Journal of Health

Vol. 10, No. 4, Winter 2020, Pages 489-503

The Effect of Combined Training (Endurance- Resistance) and Ginger Supplementation on Cardiorespiratory Endurance, Body Composition and Insulin Resistance among Obese Females with Type 2 Diabetes

Askari R*[1], Haghighi A.H[2], Badri N[3]

1. Corresponding Author, Assistant Professor of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran
1. Associate Professor of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran
1. Ph.D of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran
**** Corresponding author.*** Tel: +989155712509, Fax: +985144012607, E-mail: r.askari@hsu.ac.ir

Received: Jul 30, 2018 Accepted: Jun 1, 2019

ABSTRACT

Background & objectives*:* Diabetes mellitus, as a metabolic disease, is associated with impaired insulin resistance index and cardiovascular risk factors. The purpose of this study was to investigate the effect of a concurrent exercise and Ginger supplementation on cardiorespiratory endurance, body composition, and insulin resistance index in obese women with type 2 diabetes.

Methods: 60 women with type 2 diabetes, which had medical records in 2016 in Sabzevar Diabetes Association Centre, were selected with convenient sampling (age: 49.2±5.5 years, BMI: 30.98±3.01 kg/m2) and randomly divided into four groups: Concurrent training groups of high-intensity (resistance training: 75 to 85% of 1RM and endurance training: 70 to 85% HRmax) with Ginger supplementation or placebo, Concurrent training groups of moderate intensity (resistance training: 50 to 74% of 1RM and endurance training: 50 to 70% of HRmax) with Ginger supplementation or placebo. In supplementation groups, the volunteers were recieved daily 800 mg capsules of Ginger Rhizome powder and in placebo groups, a capsule containing Wheat flour twice daily. 24 hours before training and also after 12 weeks, lipid indices (LDL, HDL, TG and Chol), biochemical indices (insulin, glucose and glycosylated hemoglobin), body composition, and cardiorespiratory endurance were measured. Data were analyzed using one-way ANOVA test at significance level of $p<0.05$.

Results: The results showed that in all training groups, the indices of body composition, lipid and cardio-respiratory endurance were significantly improved ($p<0.05$); However, there was no significant difference between groups ($p<0.05$). Insulin resistance was significantly decreased in the high intensity training group+placebo and the moderate intensity training group+supplement compared to the high intensity training group+supplement ($p<0.05$). Hemoglobin glycosylated levels in the high intensity training group+placebo and the moderate intensity training group+placebo were lower than the moderate intensity training group+supplement ($p<0.05$). The levels of glucose in high intensity training group with and without supplement and the moderate intensity training group+placebo were significantly decreased compared to the moderate intensity training group+supplement ($p<0.05$).

Conclusion: It seems that the exercise with both intensity compared with supplementation had an optimal effect on the improvement of indices of cardio-respiratory endurance, body composition, lipid and some glycemic indices, though the moderate intensity training+supplementation was more effective than other groups in improving insulin sensitivity. Therefore, the study of synergistic effects of exercise and supplementation on improvement of the aformentioned indices requires more emphasis on detailed in the future.

Keywords*:* Concurrent Training; Ginger Supplementation; Type 2 Diabetes; Body Composition; Cardiovascular Endurance; Obese Females

اثر یک دوره تمرین ترکیبی (استقامتی- مقاومتی) و مصرف مکمل زنجبیل بر استقامت قلبی تنفسی، ترکیب بدن و مقاومت به انسولین زنان چاق دیابتی نوع دو

رویا عسکری[1]*، امیر حسین حقیقی[2]، ندا بدری[3]

۱. استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران
۲. دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران
۳. دکترای فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران
* نویسنده مسئول. تلفن: ۰۹۱۵۵۷۱۲۵۰۹ فکس: ۰۵۱ ٤٤٠١٢۶٠٧ ایمیل: r.askari@hsu.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: دیابت ملیتوس به عنوان یک بیماری متابولیک با اختلال در شاخص مقاومت به انسولین و فاکتورهای قلبی- عروقی همراه است. هدف تحقیق حاضر تاثیر یک دوره تمرین ترکیبی و مصرف مکمل زنجبیل بر استقامت قلبی- تنفسی، ترکیب بدن و شاخص مقاومت به انسولین زنان چاق دیابت نوع دو بود.

روش کار: تعداد ۶۰ نفر از زنان مبتلا به دیابت نوع دو و دارای پرونده پزشکی در انجمن دیابت سبزوار در سال ۱۳۹۵، (سن: ۵/۲۰±۴۹/۲ سال، شاخص توده بدنی: ۳/۰۱±۳۰/۹۸ کیلوگرم بر مترمربع) به‌صورت نمونه در دسترس انتخاب شدند و به شکل تصادفی در چهار گروه قرار گرفتند: گروه‌های تمرین ترکیبی شدت بالا (تمرین مقاومتی ۷۵ تا ۸۵ درصد یک تکرار بیشینه و تمرین استقامتی ۷۰ تا ۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه) با مصرف مکمل زنجبیل و دارونما، گروه‌های تمرین ترکیبی شدت متوسط (تمرین مقاومتی ۵۰ تا ٧٤ درصد یک تکرار بیشینه و تمرین استقامتی ۵۰ تا ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه) با مصرف مکمل زنجبیل و دارونما. در گروه های مکمل، روزانه کپسول‌های ۸۰۰ میلی‌گرمی پودر ریزوم زنجبیل و در گروه های دارونما، کپسول‌های حاوی آرد گندم در دو نوبت مصرف شد. ٢٤ ساعت قبل و بعد از ۱۲ هفته دوره تمرینی، شاخص‌های لیپیدی (LDL، HDL، TG، Chol)، شاخص‌های بیوشیمیایی (انسولین، گلوکز و هموگلوبین گلیکوزیله)، ترکیب بدنی و استقامت قلبی تنفسی سنجیده شد. داده ها با آزمون Anova یکسویه و در سطح معنی‌داری $p<۰/۰۵$ بررسی شدند.

یافته ها: نتایج نشان دادند در تمامی گروه های تمرینی شاخص های ترکیب بدنی، لیپیدی و استقامت قلبی- تنفسی بهبود معنی داری یافت ($p<۰/۰۵$)؛ اما در بین گروه ها تفاوت معنی داری مشاهده نشد. مقاومت به انسولین در گروه تمرین شدید+ دارونما و تمرین متوسط+ مکمل نسبت به تمرین شدید+ مکمل کاهش معنی داری داشت ($p<۰/۰۵$). مقادیر هموگلوبین گلیکوزیله نیز در گروه تمرین شدید+ دارونما و تمرین شدت متوسط+ دارونما نسبت به تمرین متوسط با مکمل پایین‌تر بود ($p<۰/۰۵$). مقادیر گلوکز خون در گروه های تمرین شدید با و بدون مکمل و تمرین با شدت متوسط+ دارونما نسبت به تمرین با شدت متوسط+ مکمل کاهش معنی داری داشت ($p<۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد تمرین با هر دو شدت در مقایسه با مصرف مکمل بر بهبود شاخص‌های ترکیب بدنی، لیپیدی، استقامت قلبی- تنفسی و برخی شاخص‌های گلیسمی تأثیر بهینه‌ای داشته است. گرچه تمرین با شدت متوسط به همراه مکمل نسبت به سایر گروه‌ها در بهبود حساسیت انسولینی اثرگذاری بیشتری را نشان داد. بنابراین برای بررسی اثرات سینرژیک تمرین در استفاده از مکمل برای بهبود شاخص‌های فوق نیاز به تحقیقات دقیق‌تری در آینده است.

واژه‌های کلیدی: تمرینات ترکیبی، مکمل زنجبیل، دیابت نوع دو، استقامت قلبی تنفسی، ترکیب بدن، زنان چاق

دریافت: ۹۷/۵/۸ **پذیرش:** ۹۸/۳/۱۱

مقدمه

دیابت مجموعه‌ای از ناهنجاری‌های متابولیکی است که به دلیل افزایش مقاومت به انسولین و کاهش انسولین در بافت‌های هدف به ویژه عضلات، هیپرگلایسمی ایجاد می‌گردد (۱). این بیماری با شرایط دیگری نظیر پرفشاری خون، کاهش لیپوپروتئین پرچگال[1] (HDL)، افزایش کلسترول[2] (Chol)، تری‌گلیسرید[3] (TG) و لیپوپروتئین کم چگال[4] (LDL) که از عوامل خطر بیماری‌های قلبی-عروقی هستند؛ همراه می‌باشد (۲). دیابت از جمله بیماری‌های مزمن است که با تغییر فرهنگ مصرف رژیم غذایی و روش زندگی از سنتی به صنعتی، میزان شیوع آن رو به افزایش است. شیوع دیابت در ایران ۸/٤ درصد گزارش شده و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۳۵ به بیش از ۱۲/۳درصد برسد (۳). هم اکنون داروهای متعددی جهت درمان بیماری دیابت ارائه شده است. در این میان گیاه زنجبیل در لیست سازمان غذا و دارو[5] (FDA) به طور معمول داروی سالم[6] معرفی گردیده است (٤). زنجبیل با اثر بر روی کبد باعث کاهش بیوسنتز کلسترول می‌شود و احتمالاً تبدیل کلسترول به اسیدهای صفراوی را تحریک می‌کند و دفع آن را افزایش می‌دهد (۵). از طرفی اثر زنجبیل در پایین آوردن تری‌گلیسرید خون ممکن است هم از طریق افزایش میزان و هم فعالیت لیپوپروتئین لیپاز عروقی باشد که باعث تجزیه تری‌گلیسریدهای موجود در عروق خونی می‌گردد (۶). یکی از اثرات احتمالی دیگر زنجبیل، مهار فعالیت آنزیم گلوکز ۶ فسفاتاز کبدی می‌باشد که منجر به کاهش گلوکز خون می‌گردد (۷). در این زمینه مطالعات متعددی انجام شده است. از جمله روغنی و همکاران، اثربخشی زنجبیل و مشتقات آن را در درمان دیابت قندی و عوارض ناشی از آن گزارش نموده‌اند (۸). همچنین طلایی و همکاران دریافتند که پودر زنجبیل به‌صورت کپسول، سطوح لیپوپروتئین کم‌چگال، گلوکز ناشتا و هموگلوبین گلیکوزیله را در بیماران مبتلا به دیابت کاهش می‌دهد (۹). در مقابل در پژوهش مهلوجی و همکاران مشاهده شد که مصرف ۲ گرم زنجبیل در روز به مدت دو ماه تأثیری بر میزان قند خون ناشتا نداشت (۱۰). از سوی دیگر فعالیت بدنی منظم به عنوان یک عنصر کلیدی در پیشگیری و کنترل دیابت نوع ۲ شناخته شده است (۱۱). تحقیقات نشان داده اند که انقباضات مکرر عضلانی در غیاب انسولین، ورود قند به داخل سلول‌های عضلانی و در نتیجه مصرف را آن تسهیل می‌کنند. با انجام فعالیت‌های ورزشی، سطوح پروتئین‌های ناقل افزایش یافته و باعث کاهش مقاومت به انسولین می‌گردد (۱۲).

آتشک و همکاران در تحقیقی با بررسی اثر تمرینات مقاومتی و مصرف زنجبیل بر برخی عوامل خطرزای قلبی- عروقی در مردان چاق دیابتی نشان دادند که تمرینات مقاومتی و مصرف زنجبیل باعث کاهش معنی‌دار کلسترول تام و مقاومت به انسولین می‌شود (۱۳). اسماعیل زاده و همکاران نیز مشاهده کردند که ۱۰ هفته تمرین استقامتی همراه با مصرف مکمل زنجبیل تأثیر مطلوبی بر ترکیب بدنی و بهبود مقاومت به انسولین در زنان چاق دارای دیابت نوع دو دارد (۱٤). در مقابل اسماعیل و همکاران بعد از ۸ هفته تمرینات مقاومتی تغییر معنی‌داری در مقاومت به انسولین بیماران دیابتی مشاهده نکردند (۱۵). اسدی و همکاران نیز مشاهده کردند که مداخله ۱۰ هفته تمرین هوازی با مصرف مکمل زنجبیل در زنان چاق دیابتی نوع دو تغییر معنی‌داری در انسولین و مقاومت به انسولین ایجاد نمی‌کند (۱۶).

[1] High Density Lipoprotein
[2] Cholesterol
[3] Triglyceride
[4] Low Density Lipoprotein
[5] Food and Drug Administration
[6] Safe

کالج پزشکی- ورزشی آمریکا تأیید کرده است که برنامه‌های توانبخشی برای بیماران دیابتی بهتر است ترکیبی از تمرینات هوازی و مقاومتی باشد که اثرات مفید هر دو نوع تمرین را نیز در بردارد (۱۷). تمرین ترکیبی منجر به کاهش قابل توجهی در مقاومت انسولینی و بهبود تحمل گلوکز کاهش سطوح شاخص توده بدنی و نسبت دور کمر به لگن می‌شود و می‌تواند اثرات مفیدی بر کاهش کلسترول[1] (Chol) و LDL و نیم رخ چربی در بیماران دیابتی داشته باشد (۱۸). با توجه به نتایج متناقض مطالعات عنوان شده و از آنجا که مطالعات اندکی تأثیر همزمان شدت‌های مختلف تمرینی با مصرف مکمل زنجبیل را در زنان چاق دیابتی نوع دو مورد مطالعه قرار داده‌اند، لذا انجام پژوهشی برای مقایسه اثرگذاری سینرژیک تمرینات با شدت مختلف به‌طور موازی همراه با مصرف زنجبیل بر شاخص‌های مرتبط با بیماری دیابت نوع دو ضروری به نظر می‌رسد. در مطالعه حاضر محققین در پی پاسخ به این سوال برآمدند که آیا انجام ۱۲ هفته تمرینات ترکیبی (مقاومتی- هوازی با دو شدت مختلف) با و بدون مصرف مکمل زنجبیل تأثیری بر شاخص‌های لیپیدی و بیوشیمیایی، ترکیب‌بدنی و استقامت قلبی تنفسی در زنان چاق دارای دیابت نوع دو دارد؟ و آیا در شاخص‌های مذکور بین شدت‌های مختلف تمرینی با و بدون مکمل زنجبیل تفاوت معنی‌داری وجود دارد؟

روش کار

روش تحقیق این پژوهش، نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون بود. جامعه آماری تحقیق حاضر شامل کلیه زنان چاق مبتلا به دیابت نوع ۲ بود که به انجمن دیابت شهرستان سبزوار مراجعه کرده بودند. از میان افراد واجد شرایط ۶۰ نفر به عنوان نمونه آماری به صورت تصادفی و با توجه به شرایط ورود به مطالعه انتخاب شدند. معیارهای ورود به مطالعه عبارت بود از: دامنه سنی ۷۰- ۴۰ سال، شاخص توده بدنی بالاتر از ۳۰ ($۳۰\leq BMI <۳۵$)، حداکثر ۱۰ سال سابقه دیابت نوع دو ، قند ناشتا کمتر از ۱۸۰ و قند خون دو ساعته کمتر از ۲۵۰ میلی‌گرم بر دسی لیتر، عدم تزریق انسولین، عدم مصرف مرتب زنجبیل و عدم حساسیت به زنجبیل، عدم شرکت در برنامه‌های ورزشی منظم در طول شش ماهه گذشته و توانایی حضور در مطالعه به مدت سه ماه را داشته باشند. وضعیت سلامت کلی افراد از طریق پرسشنامه سابقه پزشکی و پرسشنامه سلامتی برای شروع فعالیت بدنی ارزیابی گردید.

پرسشنامه سابقه پزشکی دارای سه بخش با تعدادی سوالات در ارتباط با سوابق بیماری و پزشکی آزمودنی‌ها بوده و هدف آن ارزیابی سابقه پزشکی پیش از شروع برنامه ورزشی می‌باشد. پرسشنامه سلامتی برای افراد ۱۵ تا ۶۹ سال مورد استفاده قرار می‌گیرد که در این پرسشنامه فرد پیش از شروع انجام فعالیت بدنی با پاسخ دادن به ۷ پرسش متوجه خواهد شد که آیا قبل از شروع برنامه، باید با دکتر خود مشورت کند یا خیر.

آزمودنی‌ها با استفاده از یک طرح دوسویه کور، به‌صورت تصادفی در در چهار گروه، تمرین ترکیبی با شدت متوسط و مصرف زنجبیل (۱۵نفر)، تمرین ترکیبی با شدت بالا و مصرف زنجبیل (۱۵نفر)، تمرین ترکیبی با شدت متوسط و مصرف دارونما (۱۵نفر)، تمرین ترکیبی با شدت بالا و مصرف دارونما (۱۵نفر) قرار گرفتند. گروه مصرف‌کننده زنجبیل روزانه ۱۶۰۰ میلی گرم پودر ریزوم زنجبیل (یک کپسول ۸۰۰ میلی گرمی بعد از ناهار و یک کپسول ۸۰۰ میلی گرمی بعد از شام) به مدت ۱۲ هفته دریافت می‌کردند (۱۹). گروه دیگر نیز کپسول دارونما (آرد گندم) به همین شکل دریافت کردند. یک هفته قبل از شروع برنامه تمرینی از آزمودنی‌ها اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریک و فیزیولوژیکی شامل

[1] Cholesterol

قد، وزن، شاخص توده بدن و همچنین نسبت دور کمر به لگن گرفته شد. ترکیب بدن با استفاده از کالیپر به روش سنجش چربی زیرپوستی تعیین شد. چربی زیرپوستی از روش سه نقطه ای در نواحی پشت بازو (سه سر)، فوق خاصره و شکم توسط کالیپر مورد اندازه‌گیری قرار گرفت (۲۰). به منظور سنجش عملکرد استقامتی، اکسیژن مصرفی بیشینه (VO_{2max}) از طریق آزمون میدانی یک مایل (۱۶۰۹متر) پیاده‌روی راکپورت محاسبه گردید (۲۱) (رابطه ۱).

دو روز قبل از آزمون، آزمودنی‌ها پرسشنامه یادآمد ۲٤ ساعته غذایی را تکمیل نمودند. به منظور اندازه‌گیری شاخص‌های لیپیدی (LDL، HDL، TG، Chol) و متغیرهای بیوشیمیایی (قند خون ناشتا، انسولین سرم، مقاومت به انسولین، هموگلوبین گلیکوزیله) از خون‌گیری استفاده شد. خون‌گیری با شرایط مشابه در دو مرحله، ٤٨ ساعت پیش و پس از ۱۲ هفته تمرین با و بدون مصرف مکمل زنجبیل و متعاقب ناشتایی ۱۲-۱۰ ساعته شبانه و از طریق ورید پیش آرنجی به مقدار ۸ سی سی انجام شد. به‌منظور سنجش گلوکز ناشتا از کیت پارس‌آزمون با حساسیت ۱ میلی گرم بر دسی‌لیتر و با دستگاه اتوآنالیزور، میزان انسولین از کیت انسانی مونوباند[1] ساخت کشور آمریکا با حساسیت ۰/۷۵ میکرو واحد بر میلی‌لیتر استفاده شد. هموگلوبین گلیکوزیله‌شده[2] (HbA1C) با استفاده از روش رنگ سنجی آنزیمی مورد سنجش قرار گرفت. شاخص مقاومت به انسولین نیز از طریق ارزیابی مدل هموستازی[3] (HOMA-IR) و فرمول مربوطه به دست آمد (۲۲) (رابطه ۲).

برنامه تمرینی

برنامه تمرینی شامل ۱۲ هفته تمرینات ترکیبی (مقاومتی- اینتروال هوازی) با شدت بالا (مقاومتی ۸۵- ۷۵ درصد یک تکرار بیشینه و دویدن با ۸۵-۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه) و تمرینات ترکیبی با شدت متوسط (مقاومتی ٧٤- ۵۰ درصد یک تکرار بیشینه و دویدن با ۷۰- ۵۰ درصد ضربان قلب بیشینه) با و بدون مکمل زنجبیل بود که ۳ جلسه غیرمتوالی در هفته و هر جلسه ۷۰- ۵۵ دقیقه انجام شد. برنامه تمرین گروه ترکیبی با شدت بالا شامل: ۱۰ دقیقه تمرین گرم‌کردن (نرم دویدن، حرکات ترکیبی دست و پا و حرکات کششی)، ۲۰ دقیقه تمرینات مقاومتی و ۱۰ دقیقه سرد کردن، بود. تمرینات مقاومتی شامل: پرس سینه، جلو بازو، پشت بازو، خم‌کردن و بازکردن زانو ، فلای و زیربغل سیم‌کش بود. تمرینات با ۷۵ درصد یک تکرار بیشینه در هفته اول و دوم با ۲ ست ۹-۷ تکراری با فواصل استراحتی ۶۰ ثانیه‌ای بین هر ست و فاصله استراحت ۱۲۰ ثانیه‌ای بین هر ایستگاه شروع شد و هفته‌های سوم و چهارم به بعد تعداد ست‌ها به ۳ افزایش یافت. هر ٤ هفته ۵ درصد به بار اضافه شد تا در هفته دوازدهم یا انتهایی به ۳ ست با ۵-۳ تکرار با ۸۵ درصد یک تکرار بیشینه رسید (جدول ۱). (قدرت یک تکرار بیشینه آزمودنی‌ها از طریق آزمون یک تکرار بیشینه برزیسکی (رابطه ۳) در هر یک از تمرینات مقاومتی اندازه‌گیری شد (۲۳).

[1] Monobind
[2] Hemoglobin A1C
[3] Homeostatic Model Assessment - Insulin Resistance

رابطه ۱)

(ضربان قلب×۰/۱۵۶۵)- (زمان× ۳/۲۶۴۹)- (جنس×۶/۳۱۵)+(سن×۰/۳۸۷۷)- (وزن×۰/۰۷۶۹)-۱۳۲/۸۵۳=حداکثر اکسیژن مصرفی

رابطه ۲) HOMA-IR = انسولین ناشتا (میکروواحد در میلی لیتر) × گلوکز ناشتا (میلی مول در لیتر) / ۲۲/۵

رابطه ۳) معادله یک تکرار بیشینه (کیلوگرم)= وزنه جابجا شده (کیلوگرم) / (۱/۰۲۷۸- تعداد تکرار بیشینه تا خستگی)×۰/۰۲۷)

جدول ۱. برنامه تمرین مقاومتی با شدت بالا

هفته	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم	نهم	دهم	یازدهم	دوازدهم
شدت (درصد1RM)	۷۵	۷۵	۷۵	۷۵	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۵	۸۵	۸۵	۸۵
ست	۲	۲	۳	۳	۲	۲	۳	۳	۲	۲	۳	۳
تکرار	۷-۹	۷-۹	۷-۹	۷-۹	۵-۷	۵-۷	۵-۷	۵-۷	۳-۵	۳-۵	۳-۵	۳-۵
استراحت بین ست (s)	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰

پس از ۲۰- ۱۵ دقیقه استراحت، ۲۰ دقیقه تمرینات اینتروال هوازی، به صورت ۱۲ - ۱۰ تکرار ۱ دقیقه‌ای با شدت ۸۵ -۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه و ۱ دقیقه استراحت فعال بین تکرارها با شدت ٤٠-۳۰ درصد ضربان قلب بیشینه انجام شد. هر ۳ هفته ۵ درصد به بار اضافه شد و تکرار نهایی شد. ضربان قلب آزمودنی‌ها حین تمرین با استفاده از آموزش ضربان‌گیری از ناحیه کاروتید گردن، کنترل شد (جدول ۲).

سن - ۲۲۰ = ضربان قلب بیشینه

برنامه گروه تمرین ترکیبی با شدت متوسط همراه با گروه تمرین ترکیبی شدت بالا با تمرینات مقاومتی مشابه انجام گرفت. تمرینات با ۵۰ درصد یک تکرار بیشینه در هفته اول با ۲ ست ۱۵-۱۳ تکراری با فواصل استراحتی ۶۰ ثانیه ای بین هر ست و فاصله استراحت ۱۲۰ ثانیه ای بین هر ایستگاه شروع شد. در هفته دوم تعداد ست‌ها به ۳ ست افزایش یافت. همچنین هر ۲ هفته ۵ درصد به بار اضافه شد تا در هفته دوازدهم یا انتهایی به ۵-۳ تکرار با ٧٤ درصد یک تکرار بیشینه رسید (جدول ۳).

سپس ۲۰ دقیقه تمرینات تناوبی با شدت متوسط ، به صورت ۱۳-۱۰ تکرار ۱ دقیقه ای با شدت ۷۰-۵۰ درصد ضربان قلب بیشینه و ۱ دقیقه استراحت فعال بین تکرارها با شدت ٤٠-۳۰ درصد ضربان قلب بیشینه انجام شد. هر ۲ هفته ۵ درصد به بار اضافه شد تا در ٤ هفته پایانی شدت و تکرار نهایی اعمال شد (جدول ٤).

جدول ۲. برنامه تمرین اینتروال هوازی با شدت بالا

هفته	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم	نهم	دهم	یازدهم	دوازدهم
شدت (درصد HRmax)	۷۰	۷۰	۷۰	۷۵	۷۵	۷۵	۸۰	۸۰	۸۰	۸۵	۸۵	۸۵
تکرار در دقیقه	۱۰×۱	۱۱×۱	۱۲×۱	۱۰×۱	۱۱×۱	۱۲×۱	۱۰×۱	۱۱×۱	۱۲×۱	۱۰×۱	۱۱×۱	۱۲×۱
استراحت بین تکرارها (s)	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰

جدول ۳. برنامه تمرین مقاومتی با شدت متوسط

هفته	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم	نهم	دهم	یازدهم	دوازدهم
شدت (درصد 1RM)	۵۰	۵۰	۵۵	۵۵	۶۰	۶۰	۶۵	۶۵	۷۰	۷۰	٧٤	٧٤
ست	۲	۳	۲	۳	۲	۳	۲	۳	۲	۳	۲	۳
تکرار	۱۳-۱۵	۱۳-۱۵	۱۱-۱۳	۱۱-۱۳	۹-۱۱	۹-۱۱	۷-۹	۷-۹	۵-۷	۵-۷	۳-۵	۳-۵
استراحت بین ست (s)	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰

جدول ٤. برنامه تمرین اینتروال هوازی با شدت متوسط

هفته	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم	نهم	دهم	یازدهم	دوازدهم
شدت (درصدHRmax)	۵۰	۵۰	۵۵	۵۵	۶۰	۶۰	۶۵	۶۵	۷۰	۷۰	۷۰	۷۰
تکرار در دقیقه	۱۰×۱	۱۱×۱	۱۰×۱	۱۱×۱	۱۰×۱	۱۱×۱	۱۰×۱	۱۱×۱	۱۰×۱	۱۱×۱	۱۰×۱	۱۱×۱
استراحت‌بین تکرارها (s)	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰

روش آماری

از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف برای تعیین طبیعی‌بودن توزیع متغیرهای موجود در تحقیق استفاده شد. از آزمون آماری تحلیل آنوای یک‌سویه برای مقایسه گروه‌ها در شاخص‌های مورد نظر، آزمون تعقیبی توکی برای شناسایی تفاوت جفت گروه‌ها و آزمون تی وابسته برای تعیین تغییرات درون گروهی استفاده شد. کلیه عملیات آماری توسط نرم افزار SPSS-22 انجام گرفت و سطح معنی‌داری آلفا برابر با ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته ها

خصوصیات آنتروپومتری آزمودنی‌ها در چهار گروه تمرینی با استفاده از آمار توصیفی، میانگین سن، قد و وزن آزمودنی‌ها محاسبه و نتایج در جدول ۵ ارائه گردیده است. همچنین نتایج آماری متغیرهای تحقیق در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون در جدول ۶ آورده شده است (گروه ۱: تمرین شدت بالا+ مکمل زنجبیل، گروه ۲: تمرین شدت متوسط+ مکمل زنجبیل، گروه ۳: تمرین شدت بالا+ دارونما، گروه ٤: تمرین شدت متوسط+ دارونما).

جدول ۵. مشخصات دموگرافیک و آمادگی جسمانی در گروه‌های تحقیق

گروه‌ها / ویژگی‌ها	تمرین شدت بالا + مکمل	تمرین شدت متوسط + مکمل	تمرین شدت بالا + دارونما	تمرین شدت متوسط + دارونما
سن (سال)	۵۰/٤۱±۲/۷٤	٤۹/۱۲±۳/۳۰	٤۸/۲۵±۸/۱۶	۵۰/۱۲±۳/۲۷
قد (متر)	۱/۵۷ ±۰/۰۷	۱/۵۵ ±۰/۰۶	۱/۵۵ ±۰/۰۳	۱/۵۸±۰/۰٤
سابقه دیابت (سال)	۸/٤۲±٤/۱	۹/٤±۳/٤۵	۸/۱۲±٤/۲۶	۸/۳۳±۵/۱۵

جدول ۶. نتایج آزمون‌های آماری بر متغیرهای تحقیق در مراحل پیش آزمون و پس آزمون

متغیرها	M±SD		P			
	گروه‌ها	پیش آزمون	پس آزمون	درون گروهی	بین گروهی	پیش گروهی	توزیع داده‌ها
وزن (کیلوگرم)	۱	۷۸±۵/۷٤	۷۳/۶٤±۵/۶۶#	۰/۰۰۱	۰/۵٤	۰/۵۲	۰/۳۵
	۲	۷۷/۱۳±۶/۸۹	۷۱/۳۳±۶/۵#	۰/۰۰۰۱			
	۳	۷٤/۱۳±۷/۲۶	۷۱/۲۵±۶/۰۷#	۰/۰۵			
	٤	۷۹/۶۳±۱۱/۵۰	۷۶/۵۰±۱۱/۶۹#	۰/۰۰۵			
نسبت کمر به لگن	۱	۱/۰۲±۰/۱۸	۰/۹۶±۰/۱۶#	۰/۰۱	۰/۸٤	۰/۹	۰/۰۰۰۱
	۲	۰/۹۷±۰/۰۸	۰/۸۹±۰/۰۹#	۰/۰۲			
	۳	۰/۹۷±۰/۰۲	۰/۹۳±۰/۰۱#	۰/۰۳			
	٤	۰/۹۵±۰/۰۹	۰/۹۲±۰/۰۹#	۰/۰۰۳			
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	۱	۳٤/۱٤±۳/۱۳	۳۱/۲۸±۳/۱٤#	۰/۰۰۱	۰/۱	۰/۱۳	۰/۸۵
	۲	۳۱±۳/۱۶	۲۷/۱۶±۲/۹۲#	۰/۰۰۲			
	۳	۳۰/۵٤±۱/۹۰	۲۹/۳۸±۱/۷۵#	۰/۰۵			
	٤	۳۱/۷۱±۳/۶۸	۳۰/٤۶±۳/۸۱#	۰/۰۰۶			
چربی بدن (درصد)	۱	۳۶/۱۳±۳/٤۸	۳۳/۵±٤/۰۳#	۰/۰۱	۰/٤٤	۰/۷۲	۰/۰۳
	۲	۳٤/۹۱±۱/۲۱	۳۱/۵۱±۲/٤۵#	۰/۰۲			
	۳	۳٤/۸۱±۱/۶۸	۳۳/۲۹±۲/۱۵#*	۰/۰۰۳			
	٤	۳۵/۸۱±۱/۶۹	۳۳/۹۱±۲/۵۶#*	۰/۰۱			

حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی لیتر بر کیلوگرم در دقیقه)	۱	۲۲/۰۶±۱/۳۲	۲۷/۱۷±۲/۷۹[#]	۰/۰۰۰۱	۰/۰۹	۰/۵۷	۰/۰۵۹
	۲	۲۲/۹۵±۱/۱۷	۲۷/۵۲±۲/۶۵[#]	۰/۰۰۰۱			
	۳	۲۰/۵۹±۱/۹	۲۴/۲۷±۱/۴۱[#]	۰/۰۱			
	۴	۲۱/۱۱±۱/۹۶	۲۶/۱۷±۲/۵۱[#]	۰/۰۱			
قند خون ناشتا (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	۱	۱۵۲/۶۲±۴۰/۵۳	۱۴۴/۶۲±۲۸/۸۴	۱	۰/۰۱	۰/۸۲	۰/۰۲
	۲	۱۶۶±۴۲/۲۳	۱۷۱/۱۶±۱۱/۳۳[‡†]	۰/۷۵			
	۳	۱۱/۲۶±۱۶۰/۸۸	۱۲/۲۴±۱۵۱/۵۰[#]	۰/۰۱			
	۴	۱۵/۰۸±۱۵۳/۸۸	۱۱/۵۲±۱۴۲/۷۵[#]	۰/۰۲			
هموگلوبین گلیکوزیله (درصد)	۱	۶/۹۴±۱/۴۱	۶/۶۶±۱	۱	۰/۰۱	۰/۸۲	۰/۰۲
	۲	۶/۴۱±۱/۴۷	۷/۵۹±۰/۳۹[‡†]	۰/۷۵			
	۳	۷/۲۲±۰/۳۹	۶/۹۰±۰/۴۲[#]	۰/۰۱			
	۴	۶/۹۸±۰/۵۲	۶/۵۹±۰/۴۰[#]	۰/۰۲			
انسولین واحد در میلی‌لیتر) (میکرو	۱	۱۴/۱۱±۶/۰۹	۱۷/۱۶±۶/۷[#‡†]	۰/۰۵	۰/۰۰۳	۰/۰۲	۰/۰۱
	۲	۱۲/۵±۱/۹۱	۱۰/۹۱±۵/۱۱	۰/۴۶			
	۳	۸/۵۳±۲/۹۶	۷/۳۰±۱/۶۴[#]	۰/۰۵			
	۴	۸/۳۴±۲/۳۸	۷/۱۹±۱/۵۱[#]	۰/۰۱			
مقاومت به انسولین	۱	۴/۹۹±۱/۷۳	۶/۱۱±۲/۷۳[‡†#]	۰/۰۵	۰/۰۰۲	۰/۰۲	۰/۰۳
	۲	۵/۱۲±۱/۵۴	۴/۶۷±۲/۳۲	۰/۹۱			
	۳	۳/۳۸±۱/۱۶	۲/۷۴±۰/۶۵[#]	۰/۰۱			
	۴	۳/۱۰±۰/۶۱	۲/۵۱±۰/۴۳[#]	۰/۰۳			
لیپوپروتئین کم چگال (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	۱	۱۲۲±۱۷/۶۴	۱۲۱/۶۲±۲۴/۱۷	۰/۹۶	۰/۲۶	۰/۱۸	۰/۰۲
	۲	۱۱۷/۵±۲۷/۴۷	۱۱۳/۸۳±۲۷/۸۳	۰/۷۴			
	۳	۱۴۷±۳۳/۴۱	۱۴۸/۸۵±۳۲/۹	۰/۴۹			
	۴	۱۳۳/۸±۳۲/۷۶	۱۳۵/۵±۳۰/۲۳	۰/۸۳			
لیپوپروتئین پر چگال (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	۱	۳۵/۳۶±۸/۶۸	۳۱/۷±۵/۰۴	۰/۴۸	۰/۴۱	۰/۰۱	۰/۰۰۰۱
	۲	۳۱/۰۸±۴/۵۵	۲۹/۱۶±۰/۶۸	۰/۶۸			
	۳	۳۰/۷۷±۳/۱۹	۲۸/۷۱±۰/۵[#]	۰/۰۲			
	۴	۲۸/۷۷±۰/۹۶	۲۸/۷۲±۰/۷۱	۰/۹۴			
تری گلیسیرید (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	۱	۱۸۱/۶۲±۳۷/۶۵	۱۲۷/۷۵±۲۳/۹۴[#]	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۱۳	۰/۱۵
	۲	۱۲۹/۳۳±۴۸/۶۷	۱۲۳/۱۶±۲۴/۲	۰/۷۴			
	۳	۱۵۱/۷۱±۴۸/۶۷	۱۴۹/۲۸±۳۴/۷۵	۰/۸۶			
	۴	۱۸۵±۵۶/۹۴	۱۸۷/۱۲±۴۳/۰۱	۰/۹			
کلسترول (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	۱	۱۸۷/۷۵±۲۸/۲۱	۱۸۳/۷۵±۲۱/۰۶	۰/۶۷	۰/۱۱	۰/۱۵	۰/۰۴
	۲	۱۷۱/۱۶±۳۱/۳۷	۱۷۱/۱۶±۲۷/۵۳	۰/۹۱			
	۳	۲۱۲/۴۲±۳۹/۱۷	۲۱۱/۱۴±۳۷/۹۴	۰/۷۹			
	۴	۲۰۱/۱۲±۳۱/۴۸	۲۰۶/۱۲±۳۷/۴۹	۰/۵۲			

* تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه ۱ (تمرین شدت بالا + مکمل زنجبیل) (P≤۰/۰۵)،
* تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه ۲ (تمرین شدت متوسط + مکمل زنجبیل) (P≤۰/۰۵)،
† تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه ۳ (تمرین شدت بالا + دارونما) (P≤۰/۰۵)،
‡ تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه ۴ (تمرین شدت متوسط + دارونما) (P≤۰/۰۵)،
# تفاوت معنی‌دار نسبت به پیش آزمون (P≤۰/۰۵).

بحث

یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد ۱۲ هفته تمرینات ترکیبی با شدت‌های مختلف منجر به کاهش معنی‌دار سطوح شاخص‌های آنتروپومتری از جمله وزن بدن، شاخص توده بدنی، درصد چربی و نسبت کمر به لگن نسبت به حالت پایه در زنان مبتلا به دیابت نوع دوم گردید، اما تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها مشاهده نشد. این یافته‌ها همسو با نتایج برخی مطالعات می‌باشد (۲۶-۲۴). اسدی و همکاران کاهش معنی‌داری در سطوح شاخص‌های مذکور در زنان

میانسال چاق مبتلا به دیابت نوع دوم پس از تمرینات هوازی به همراه مصرف مکمل زنجبیل گزارش کردند (۱۶). زارعی و همکاران دریافتند که بعد از ۱۲ هفته تمرینات ترکیبی با شدت‌های مختلف (گروه ۱: هوازی با شدت ۸۰-۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب و مقاومتی با شدت ۶۰-۵۰ درصد یک تکرار بیشینه، گروه ۲: هوازی با شدت ۷۰-۶۰ درصد حداکثر ضربان قلب و مقاومتی با شدت ۷۰-۶۰ درصد یک تکرار بیشینه، گروه ۳: هوازی با شدت ۶۰-۵۰ درصد حداکثر ضربان قلب و مقاومتی با شدت ۸۰-۷۰ درصد یک تکرار بیشینه) تغییر معنی‌داری بین گروه‌ها در وزن بدن، شاخص توده بدنی، درصد چربی و نسبت کمر به لگن مردان مبتلا به دیابت نوع دوم مشاهده نشد (۲۵). رجبی و همکاران بعد از اجرای ۸ هفته تمرین هوازی، سه روز در هفته، کاهش متغیرهای وزن، چربی بدن و شاخص توده بدنی را در زنان چاق دیابتی نوع ۲ گزارش کردند(۲٤). با این حال یافته‌های برخی از مطالعات مغایر با نتایج مطالعه حاضر بود (۲۶،۲۷). جرج و همکاران دریافتند که ۱۲ هفته تمرینات ترکیبی (مقاومتی- هوازی) منجر به کاهش معنی‌دار وزن بدن، شاخص توده بدنی، درصد چربی و نسبت کمر به لگن در بیماران مبتلا به دیابت نوع دوم نمی‌شود. همچنین در مطالعه افراد دیابتی، یوسفی پور و همکاران بعد از ۸ هفته تمرین ترکیبی (هوازی با شدت ۸۰-۶۰ درصد ضربان قلب بیشینه و مقاومتی با تمرینات ایزوتونیک در ۳ ست ۸ تا ۱۲ تکراری) در هیچ یک از گروه‌ها، تغییر معنی‌داری در وزن و شاخص توده بدنی مشاهده نکردند (۲۷).

شاید دلایل تناقض یافته‌های این محققان با نتایج مطالعه حاضر را بتوان مرتبط با تفاوت در شدت، حجم و مدت تمرین، برنامه‌های تمرینی متفاوت (مانند تمرینات ترکیبی در مقابل تمرینات هوازی و مقاومتی به صورت مجزا)، کنترل یا عدم کنترل رژیم غذایی نمونه‌ها و احتمال دخالت یا عدم دخالت دادن برنامه غذایی همراه با ورزش (مصرف مکمل زنجبیل در دو گروه تمرینی در مطالعه حاضر)، روش‌های متفاوت اندازه‌گیری شاخص‌های مذکور، تعداد و نوع نمونه‌های مورد مطالعه، مقادیر متفاوت شاخص توده بدنی، سن و وضعیت جسمانی آزمودنی‌ها در نظر گرفت.

کاهش سطوح شاخص‌های ترکیب بدنی مذکور در تحقیق حاضر را می‌توان به اثر سینرژیک تمرینات هوازی و مقاومتی بر ترکیب بدن نسبت داد. به نحوی که تمرینات به صورت ترکیبی (هوازی- مقاومتی) می‌توانند اثرات مضاعف ناشی از سازوکارهای جبرانی هر دو نوع ورزش را اعمال کند که ممکن است ناشی از حجم بیشتر تمرینات ترکیبی و اثرات اضافی بر کنترل گلیسمیک باشد (۲۸). کاهش درصد چربی بدن در مطالعه حاضر را می‌توان با این فرضیه پیشنهادی توضیح داد که تمرینات مقاومتی فیبرهای عضلانی اسکلتی را به‌کار می‌گیرند که منجر به هیپرتروفی هرچه بیشتر می‌گردد. افزایش توده عضلانی بدن، ظرفیت ذخایر اضافی گلیکوژن یا مکانیسم‌هایی را فراهم می‌کند که موجب بهبود حساسیت به انسولین و افزایش میزان متابولیسم در حال استراحت RMR در بیماران دیابتی می‌شود (۲۹،۳۰). همچنین انجام تمرینات ترکیبی هوازی- مقاومتی منجر به افزایش لیپولیز و مصرف چربی‌های ذخیره بدن به دلیل تغییرات هورمونی موثر بر لیپولیز (افزایش هورمون رشد بر اثر فعالیت‌های هوازی و مقاومتی، افزایش فعالیت لیپاز حساس به هورمون و تأثیر کاتکولامین‌ها بر اکسایش چربی) می‌شود (۳۱).

در ارتباط با کاهش معنی‌دار WHR در تمامی گروه‌های تمرینی تحقیق حاضر، نتایج کالری مصرفی حاکی از افزایش معنی‌دار کالری مصرفی در تمامی گروه‌ها است که نتیجه در افزایش سوخت و ساز بدن، بالارفتن هزینه انرژی و برداشت چربی‌های ذخیره ای دارد و می‌تواند از دلایل کاهش WHR در

آزمودنی‌ها باشد. اما عدم معناداری این شاخص در بین گروه‌ها به نظر می‌رسد به دلیل تغییرات مشابه در توزیع چربی در خانم‌ها، برداشت چربی‌ها به‌عنوان منبع انرژی، گیرنده‌های بتا آدرنرژیک و توزیع آنها در چربی‌های ذخیره‌ای باشد. همچنین ممکن است تغییرات مشابه در میزان چربی زیرپوستی و کاهش این شاخص با نسبت‌های نزدیک در تمامی گروه‌ها منجر به عدم تفاوت معنی‌دار بین گروه‌ها شده باشد.

در مطالعه حاضر، تغییر معنی‌دار و قابل انتظار در شاخص‌های ترکیب بدنی بین گروه‌های مختلف تمرینی (گروه تمرین شدت بالا با و بدون مصرف مکمل زنجبیل، گروه تمرین شدت متوسط با و بدون مصرف مکمل زنجبیل) مشاهده نشد. احتمال می‌رود که به‌دلیل اثر دوز مصرفی، نوع زنجبیل (پودر، عصاره نژاد گیاه و تفاوت در مواد موثر در آنها) و طول دوره مصرف آن در گروه‌های مکمل، اثرات مثبت بیشتر مورد انتظار مصرف مکمل زنجبیل بر شاخص‌های آنتروپومتری در مقایسه با گروه‌های دارونما مشهود نباشد. همچنین به نظر می‌رسد به دلیل همسوبودن تغییرات برخی اجزای ترکیب بدن، تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های تمرینی مشاهده نشده است.

یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها بعد از اجرای ۱۲ هفته تمرینات ترکیبی با شدت‌های مختلف در تمامی گروه‌های تمرینی به طور معنی‌داری افزایش یافته است، با این حال تفاوتی بین گروه‌ها مشاهده نشد. این یافته‌ها همسو با نتایج برخی مطالعات می‌باشد (۱۸،۲۵،۲۶). زارعی و همکاران نشان دادند که بعد از ۱۲ هفته تمرینات ترکیبی با شدت‌های مختلف، VO_{2max} افزایش معنی‌داری می‌یابد؛ اما بین گروه‌های تمرینی تفاوتی مشاهده نشد (۲۵). همچنین یاوری و همکاران بهبود معنی‌دار این شاخص را بعد از ۱۲ هفته تمرین ترکیبی به صورت ۳ جلسه در هفته (۲ جلسه تمرین هوازی با ۵۰ تا ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب و یک جلسه تمرین مقاومتی با ۶۰-۴۰ درصد یک تکرار بیشینه) مشاهده کردند (۳۱). اما برخی مطالعات محدود نیز عدم بهبود معنی‌دار VO_{2max} را بعد از تمرینات ترکیبی در این بیماران گزارش دادند (۲۶،۲۷). در مطالعه جرج و همکاران افزایش معنی‌دار VO_{2max} فقط در گروه تمرینات هوازی بعد از ۱۲ هفته مشاهده شد، در حالی که در گروه تمرینات ترکیبی و مقاومتی این نتایج حاصل نگردید (۲۷). بول و همکاران در یک مطالعه فراتحلیلی عنوان کردند که هر دو نوع تمرینات هوازی و مقاومتی می‌توانند موجب بهبود VO_{2max} در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو شود، اما این افزایش در تمرینات هوازی بیشتر می‌باشد (۳۲). اختلاف نتایج ممکن است به شدت، حجم و نوع تمرینات استفاده شده مرتبط باشد. به نظر می‌رسد یکی از عوامل عدم مشاهده تفاوت معنی‌دار VO_{2max} بین گروه‌ها، بالاتربودن شدت تمرینات مقاومتی در گروه‌هایی باشد که تمرینات هوازی را با شدت پایین‌تر اجرا کرده‌اند، زیرا تمرینات مقاومتی تا حدی منجر به افزایش توان هوازی در بیماران دیابت نوع دوم می‌شود (۳۳). افزایش VO_{2max} نسبت به قبل از فعالیت ورزشی را می‌توان نتیجه سازگاری دستگاه قلبی- عروقی عضلانی و متابولیک با فعالیت‌های ورزشی شامل افزایش ظرفیت اکسایشی عضله، افزایش میزان کل هموگلوبین، افزایش سوخت چربی و کاهش گلیکولیز، افزایش حجم ضربه‌ای، به علاوه افزایش اختلاف اکسیژن خون سرخرگی- سیاهرگی، افزایش فعالیت آنزیم‌های چرخه کربس و دستگاه انتقال الکترون، افزایش تعداد و اندازه میتوکندری، افزایش بافت عضلانی و کارآیی آن‌ها دانست (۳۴).

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که بین تغییرات شاخص‌های LDL, HDL, TG, Chol در گروه‌های مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، اما مقادیر TG تنها در گروه تمرین ترکیبی با شدت بالا

همراه با مکمل زنجبیل نسبت به مقادیر پایه کاهش معنی‌داری نشان داد و البته نتیجه شگفت انگیز این بود که مقادیر HDL در گروه تمرین با شدت بالا بدون مصرف مکمل زنجبیل، کاهش معنی‌داری را نسبت به مقادیر پایه نشان داد. مهلوجی و همکاران موافق با نتایج تحقیق حاضر به دنبال مصرف روزانه ۲ گرم زنجبیل به مدت ۲ ماه شاهد کاهش مقادیر TG در بیماران دیابتی نوع ۲ بودند (۱۰). اما برخلاف مطالعه حاضر، کاهش LDL و Chol تام را هم گزارش کردند. همچنین نصیری و همکاران به دنبال تمرینات ترکیبی تغییرات بین گروهی معنی‌داری در مقادیر نیمرخ لیپیدی زنان دیابتی نوع دو مشاهده کردند و فقط در میزان HDL تفاوت معناداری مشاهده نشد (۳۵). از آنجایی که در این تحقیق علاوه بر مصرف زنجبیل دوره‌های تمرینی مقاومتی-هوازی با دو شدت مختلف هم اعمال شد، می‌تواند به عنوان یک محرک فیزیولوژیکی مطرح بوده و دوره‌های سازگاری متفاوت در افراد، سبب ایجاد تغییرات باشد.

اثر ضد التهابی زنجبیل احتمالاً با مهار سیکواکسیژناز و افزایش فعالیت نیتریک اکساید سنتاز و مهار پروستوگلاندین‌ها همراه است که البته ترکیبات شوگال‌ها و جینگرول‌ها در زنجبیل عامل این اثرات است (۳۶). توانایی زنجبیل برای کاهش TG را احتمالاً بتوان با افزایش حرکات دودی روده مرتبط دانست و از طرفی هم با مهار آنزیم لیپاز جذب چربی را در روده‌ها کاهش می‌دهد. مکانیسم بعدی می‌تواند افزایش بیان و فعالیت آنزیم لیپوپروتین لیپاز عروقی باشد که تجزیه آن را در عروق افزایش داده و از مقادیر خونی آن می‌کاهد (۳۷). زنجبیل با کاهش بیان پروتئین‌هایی در کبد که مسئول تبدیل کربوهیدرات‌های اضافی به تری گلیسرید هستند، سبب کاهش بیان ژن پروتین‌های گلوکوژنیک و لیپوژنیک و در نتیجه کاهش چربی کبدی و کاهش TG و بهبود مقاومت انسولینی می‌شود (۳۸). با توجه به اینکه در تحقیق حاضر تنها تمرین ترکیبی با شدت بالا به همراه مصرف مکمل زنجبیل، سبب تغییر بهینه TG شد، احتمالاً بتوان گفت که محرک «عامل شدت» ویژگی تاثیرگذاری در کنار مصرف زنجبیل بر تغییرات بهینه TG باشد.

گفته می‌شود تمرینات ترکیبی عامل افزایش بیشتری در فعالیت آنزیم لیپوپروتین لیپاز باشد (۳۷). در شرایط طبیعی شدت بالای تمرین بیش از شدت پایین سبب تاثیرگذاری بر سطوح HDL می‌شود (۳۹). کاهش فعالیت هپاتیک لیپاز یکی از اثرات آن است، اما در پژوهش حاضر شاید عامل بیماری دیابت بر سطوح فعالیت این آنزیم اثر داشته و لذا در طی دوره تغییری در این عامل مشاهده نگردید. از طرفی گفته می‌شود انجام تمریناتی بیش از ۱۲ هفته می‌تواند این جزءِ از نیمرخ چربی را تحت تاثیر قرار دهد. بنابراین مدت تمرینی هم می‌تواند بر نتایج حاضر اثرگذار باشد (۴۰). برخی پژوهش‌ها اثر معنی‌داری از زنجبیل بر HDL را گزارش نمی‌دهند. شاید دلیل آن این است کهHDL کمتر تحت تاثیر اجزای رژیم غذایی قرار می‌گیرد. البته گفته می‌شود که زنجبیل با افزایش ذرات LDL و کاهش برداشت آنها توسط ماکروفاژها عامل جلوگیری از آتروژنز باشد اما چگونگی تاثیر آن بر مقادیر LDL مشخص نیست (۴۱ ، ۳۸). از آنجایی که شایع‌ترین اشکال دیس لیپیدمی در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲، بالابودن TG و کاهشHDL است، به نظر می‌رسد تمرینات با شدت بالا و مصرف مکمل زنجبیل اثرات سینرژیکی را بر مکانیسم‌های کاهنده اعمال نموده‌اند، اما کاهش غلظت کلسترول وابسته به کنترل مصرف انرژی است (۴۲).

در پژوهش حاضر مقادیر دریافت کالری در گروه‌های مورد مطالعه نسبت به حالت پایه افزایش نشان داد، گرچه هزینه انرژی این افراد هم افزایش داشته اما ممکن است عدم تغییر کلسترول تام را ناشی از این موضوع دانست. البته نوع تمرین نیز مهم

است، تحقیقاتی که از تمرینات هوازی استفاده کرده‌اند و شدت آستانه هم اعمال شده است، معمولاً کاهش کلسترول را گزارش می‌دهد (۴۲،۳۸). با توجه به مطالب عنوان‌شده، احتمالاً دوز مصرف زنجبیل، شرایط آزمودنی‌ها، میزان کالری مصرفی و هزینه انرژی نوع مواد غذایی، ویژگی‌های تمرینی مثل شدت، بار تمرین، مدت تمرین، نوع و کیفیت تمرین‌های ورزشی بتواند عامل ایجاد تغییرات در نیمرخ لیپیدی افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ باشد.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج مطالعه حاضر به نظر می‌رسد تمرین با هر دو شدت در مقایسه با مصرف مکمل بر بهبود شاخص‌های ترکیب بدنی، لیپیدی، استقامت قلبی-تنفسی و برخی شاخص‌های گلیسمی تأثیر بهینه‌ای داشته است. گرچه تمرین با شدت متوسط به همراه مکمل نسبت به سایر گروه‌ها در بهبود حساسیت انسولینی اثرگذاری بیشتری را نشان داد و همچنین شدت بالای تمرین همراه با مکمل کاهش TG را بدنبال داشت. بنابراین برای بررسی اثرات سینرژیک تمرین در استفاده از مکمل برای بهبود شاخص‌های فوق، نیاز به تحقیقات دقیق‌تری در آینده است.

از جمله محدودیت‌های مطالعه حاضر می‌توان به عدم کنترل دقیق میزان فعالیت روزانه آزمودنی‌ها به غیر از پروتکل تمرینی، عدم کنترل دقیق داروها و رژیم غذایی افراد اشاره نمود.

تشکر و قدردانی

نگارندگان از معاونت محترم پژوهشی و تمامی اعضای این حوزه در دانشگاه حکیم سبزواری، کلیه همکاران بخش پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی سبزوار و افرادی که در انجام این طرح یاری کردند؛ به خاطر همکاری صمیمانه آن‌ها سپاسگزاری می‌نمایند. همچنین، از بیماران محترم که در طول مطالعه پژوهشگران را همراهی نمودند قدردانی می‌شود. مطالعه حاضر در کمیته اخلاق پژوهشی دانشگاه حکیم مورد بررسی قرار گرفت و با کد طرح ۱۴۹ و شماره قرارداد ۹۴ /د ۹۴۲۳ مورد تایید قرار گرفت.

References

1- Inzucchi SE, Bergenstal RM, Buse JB, Diamant M, Ferrannini E, Nauck M, Matthews DR. Management of hyperglycemia in type 2 diabetes: a patient-centered approach: position statement of the American Diabetes Association (ADA) and the European Association for the Study of Diabetes (EASD). *Diabetes Spectrum*, 2012; 25(3): 154-171.

2-Thomson M, Al-Qattan KK, Al-Sawan SM, Alnaqeeb MA, Khan I, Ali M. The use of ginger (Zingiber officinale Rosc.) as a potential anti-inflammatory and antithrombotic agent. Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids. 2002;67(6):475-8.

3- Guariguata L, Whiting DR, Hambleton L, Beagley J, Linnenkamp U, Shaw JE. Global estimates of diabetes prevalence for 2013 and projections for 2035. Dibetes research and clinical practice. 2014;103:137-49.

4- Tavakol Afshari J, Moheghi N, Brook A. Ethanolic extract cytotoxic effect of Zingiber officinale in hepatocellular carcinoma (HEPG2) cell line. Avicenna J Clin Med. 2010;17(3) :52-6.

5- Verma SK, Bordia A, Singh M, Jain P. Protective effect of ginger, zingiber officinale Rosc on experimental atherosclerosis in rabbits. Indian J Exp Biol. 2004;42(7):736-8.

6- Bhandari U, Kanojjia R, Pillai KK. Effect of ethanolic extract of zingiber officinale on dyslipidaemia in diabetic rats. J of Ethnopharmacol. 2005;97(2):227-30.

7- Zhang XF, Tan BKH. Effects of an ethanolic extract of Gynura procumbens on serum glucose, cholesterol and triglyceride levels innormal and streptozotocin- induced diabetic rats. Singapore Med J. 2003;41(1): 1-6.

8- Roghani M, Baluchnejadmojarad P, Roghani-Dehkordi F. Antihyperglycemic and antihyperlipidemic effect of chronic administration of hesperetin in diabetic rats. Journal of Babol University of Medical Sciences. 2010;12(4):21-6. [Persian]
9-Talaei B, Mozaffari-Khosravi H, Jalali B, Mahammadi M, Najarzadeh A, Fallahzadeh H. The effect of ginger on blood glucose, lipid and lipoproteins in patients with type 2 diabetes: A double-blind randomized clinical controlled trial. Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences. 2012;20(3):383-95. [Persian]
10-Mahluji S, Attari VE, Mobasseri M, Payahoo L, Ostadrahimi A, Golzari SE. Effects of ginger (Zingiber officinale) on plasma glucose level, HbA1c and insulin sensitivity in type 2 diabetic patients. Int J Food Sci Nutr. 2013 ; 64(6):682-6.
11- Mahmoud S, Kader AE, Gari MA. Metabolic control response to weight reduction in obese non-insulin dependent diabetic patients. World Journal of Medical Sciences. 2009; 4: 98-103.
12- Kim HJ, Lee JS, Kim CK. Effect of exercise training on muscle glucose transporter 4 proteins and intramuscular lipid content in elderly men with impaired glucose tolerance. Eur J Appl Physiol. 2004;93(3):353-8.
13- Atashak S, Peeri M, Jafari A, Azarbayijani M. Effects of 10 week resistance training and ginger consumption on c-reactive protein and some cardiovascular risk factors in obese men. Physiol Pharmacol. 2010;14(3):318- 28. [Persian]
14- Esmaelzadeh Toloee M, Faramarzi M, Noroozian P. Effect of Aerobic Training with Ginger Supplementation on some Liver Enzymes (AST, ALT, GGT) and Resistance to Insulin in Obese Women with Type 2 Diabetes. Medical Journal of Mashhad. 2017; 60(4): 636-64
15- Ismail AD, Aba Alkhayl FF, Wilson J, Johnston L, Gill JMR, Gray SR. The effect of short duration resistance training on insulin sensitivity and muscle adaptations in overweight men. Exp Physiol. 2019; 104(4):540-545
16-Asadi M, Banitalebi E, Esfadir Z, Ghafari M. The Effect of A Period Rhythmic Aerobic Exercise With Ginger Consumption On Serum Levels Of TNF-A, IL-6 And Insulin Resistance In Obese Middle-Aged Women With Diabetes Mellitus. Armaghane danesh. 2017; 22 (1) :32-47
17- Banaei P, Tadibi V, Rahimi M. Comparing the effect of two protocols concurrent training (strength-aerobic) on fasting blood glucose, glycosylated hemoglobin, high-sensitivity C - reactive protein and insulin resistance in women with type 2 diabetes. Journal of Sport physiology. 2014;7(25):99-108.
18- Tokmakidis SP, Zois CE, Volaklis KA, Kotsa K, Touvra AM. The effects of a combined strength and aerobic exercise program on glucose control and insulin action in women with type 2 diabetes. European journal of applied physiology, 2004, 92.4-5: 437-442.
19- Aryaeian N, Arablou T, Sharifi F, Hosseini A, Valizadeh M. Effect of ginger consumption on glycemic status, insulin resistance, and inflammatory markers in patients with type 2 diabetes mellitus. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology. 2014;9(1):1-10.
20- Jackson AS, Pollock ML. Practical assessment of body composition. Journal of the physician and sportsmedicine. 1985; 13(5):76-90.
21- Kline GM, Porcari JP, Hintermeister R, Freedson PS, Ward A. Estimation of VO_2max from a one-mile track walk, gender, age and body weight**;** Med Sci. J of Sports Exerc.1987;19(3):253-9.
22- Lin KH, Liou TL, Hsiao LC, Hwu CM. Clinical and biochemical indicators of homeostasis model assessment-estimated insulin resistance in postmenopausal women. J Chin Med Assoc. 2011;74(10),442-7.
23- Bazyar F, Banitalebi E, Amirhosseini S. The comparison of two methods of exercise (intense interval training and concurrent resistance- endurance training) on fasting sugar, insulin and insulin resistance in women with mellitus diabetes. J of Armaghane danesh. 2016; 21(2):123-34.
24- Rajabi A, Siahkouhian M, Akbarnejad A, Yari M. Comparison between the effects of two different frequencies of aerobic exercise with the same volume and detraining period on the levels of irisin hormone, lipid profiles, and insulin resistance index in obese women with type 2 diabetes. Journal of Birjand University of Medical Sciences. 2018; 24 (4): 291-305.

25- Zarei M, Hamedinia M, Haghighi A, Amini S. The effect of three programs of aerobic-resistance exercises with different intensities on some of the indicators related to diabetes mellitus in men with type 2 diabetes. PhD thesis. Hakim Sabzevari University. 2016.
26- Tan S, Li W, Wang J. Effects of six months of combined aerobic and resistance training for elderly patients with a long history of type 2 diabetes. J of Sports Sci Med. 2012;11(3):495-501.
27- Jorge ML, De Oliveira VN, Resende NM, Paraiso LF, Calixto A, Diniz AL, et al. The effects of aerobic, resistance, and combined exercise on metabolic control, inflammatory markers, adipocytokines, and muscle insulin signaling in patients with type 2 diabetes mellitus. J of Metabolism. 2011;60(9):1244-52.
28- Cherch D. Genii v vashikh genakh (Genius in Your Genes). Moscow: Ves, 2010.22- Stewart KJ. Exercise training: can it improve cardiovascular health in patients with type 2 diabetes? British journal of sports medicine. 2004;38(3):250-52.
29- Dunstan DW, Daly RM, Owen N, Jolley D, De Courten M, Shaw J. High-intensity resistance training improves glycemic control in older patients with type 2 diabetes. J of Diabetes Care. 2002;25(10):1729-36.
30- Robinson SL, Chambers ES, Fletcher G, Wallis GA. Lipolytic markers, insulin and resting fat oxidation are associated with maximal fat oxidation. International journal of sports medicine. 2016;37(08):607-13.
31- Yavari A, Najafipour F, Asgarzadeh A, Niafar M, Motazari M, Dabagh S. The effect of aerobic, resistance and combination exercises on blood glucose control and cardiovascular risk factors in type 2 diabetic patients. Medical journal of Tabriz University of Medical Sciences. 2011;33(4):82-91.
32-Boule NG, Kenny GP, Haddad E, Wells GA, Sigal RJ. Meta-analysis of the effect of structured exercise training on cardiorespiratory fitness in Type 2 diabetes mellitus. J of Diabetologia. 2003;46(8):1071-81.
33- Johansson K, Neovius M, Hemmingsson E. Effects of anti-obesity drugs, diet, and exercise on weight-loss maintenance after a very-low-calorie diet or low-calorie diet: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. The American journal of clinical nutrition. 2013, 99.1: 14-23.
34- Shaw JE, Sicree RA, Zimmet PZ. Global estimates of the prevalence of diabetes for 2010 and 2030. Journal of Diabetes Res Clin Pract. 2010;87:4–14.
29- Ghavavand A, Delaram Nasab M, Afshunpour M, Zare A. The effect of continuous and circular resistance aerobic exercise on fasting blood sugar and lipid profile in men with type 2 diabetes. 2015;4(1): 8–19
35- Nasiri S, Banitalebi E, faramarzi M, Rabiei V. Study of blood sugar and lipid profile changes after eight weeks of combined training in women with type 2 diabetes. J Jiroft Univ Med Sci. 2017; 4 (1) :114-124.
36- Singletary K. Ginger an overview of health benefits. J Nutr Today. 2010;45(4):171–83.
37- Gutin B, Barbeau P, Owens S, Lemmon CR, Bauman M, Allison J, et al. Effects of exercise intensity on cardiovascular fitness, total body composition, and visceral adiposity of obese adolescents. The American journal of clinical nutrition. 2002;75(5):818-26.
38- Shirdel Z, Mirbadalzadeh R, Madani H. Anti diabetid and Anti lipidemic effect of Ginger in Alloxan Monohydrate diabetic rats in comparison with Glibenclamide. Iran J Diabetes Lipid Disord 2009;9(1):7-15.
39- Sepehrirad M, Valipour Dehnou V, Fathi M. Effects of HICT on Serum Lipids and Glucose Levels in Elderly Women. Iran Journal of Nursing. 2018;31(115):20-8.
40- Kraus WE, Houmard JA, Duscha BD, Knetzger KJ, Wharton MB, McCartney JS, et al. Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins. New England Journal of Medicine. 2002;347(19):1483-92.
41- Arablou T, Aryaeian N, Valizadeh M, Hosseini A, Djalali M. The effect of ginger consumption on some cardiovascular risk factors in patients with type 2 diabetes mellitus. Razi Journal of Medical Sciences. 2014;21(118):1-2.

42- Eatemady-Boroujeni A, Kargarfard M, Mojtahedi H, Rouzbehani R, Dastbarhagh H. Comparison of the effects of 8-weeks aerobic training and resistance training on lipid profile in patients with diabetes type 2. J of Isfahan Medical. 2014;32(282):524-33.