در نهایت باعث افزایش سوخت و ساز چربی‌ها و کاهش اسیدهای چرب آزاد پلاسما می‌شود.[۲۶] هیچ پژوهشی تاثیر تمرین هوازی تداومی، تمرین هوازی تناوبی و تمرین هوازی ترکیبی بر هورمون IGF-1 بیماران دیابتی نوع ۲ مبتلا به کبد چرب را بررسی نکرده‌است. پژوهشی بر بیماران دیابتی نوع ۲ صورت گرفت که افزایش معناداری در هورمون IGF-1 مشاهده شد،[۸] که مشابه نتایج پژوهش ما بود. اما در پژوهشی که تاثیر تمرین هوازی بر زنان چاق غیرفعال بررسی شده بود، کاهش معناداری در میزان این هورمون مشاهده کردند که خلاف نتایج ما بود.[۹] این پژوهش روی افراد سالم انجام شده‌بود که میزان هورمون IGF-1 در آنها طبیعی بود. در گروه تمرین هوازی تداومی، گروه تمرین هوازی تناوبی و گروه تمرین ترکیبی، کاهش وزن، شاخص توده بدنی، دور کمر، دور لگن، نسبت دور کمر به قد ایستاده، درصد چربی بدن و توده چربی معنادار بود. بهتر شدن ترکیب بدنی در پژوهش‌های الجیفری و همکاران و هالسوورث و همکاران همسو با نتایج پژوهش ما بود.[۱۲،۲۰] اما در پژوهش باکچی و همکاران، شاخص توده بدنی معنادار نشد،[۱۷] که شاید بتوان دلیل آن را انجام تمرین هوازی با شدت کمتر نسبت به پژوهش حاضر (۶۰ تا ۶۵% ضربان قلب بیشینه) بیان کرد. تغییرات WHR در هر سه گروه تمرینی معنادار نبود، در پژوهشی نتایجی همسو با نتایج پژوهش ما به دست آمد.[۲۷] با توجه به این‌که در هر

سه گروه کاهش معناداری در محیط دور کمر و محیط دور لگن وجود داشت، کاهش هر دو این متغیرها می‌تواند باعث معنادار نشدن میزان WHR شده باشد. کاهش درصد چربی بدن و کاهش توده چربی بدن در هر سه گروه تمرینی معنادار بود، اما میزان تغییرات توده بدون چربی بدن در هر سه گروه معنادار نشد. چنگ و همکاران، باکچی و همکاران و هاسوورث و همکاران، نتایج مشابهی با پژوهش حاضر به دست آوردند.[۱۲،۱۷،۱۸] کاهش وزن بر اثر فعالیت ورزشی و تمرین بیشترین تاثیر را در کاهش چربی کبدی بیماران چاق مبتلا به کبد چرب غیرالکلی داشت.[۳]

در پژوهش حاضر تمرین هوازی تناوبی باعث بیشترین تغییر در هورمون IGF-1 و ترکیب بدنی نسبت به تمرین هوازی تداومی و ترکیبی شد. پس از یک دوره تمرین تناوبی سطح هورمون رشد افزایش می‌یابد که ممکن است به افزایش هزینه‌های انرژی و اکسایش چربی کمک کند.[۲۶] فعالیت ورزشی با افزایش ترشح هورمون رشد باعث افزایش رها سازی هورمون IGF-1 نیز می‌شود.[۲۶] هورمون رشد یکی از تنظیم کننده‌های اصلی تولید کبدی هورمون IGF-1، پروتئین متصل شونده ۳ به IGF (IGFBP-3) (که حامل اصلی هورمون IGF-1 در پلاسما است) و زیر واحد حساس به اسید (ALS) است. ALS، مسئول جابه جایی IGF-1 در گردش خون است و IGF-1 و IGFBP-3 را به هم متصل می‌کند.[۲۸] افزون بر تاثیر هورمون رشد بر ترشح هورمون IGF-1، انسولین ممکن است از طریق کنترل تولید کبدی پروتئین پیوندی مهارکننده انسولین و IGF-1 و IGFBP-1 به طور مستقیم بر فعالیت زیستی IGF-1 تاثیر بگذارد.[۲۹] میزان هورمون IGF-1 در بیماران دیابتی نوع ۲ و بیماران کبد چرب غیرالکلی کاهش پیدا می‌کند و این کاهش، عوارض قلبی و عروقی را به دنبال خواهد داشت. فعالیت ورزشی با افزایش این هورمون می‌تواند میزان عوارض را کاهش داده و باعث بهترشدن وضعیت سلامتی این دسته از بیماران شود. یکی از بهترین نتایج فعالیت ورزشی بر غلظت IGF-1 در خون و کبد، افزایش یا پایداری غلظت این هورمون است[۸] که موجب بهتر شدن سلامتی بیماران مبتلا به کبد چرب می‌شود. به طور خلاصه، انجام تمرین تناوبی منجر به افزایش قابل توجه آمادگی هوازی و بی‌هوازی، افزایش ظرفیت عضلات اسکلتی برای اکسایش اسیدهای چرب و افزایش محتوای آنزیم‌های اکسایشی و حساسیت به انسولین می‌شود.[۳۰]

نتیجه‌گیری

در این پژوهش تاثیر سه نوع تمرین هوازی تداومی و تناوبی و ترکیبی بر هورمون IGF-1 و ترکیب بدنی بیماران دیابتی نوع ۲ مبتلا به کبد چرب مقایسه و بررسی شد. با توجه به این‌که بیماران دیابتی با افزایش میزان چربی کبد به عوارض جبران ناپذیری مبتلا می‌شوند، کاهش میزان چربی بدن و کبد می‌تواند از بروز بیماری‌هایی مثل سیروز کبدی جلوگیری کند. بنابراین توصیه می‌شود بیماران دیابتی نوع ۲ که مبتلا به کبد چرب غیرالکلی هستند، فعالیت ورزشی انجام دهند و با توجه به این‌که تمرین هوازی تناوبی بیشترین تاثیر را بر ترکیب بدنی و هورمون IGF-1 دارد، بیماران دیابتی نوع ۲ مبتلا به کبد چرب می‌توانند با انجام این تمرین‌ها به ترکیب بدن و هورمون IGF-1 بهتری دست یابند. یکی از نقاط ضعف پژوهش حاضر بررسی بیماران زن به تنهایی بود که پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های بعدی بیماران مرد نیز در کنار بیماران زن بررسی شوند. افزون بر این تمرین‌ها، می‌توان با بررسی تاثیر تمرین قدرتی و مقاومتی نیز به درک بهتری از فواید تمرینی برای این دسته از بیماران رسید. یکی از مهم‌ترین هورمون‌هایی که تاثیر زیادی بر هورمون IGF-1 دارد، هورمون رشد است و پیشنهاد می‌شود که در پژوهش‌های آینده هر دو این هورمون‌ها بررسی شوند و ارتباط بین این دو هورمون بررسی گردد.

قدردانی

از تمامی آزمودنی‌های شرکت کننده در این پژوهش، به جهت همکاری صمیمانه، تشکر می‌شود.

ملاحظات اخلاقی

پروتکل این مطالعه در کمیته پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی استان تهران به شماره مرجع IR.SSRI.REC.1397.332 تایید شده است.

منابع مالی

منابع مالی این طرح تحقیقاتی توسط نویسندگان تامین شده‌است.

منافع متقابل

مولف اظهار می‌دارد که منافع متقابلی از تالیف و انتشار این مقاله ندارد.

مشارکت مولفان

زهرا بیات و همکاران طراحی، اجرا و تحلیل نتایج مطالعه را عهده داشتند. همچنین، زهرا بیات مقاله را تالیف کرده و عباسعلی گائینی و رضا نوری نسخه نهایی را خوانده و تایید کرده‌اند.

References

1. Chalasani N, Younossi Z, Lavine JE, Diehl AM, Brunt EM, Cusi K, et al. The diagnosis and management of non-alcoholic fatty liver disease: practice Guideline by the American Association for the Study of Liver Diseases, American College of Gastroenterology, and the American Gastroenterological Association. Hepatology. 2012; 55:2005-23. doi: 10.1002/hep.25762
2. Qureshi K, Abrams GA. Metabolic liver disease of obesity and role of adipose tissue in the pathogenesis of nonalcoholic fatty liver disease. World Journal of Gastroenterology. 2007;13(26):3540-53. doi: 10.3748/wjg.v13.i26.3540
3. De Ita JR, Castilla Cortazar I, Aguirre GA, Sanche Z, Yago C, Santos‐Ruiz MO, et al. Altered liver expression f genes involved in lipid and glucose metabolism in mice with partial IGF‐1 deficiency: an experimental approach to metabolic syndrome. Journal of Translational Medicine. 2016;14:3. doi: 10.1186/s12967-015-0684-9
4. Assy N, Pruzansky Y, Gaitini D, Shen OZ, Hochberg Z, Baruch Y. Growth hormone-stimulated IGF-1 generation in cirrhosis reflects hepatocellular dysfunction. Journal of Hepatology. 2008;49:34-42. doi: 10.1016/j.jhep.2008.02.013
5. Seo DI, Jun TW, Park KS, Chang H, So WY, Song W. 12 weeks of combined exercise is better than aerobic exercise for increasing growth hormone in middle-aged women. The International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism. 2010;20(1):21-6. doi: 10.1123/ijsnem.20.1.21
6. Adamek A, Kasprzak A. Insulin-Like Growth Factor (IGF) System in Liver Diseases. International Journal of Molecular Sciences. 2018;19(5):1308. doi: 10.3390/ijms19051308
7. Hagström H, Stål P, Hultcrantz R, Brismar K, Ansurudeen I. IGFBP-1 and IGF-I as markers for advanced fibrosis in NAFLD- a pilot study. Scandinavian Journal of Gastroenterology. 2017;52:1427-34. doi: 10.1080/00365521.2017.1379556
8. Annibalini G, Lucertini F, Agostini D, Vallorani L, Gioacchini A, Barbieri E, et al. Concurrent aerobic and resistance training has anti-inflammatory effects and increases both plasma and leukocyte levels of IGF-1 in late middle-aged type 2 diabetic patients. Oxidative medicine and cellular longevity. 2017 Jun 21;2017. doi: 10.1155/2017/3937842
9. Moazami M, Askari B. Effect of Six Months of Aerobic Exercise on Serum Levels of Insulin, Growth Hormone and Insulin-Like Growth Hormone 1 in Sedentary Obese Women. Medical Laboratory Journal. 2018;12(4):43-8. doi: 10.29252/mlj.12.4.43
10. Jeznach-Steinhagen A, Ostrowska J, Czerwonogrodzka-Senczyna A, Boniecka I, Shahnazaryan U, Kuryłowicz A. Dietary and Pharmacological Treatment of Nonalcoholic Fatty Liver Disease. Medicina (Kaunas). 2019;55(5):166. doi: 10.3390/medicina55050166
11. Johnson NA, Sachinwalla T, Walton DW, Smith K, Armstrong A, Thompson MW, et al. Aerobic exercise training reduces hepatic and visceral lipids in obese individuals without weight loss. Hepatology. 2009;50(4);1105-12. doi: 10.1002/hep.23129
12. Hallsworth K, Thoma C, Hollingsworth KG, Cassidy S, Anstee QM, Day CP, et al. Modified high-intensity interval training reduces liver fat and improves cardiac function in non-alcoholic fatty liver disease: a randomized controlled trial. Clinical science (Lond). 2015;129(12):1097-105. doi: 10.1042/cs20150308

13. Shojaee-Moradie F, Baynes KC, Pentecost C, Bell JD, Thomas EL, Jackson NC, et al. Exercise training reduces fatty acid availability and improves the insulin sensitivity of glucose metabolism. Diabetologia. 2006;50(2):404-13. doi: 10.1007/s00125-006-0498-7
14. Grediagin MA, Cody M, Rupp J, Benardot D, Shern R. Exercise intensity does not effect body composition change in untrained, moderately overfat women. Journal of the American Dietetic Association. 1995;95(6):661-5. doi: 10.1016/s0002-8223(95)00181-6
15. Ramírez-Vélez R, Tordécilla-Danders A, Tellez-T L.A, Camelo-Prieto D, Hernández-Quiñonez PA, Correa-Bautista JE, et al. Effect of moderate versus high-intensity interval exercise training on heart rate variability parameters in inactive Latin American adults: a randomized clinical trial. Journal of Strength and Conditioning Research. Res. 2017. doi: 10.1519/JSC.0000000000001833
16. Banitalebi E, Faramarzi M, Nasiri S. High-Intensity Interval Training Versus Moderate Intensity Combined Training (Resistance and Aerobic) for Improving Insulin-Related Adipokines in Type 2 Diabetic Women. Zahedan Journal of Research in Medical Sciences. 2018;20(10):e68793. doi: 10.5812/zjrms.68793
17. Bacchi E, Negri C, Targher G, Faccioli N, Lanza M, Zoppini G, et al. Both Resistance Training and Aerobic Training Reduce Hepatic Fat Content in Type 2 Diabetic Subjects with Nonalcoholic Fatty Liver Disease (the RAED2 Randomized Trial). Hepatology. 2013;58(4):1287-95. doi: 10.1002/hep.26393
18. Cheng S, Ge J, Zhao C, Le Sh, Yang Y, Ke D, et al. Effect of aerobic exercise and diet on liver fat in pre-diabetic patients with non-alcoholic-fatty-liver-disease: A randomized controlled trial. Scientific Reports7 2017;article number:15952. doi: 10.1038/s41598-017-16159-x
19. Sari-Sarraf V, Aliasgarzadeh A, Naderali MM, Esmaeili H, Naderali EK. A combined continuous and interval aerobic training improves metabolic syndrome risk factors in men. The International Journal of General Medicine. 2015:8;203-10. doi: 10.2147/ijgm.s81938
20. Al-Jiffri O, Al-Sharif FM, Abd El-Kader SM, Ashmawy EM. Weight reduction improves markers of hepatic function and insulin resistance in type-2 diabetic patients with non-alcoholic fatty liver. African Health Sciences. 2013;13(3):667-72. doi: 10.4314/ahs.v13i3.21
21. Conti E, Musumeci MB, De Giusti M, Dito E, Mastromarino V, Autore C, et al. IGF-1 and atherothrombosis: relevance to pathophysiology and therapy. Clinical science (Lond). 2011;120(4):377-402. doi: 10.1042/cs20100400
22. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. British Journal of Nutrition. 1978;40:497-504. doi: 10.1079/bjn19780152
23. Hubert HB, Feinleib M, McNamara PM, Castelli WP. Obesity as an independent risk factor for cardiovascular disease: a 26-year followup of participants in the Framingham Heart Study. Circulation. 1983;67:968-77. doi: 10.1161/01.cir.67.5 .968
24. American Diabetes Association Standards of Medical Care in Diabetes-2017 Lifestyle Management. Diabetes Care. 2017;40(Suppl. 1):S33-S43. doi: 10.2337/dc17-s007
25. Arslan M, Ipekci SH, Kebapcilar L, Dede ND, Kurban S, Erbay E, et al. Effect of Aerobic Exercise Training on MDA and TNF-α Levels in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus. International Scholarly Research Notices. 2014, Article ID 820387, 5 pages. doi: 10.1155/2014/820387
26. Eliakim AL, Nemet D, Zaldivar F, Robert G, Murray M, Floyd L, et al. Reduced exercise-associated response of the GH-IGF-I axis and catecholamines in obese children and adolescents. Journal of Applied Physiology. 2006;100(5):1630-7. doi: 10.1152/japplph ysiol.01072.2005
27. Motahari-Tabari N, Shirvani AM, Shirzad-e-Ahoodashty M, Yousefi-Abdolmaleki E, Teimourzadeh M. The Effect of 8 Weeks Aerobic Exercise on Insulin Resistance in Type 2 Diabetes: A Randomized Clinical Trial Global. Journal of Health Science. 2015;7(1):115-21. doi: 10.5539/gjhs.v7n1p115
28. Baxter RC. Insulin-like growth factor binding proteins in the human circulation: a review. Hormone Reseach. 1994;42:140-4. doi: 10.1159/000184186
29. Brismar K, Fernqvist Forbes E, Wahren J, Hall K. Effect of insulin on the hepatic production of insulin-like growth factor binding protein-1 (IGFBP-1), IGFBP-3, and IGF-I in insulindependent diabetes. Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism. 1994;79(3):872-8. doi: 10.1210/jcem.79.3.7521354
30. Trapp E, Chisholm D, Freund J, Boutcher S. The effects of high-intensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young women. International Journal of Obesity. 2008;32(4):684-91. doi: 10.1038/sj.ijo.0803781