مجله علوم پزشکی رازی دوره ۲۹، شماره ۲، اردیبهشت ۱۴۰۱
http://rjms.iums.ac.ir
مقاله پژوهشی

آثار هشت هفته تمرینات مقاومتی بر شاخص‌های کبد چرب ، نیمرخ چربی و مقاومت به انسولین در زنان دیابتی مبتلا به کبد چرب غیر الکلی

خدیجه فریدون فرا: دانشجوی دکتری بیوشیمی و متابولیسم ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
امیرعباس منظمی: گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران (* نویسنده مسئول) a.monazzami@razi.ac.ir
زهره رحیمی: استاد، گروه بیوشیمی بالینی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی، کرمانشاه، ایران
مهر علی رحیمی: استاد، فوق تخصص غدد، مرکز تحقیقات دیابت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی، کرمانشاه، ایران

چکیده

زمینه و هدف: پژوهش حاضر با هدف تعیین آثار هشت هفته تمرین مقاومتی بر شاخص‌های ترکیب بدنی، نیمرخ چربی و کبد چرب در زنان دیابتی مبتلا به کبد چرب غیر الکلی اجرا شد.

روش کار: در این مطالعه ۳۰ زن دیابتی (سن ۸ ± ۴۸ سال، قد ۲ ± ۱۵۸سانتی متر، وزن ۸ ±۷۶ کیلوگرم) دارای کبد چرب غیر الکلی (درجه دو و سه) شرکت کردند و به صورت تصادفی به دو گروه کنترل (n=۱۵) و تمرین (n=۱۵) تقسیم شدند. گروه تمرین، تمرینات مقاومتی عضلات بالاتنه و پایین تنه را به صورت سه ست (۷۰-۵۰ درصد یک تکرار بیشینه، ۱۶-۱۰ تکرار) در هر جلسه و سه جلسه در هر هفته و طی هشت هفته اجرا کردند. از آزمون یک تکرار بیشینه و تکنیک الایزا به ترتیب جهت اندازه گیری قدرت حداکثر عضلات پا و سینه و شاخص‌های نیمرخ چربی و کبد چرب استفاده شد. از روش آماری آنووای دو راهه با اندازه گیری مکرر جهت تعیین تفاوت‌ها استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج تحقیق نشـان داد که متغیرهای HDL، ALT و AST تفاوت معناداری در گروه کنترل در مقایسـه درون گروهی داشـتند (P <۰/۰۵). همچنین در مقایسه بین گروهی نتایج نشان داد که تفاوت معناداری در گروه‌های کنترل و تمرین در متغیرهای ترکیب بدن ،نیمرخ چربی و کبد چرب وجود دارد (P <۰/۰۵).

نتیجه‌گیری: این نتایج پیشـنهاد می‌کنند که تمرین مقاومتی می‌تولند از طریق جبران اثرات تخریبی دیابت نوع دو و کبد چرب غیر الکلی در متغیرهای HDL، ALT و AST سطوح متغیرهای نیمرخ چربی و آنزیم‌های کبدی را به شرایط نرمال نزدیک کند.

تعارض منافع: گزارش نشده است.
منبع حمایت‌کننده: دانشگاه رازی

کلیدواژه‌ها
تمرین مقاومتی،
ترکیب بدن،
نیمرخ چربی،
کبد چرب غیرالکلی،
دیابت نوع دو

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۱۴
تاریخ چاپ: ۱۴۰۱/۰۲/۱۰

شیوه استناد به این مقاله:
Freidoonfara K, Monazzami A, Razimi Z, Rahimi M. The Effects of Eight-Week Resistance Training on Fatty Liver and Lipid Profile Indices, Insulin Resistance and Body Composition in Diabetic Women with Non-Alcoholic Fatty Liver disease. Razi J Med Sci. 2022;29(2):117-129.

*انتشار این مقاله به‌صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC-SA 3.0 صورت گرفته است.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-15]
[DOR: 20.1001.1.22287043.1401.29.2.2.5]

Razi Journal of Medical Sciences. 2022;29(2):117-129. http://rjms.iums.ac.ir

Original Article

The Effects of Eight-Week Resistance Training on Fatty Liver and Lipid Profile Indices, Insulin Resistance and Body Composition in Diabetic Women with Non-Alcoholic Fatty Liver disease

Khadijeh Freidoonfara: PhD Student, Department of Sport Physiology, Faculty of Sport Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran
Amirabbas Monazzami: Associate Professor, Department of Sport Physiology, Faculty of Sport Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran (* Corresponding author) a.monazzami@razi.ac.ir
Zohreh Razimi: Professor, Department of Clinical Biochemistry, School of Medicine, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran
Mehrali Rahimi: Professor, Endocrinologist, Diabetes Research Center, University of Medical Sciences and Health Services, Kermanshah, Iran

Abstract

Background & Aims: Increased prevalence of obesity is known as the main reason for the spread of metabolic diseases including nonalcoholic fatty liver disease (NAFLD). On the other hand, research on the effect of resistance training on diabetic people simultaneously with NAFLD is limited. Therefore, the present study was conducted with the aim of determining the effects of 8 weeks of resistance training on body composition indices, fat profiles and fatty liver in diabetic women with non-alcoholic fatty liver.

Methods: This experimental study was performed with two groups including training group (15) and control (15). 30 diabetic women in the age range of 45 to 65 years were randomly selected (48 ± 8 years old age, 158 ± 2, weight of 76 ± 8 kg) and were divided into two groups of control and training. The criteria for entering the research included at least 6 years of history of diabetes, BMI between 25 and 36 (kg / m^2), a glycemic index between 120 and 150 (mg / dl), glycosylated hemoglobin (HA1C) between 6.5 to 9 and having a fatty liver of grid 2 and 3 (via sonography). Exclusion criteria included known genetic disease, endocrine disease and advanced complications of diabetes, hepatitis C and B and autoimmunity, hemochromatosis, or liver-related diseases, cardiac-pulmonary disease and drug and alcohol consumption. Weight and BMI were measured by using body composition device model (Inbody570). Body fat percentage (BFP) was measured by a three-point method (arms, thighs and supraspinatus) using a Harpanden metal caliper (with an accuracy of 0.05 mm) and calculated by Jackson and Pollack formulas. Serum levels of fasting blood sugar, LDL, HDL, AST and ALT were analyzed using a bionic diagnostic kit (made in Iran) with a mindray analyzer BS-480 and insulin using a monobind kit (made in the USA). On the other hand, the training group performed resistance exercises for upper and lower torso muscles in three sets (70-50% of one maximum repetition, 10-16 repetitions) in each session and three sessions per week for eight weeks. Participants performed eight different strength training, including large muscle groups, on the machines. These movements include: Bench press, Barbell curl, Lying triceps press, lat pull down, leg press, leg extension, Lying leg curl and Standing calf raise. Each training session includes warm-up phase using stretching movements for 5 minutes, resistance movement phase in the form of three sets (50-70% of one maximum

Keywords
Resistance Training,
Body composition,
Lipid Profile Indices,
Non-Alcoholic Fatty Liver,
Type 2 Diabetes

Received: 05/03/2022
Published: 30/04/2022

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-15]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1401.29.2.2.5]

repetition, 10-16 repetitions) for 35 to 50 minutes and Finally, the cooling-down step was for 5 minutes. A maximum repetition test was used to measure the maximum strength of the leg and chest muscles. A 90-second break was also allowed between sets. The training duration gradually increased from 45 in the first week to 60 minutes in the eighth week. During these two months, individuals were asked to refrain from engaging in physical activity outside of the program. The subjects in the control group were also asked not to do any sports activities during the program and to do only their normal daily activities. Two-way ANOVA with repeated measures was used to determine the differences and independent t-test was used to compare the changes of the two groups in pre-test and post-test (Δ) and interval confidence of 95% was considered at all stages of the test.

Results: The results of two-way ANOVA with repeated measurements showed that there was a significant difference between the groups in the interaction (group × time) in weight, WHR, body fat percentage and a maximum repetition (leg press and chest press) ($P < 0.05$) but this result in BMI changes was not significant ($p > 0.05$). In addition, the results of two-way ANOVA with repeated measures showed that there was a significant difference between the groups in the interaction (group × time) and in the variables of glucose and insulin ($P < 0.05$). Also, comparing the interaction (group × time) using two-way ANOVA test with repeated measures showed that there were a significant difference between the control and training groups in HDL, LDL, TG, TC variables ($P < 0.05$). Also, the results of the two-way ANOVA test with repeated measures showed that in the within group comparison (difference between pre-test and post-test) and in ALT and AST variables, a significant difference were observed in both control and exercise groups ($P < 0.05$). Also, comparing delta changes (pre-test and post-test changes) using independent t-test, the results showed that there were a significant difference between ALT and AST variables between control and training groups ($P < 0.05$).

Conclusion: According to the results of this study, it can be said that performing eight weeks of moderate-intensity resistance training can improve metabolic parameters such as glycemic index, insulin resistance, 1RM and body composition index (weight, BMI, WHR) and body fat percentage) in women with T2DM and NAFLD. These results suggest that resistance training can modulate the levels of lipid profile variables and liver enzymes closer to normal by compensating for the destructive effects of type 2 diabetes and non-alcoholic fatty liver in HDL, ALT and AST variables.

Conflicts of interest: None
Funding: Razi University

Cite this article as:

Freidoonfara K, Monazzami A, Razimi Z, Rahimi M. The Effects of Eight-Week Resistance Training on Fatty Liver and Lipid Profile Indices, Insulin Resistance and Body Composition in Diabetic Women with Non-Alcoholic Fatty Liver disease. Razi J Med Sci. 2022;29(2):117-129.

*This work is published under CC BY-NC-SA 3.0 licence.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-15]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1401.29.2.2.5]

مقدمه

بیماری کبد چرب غیرالکلی (Non-alcoholic fatty liver disease) (NAFLD) اصطلاحی است که برای طیف وسیعی از اختلالات کبدی استفاده می شود و از نظر بافت شناسی، NAFLD را می‌توان به کبد چرب غیرالکلی (Non-alcoholic fatty liver) (NAFL) و استئو هپاتیت غیر الکلی (Nonalcoholic Steatohepatitis) (NASH) دسته بندی کرد. NAFL به عنوان وجود بیشتر از ۵٪ استئاتوز کبدی (Hepatic steatosis) (HS) بدون شواهدی از آسیب به هپاتوسیت‌ها تعریف می‌شود. درحالی‌که NASH به عنوان وجود بیشتر از ۵٪ HS و التهاب، همراه با آسیب هپاتوسیت‌ها، با یا بدون هرگونه فیبروز تعریف می‌شود (۱،۲). این وضعیت اخیر یعنی (NASH)، ممکن است در تعداد قابل توجهی از بیماران منجر به سیروز و مرحله انتهایی بیماری کبدی شود. NAFLD به طور کلی در زمان بروز بدون علامت است و اغلب در بین افراد مبتلا به بیماری‌هایی مانند چاقی، دیابت ملیتوس نوع دو (Type 2 diabetes mellitus) (T2DM)، سندرم متابولیک و اجزای منفرد آن مشاهده می‌شود (۳). درحال حاضر، NAFLD حدود ۳۰-۱۵٪ از افراد جامعه را مبتلا می‌کند و بالاترین میزان شیوع آن در افراد مبتلا به دیابت و چاقی است (۴). در واقع T2DM و NAFLD می‌توانند تقریباً بطور همزمان در یک بیمار توسعه یابند. همین امر سبب می‌شود زمانی که متخصصان قصد داشته باشند شیوع NAFLD در بیماران مبتلا به T2DM، یا شیوع T2DM در بیماران مبتلا به NAFLD را تعیین کنند، دچار نوعی سردرگمی شوند؛ زیرا این دو بیماری می‌توانند بر یکدیگر تأثیر بگذارند (۲).

تغییر سبک زندگی، همچنین درمان مؤثر اختلالات مرتبط با متابولیسم مانند چاقی، هیپرلیپیدمی، مقاومت به انسولین و T2DM (در صورت وجود)، یکی از ابزارهای اساسی برای مدیریت NAFLD است. کاهش وزن بعنوان یک درمان اثبات شده برای NAFLD پذیرفته شده است. فعالیت ورزشی، درمانی از نوع سبک زندگی است و جزئیات اثرات آن بر کاهش وزن، کاهش محتوای چربی کبد و القا اکسیداسیون چربی کبدی و همچنین بهبود حساسیت به انسولین در مبتلایان به NAFLD بیان شده است (۱،۵). مطالعات نشان داده‌اند که بهبود استئاتوز کبدی در اثر انجام تمرینات ورزشی، با افزایش عملکرد میتوکندریایی کبدی (فعالیت سنتاز سیترات و اکسیداسیون اسیدهای چرب)، افزایش محتوای PPAR-α کبدی (گیرنده فعال کننده تکثیر پروکسیزوم) (Peroxisome proliferator-activated-receptor-α (PPAR))، افزایش بیان ژن PPAR-Y کبدی و گلوتاتیون پراکسیداز ۴ (Glutathione-peroxidase 4)، افزایش بیان miR-122 کبدی، فعال‌سازی پروتئین کیناز وابسته AMP کبدی (AMPK) همراه با تنظیم افزایشی مسیر سیگنالینگ گیرنده‌ی ۲ آدیپونکتین (Adiponectin receptor 2) و تنظیم کاهشی مسیر سیگنالینگ NF-κB، کاهش نشانگرهای قطبی‌سازی ماکروفاژ M1 کبدی که لیپوژنز کبدی de novo را سرکوب می‌کنند، در ارتباط است. به نظر می‌رسد بهبود عملکرد میتوکندری با واسطه AMPK نقشی اساسی در درمان NAFLD داشته باشد. بعلاوه، ورزش با تقویت اتوفاژی ممکن است باعث بهبود NAFLD شود. بهبود عملکرد میتوکندریایی از طریق فعال‌سازی اتوفاژی، متعاقب فعالیت ورزشی ممکن است با کاهش استئاتوز کبدی در بیماران مبتلا به NAFLD همراه باشد. ورزش استرس اکسیداتیو و گلوکونئوژنز کبدی را کاهش می دهد که همچنین یک مکانیسم احتمالی برای اثر ورزش در NAFLD است (۳). بر همین اساس تحقیقات زیادی در خصوص آثار تمرینات ورزشی بر شاخص های کبد چرب و نیمرخ چربی در افرد مبتلا به کبد چرب غیر الکلی صورت گرفته است.

در تحقیقی، Magalhaes و همکاران (۲۰۲۰)، تاثیر تمرینات ترکیبی با شدت‌های مختلف (ترکیب تمرینات تناوبی با شدت بالا (High-intensity interval training) (HIIT) با تمرینات مقاومتی (Resistance-training) (RT) و همچنین ترکیب تمرینات تدامی متوسط (Moderate continuous training) (MCT) با تمرینات مقاومتی) را بر مارکرهای لیپیدی در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ بررسی کرده و نشان دادند که ترکیب HIIT با RT می‌تواند موجب کاهش کلسترول تام و LDL-C در افراد مبتلا به T2DM شود (۶). نتایج تحقیق بنی‌طالبی و همکاران (۲۰۱۹) نشان داد که فعالیت ورزشی، مستقل از نوع ورزش انجام گرفته شده،

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-15]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1401.29.2.2.5]

یک استراتژی مؤثر برای بهبود برخی از شاخص‌های استئاتوز کبدی و پروفایل گلوکز خون در زنان مبتلا به T2DM است (۷). محمدی و همکاران (۲۰۱۹) نیز بیان نمودند که تمرینات مقاومتی همراه با مکمل ال-کارنتین موجب کاهش بارز آنزیم‌های کبدی ALT و AST، BMI (Body mass index) و درصد چربی بدن در مردان مبتلا به NAFLD می‌شود (۸). حسینیان و همکاران (۲۰۱۶) نیز اثر تمرین تناوبی شدید را با تمرینات ترکیبی استقامتی- قدرتی بر شاخص مقاومت به انسولین و آپولیپوپروتئین‌های خون در زنان میانسال مبتلا به T2DM را مقایسه کردند که این محققین اثر بهتر تمرین تناوبی شدید را نسبت به تمرینات ترکیبی اذعان نمودند (۹). شمس‌الدینی و همکاران (۲۰۱۵) طی پژوهشی عنوان نمودند که تمرینات استقامتی و مقاومتی به یک اندازه در کاهش محتوای چربی کبد و سطوح آنزیم‌های کبدی در مردان مبتلا به NAFLD مؤثر هستند (۱۰). Bacchi و همکاران (۲۰۱۳) نیز نشان دادند که هر دوی تمرینات استقامتی و مقاومتی به یک اندازه موجب کاهش محتوای چربی کبدی، کاهش توده چربی بدن، کاهش هموگلوبین A1c (Hemoglobin A1C) و بهبود حساسیت به انسولین می‌شوند (۱۱). همچنین، نتیجه تحقیق Tibana و همکاران (۲۰۱۳) حاکی از این بود که یک برنامه RT بدون محدودیت کالریکی، باعث افزایش ضخامت و قدرت عضلانی می‌شود، اما هیچ تأثیری بر عوامل خطر MetS (سندرم متابولیک) (Metabolic syndrome-(MetS)) در زنان دارای اضافه وزن / چاقی ندارد (۱۲).

در زمینه تأثیر ورزش بر پیشگیری و درمان NAFLD و عوامل ایجاد کننده‌ی آن تحقیقات مختلفی انجام گرفته است؛ اما بیشتر مطالعات انجام شده اثر پروتکل‌های تمرینی هوازی و یا مقاومتی و یا ترکیب این دو را همزمان با محدودیت کالریکی بررسی کرده‌اند که این مسئله موجب می‌شود ارزیابی نقش ورزش به تنهایی مشکل باشد. با این حال تمرینات هوازی به دلیل انطباق ضعیف بیمار و اینکه مدت تمرین هوازی باید طولانی باشد تا موجب کاهش استئاتوز کبدی شود، ممکن است یک مداخله‌ی درمانی مشکل برای NAFLD باشد؛ اما تمرینات مقاومتی نیاز به آمادگی قلبی تنفسی کمتری داشته، قابل تحمل‌تر بوده و برای بیماران پذیرفته‌تر است (۵). با توجه به مطالب گفته شده و بر اساس دانش موجود تا اکنون هیچ مطالعه‌ای در مورد تأثیر برنامه‌ی تمرین مقاومتی بر شاخص‌های ترکیب بدنی و آمادگی، آنزیم‌های کبدی و پارامترهای متابولیک در بین زنان ایرانی که مبتلا به هر دوی NAFLD و دیابت نوع ۲ باشند انجام نشده است؛ بنابراین هدف از مطالعه حاضر بررسی آثار هشت هفته تمرین مقاومتی بر شاخص های کبد چرب و متابولیک در زنان دیابتی مبتلا به NAFLD بود.

روش کار

این مطالعه از نوع نیمه تجربی با دو گروه که شامل گروه تجربی (۱۵ نفر) و کنترل (۱۵ نفر) بود، انجام شد. افراد مورد نظر از طریق فراخوان و از مرکز دیابت شهرستان کرمانشاه، انتخاب شدند. از بین ۵۰ نفر از زنان دیابتی نوع دو در محدوده سنی ۴۵ تا ۶۵ سال، تعداد ۳۰ آزمودنی به طور تصادفی (سن ۸ ± ۴۸ سال، قد ۲ ± ۱۵۸ سانتی متر، وزن ۸ ±۷۶ کیلو گرم) انتخاب شدند. معیارهای ورود به پژوهش شامل داشتن حداقل ۶ سال سابقه بیماری دیابت، شاخص توده بدنی (BMI) بین ۲۵ تا ۳۶ (کیلوگرم بر مترمربع)، شاخص گلاسمیک بین ۱۲۰ تا ۱۵۰(میلی گرم بر دسی لیتر)، هموگلوبین گلیکوزیله (HA1c) بین ۶/۵ تا ۹ و داشتن کبد چرب گرید ۲ و ۳ (از طریق سونوگرافی) بود. همچنین آزمودنی‌ها سابقه تمرینات منظم نداشته و داروی خوراکی هیپوگلیسمیک متفورمین تنها داروی مربوط به دیابت بود که افراد اجازه استفاده کردن از آن را داشتند؛ یعنی غیرانسولینی بودند. معیارهای خروج از پژوهش شامل ابتلا به بیماری ژنتیکی شناخته شده، بیماری غدد درون ریز و عوارض پیشرفته دیابت، هپاتیت C و B و خودایمنی، هموکروماتوزیس یا بیماری‌های مرتبط با کبد، بیماری قلبی- ریوی و مصرف مواد مخدر و الکل بود. این پژوهش، توسط کمیته اخلاق در پژوهش‌های زیست پزشکی دانشگاه رازی با کد (IR.RAZI.REC.1398.009) تأیید شد. افراد از همه

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-15]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1401.29.2.2.5]

جدول ۱- برنامه تمرینات مقاومتی

	هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم	هفته پنجم	هفته ششم	هفته هفتم	هفته هشتم
شدت	۵۰ درصد	۵۰ درصد	۶۰ درصد	۵۰ درصد	۶۰ درصد	۷۰ درصد	۶۰ درصد	۷۰ درصد
ست	۲	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
تکرار	۱۶	۱۶	۱۴	۱۶	۱۴	۱۰	۱۴	۱۰

جنبه‌های تحقیق آگاه بودند و رضـــایتنامه آگاهانه از همه بیماران اخذ شـــد که شـــامل موافقت بیماران برای شـــرکت در پژوهش به عنوان داوطلب بود. بدیهی اســـت آزمودنی‌هایی که این شـــرایط را نداشـــتند و یا در حین اجرای مراحل تحقیق در تمرین یا اندازه‌گیری متغیرها شـــرکت نمی‌کردند و یا آســـیب می‌دیدند از روند تحقیق حذف می‌شـــدند. اندازه‌گیری‌های وزن و شـــاخص توده بدنی افراد دیابتی به وسیله دستگاه ترکیب بدن Inbody مدل ۵۷۰ اندازه‌گیری شـــد. درصـــد چربی بدن (BFP) (Body fat-percentage) به روش سه‌نقطه‌ای (سه سر بازو، ران و فوق خاصـــره) و با اســـتفاده از کالیپر فلزی هارپندن (با دقت ۰/۰۵ میلی‌متر) اندازه‌گیری و توســـط فرمول جکســـون و پولاک محاســـبه گردید (۱۳). برای محاســـبه‌ی WHR (Waist to hip ratio) دور کمر در نقطه میانی بین تاج ایلیاک و حاشیه دنده تحتانی و دور لگن در نقطه حداکثر برآمدگی گلوتئال از نمای جانبی تا نزدیکترین سانتی متر اندازه گیری شدند. آزمودنی ها پیش و پس از مداخله تمرینی، برای تحلیل فاکتورهای خونی و ســـونوگرافی به آزمایشـــگاه و مرکز رادیولوژی معرفی شـــدند. ســـطح ســـرمی قندخون ناشـــتا، LDL، HDL، AST و ALT با اســـتفاده از کیت تشـــخیصـــی بیونیک ساخت ایران و با دستگاه آنالایزر mindray BS-480 و انســـولین با اســـتفاده از کیت الایزا monobind ســـاخت آمریکا تحلیل شـــد. همچنین جهت محاســـبه شاخص مقاومت به انسولین از طریق فرمول زیر:

$$HOMA-IR=\frac{INS\left(\frac{\mu IU}{ml}\right)\times FBS\left(\frac{mg}{dl}\right)}{405}$$

محاســـبه شـــد که در صـــورت کســـر از شـــاخص‌های انسولین و گلوکز خون ناشتا استفاده شده است (۱۴).

پروتکل تمرین مقاومتی: برنامه تمرینی شـــامل ۲۴ جلســـه تمرینات منتخب مقاومتی طی ۸ هفته اجرا شـــد که هر هفته شـــامل ۳ جلســـه بود. شـــرکت کنندگان ۸ تمرین مختلف قدرتی که شامل گروه‌های عضلانی بزرگ بود را بر روی دستگاه‌های بدنسازی انجام دادند. حرکات مذکور شـــامل: عضـــلات بالاتنه شـــامل پرس ســـینه، جلو بازو ایســـتاده با هالتر، پشـــت بازو خوابیده با هالتر و زیر بغل با دســـتگاه و عضـــلات پایین تنه شـــامل پرس پا، جلو پا با ماشـــین، پشـــت پا خوابیده، حرکت ســـاق پا بود که بصـــورت یک در میان، یعنی یک حرکت بالاتنه و یک حرکت پایین تنه انجام شـــد. هر جلســـه تمرینی شـــامل مرحله‌ی گرم کردن با اســـتفاده از حرکات کشـــشـــی به مدت ۵ دقیقه، مرحله‌ی انجام حرکات مقاومتی در قالب ســـه ســـت (۷۰-۵۰ درصـــد یک تکرار بیشـــینه،۱۶-۱۰ تکرار) به مدت ۳۵ الی ۵۰ دقیقه و در انتها مرحله‌ی ســـرد کردن به مدت ۵ دقیقه بود. یک تکرار بیشـــینه (maximum-One repetition) (1RM) در ابـــتـــدای اجرای پروتکل و پس از اتمام آن اندازه‌گیری شـــد. برای اندازه‌گیری 1RM از معادله (۱)Brzycki استفاده شد.

((تعداد تکرار وزنه جابه جا شـــده × ۰/۰۲۷۸) − ۱/۰۲۷۸) ÷ وزنه جابه جا شـــده (کیلوگرم)=یک تکرار بیشینه (۱)

همچنین بین ســـت‌های تمرینی یک اســـتراحت ۹۰ ثانیه‌ای مجاز بود. مدت تمرین کم کم از ۴۵ در هفته اول به ۶۰ دقیقه در هفته هشتم رسید. در طول این دو ماه از افراد خواســـته شـــد که از انجام فعالیت‌های بدنی خارج از برنامه‌ی مورد نظر اجتناب کنند (جدول ۱). همچنین از آزمودنی های گروه کنترل خواسته شد که در طول برنامه هیچ گونه فعالیت ورزشی نداشته باشند و فقط کارهای عادی و روزانه خود را انجام دهند.

روش آماری: برای توصیف داده ها از روش های آمار توصـــیفی اســـتفاده شـــد. طبیعی بودن توزیع داده‌ها با اســـتفاده از آزمون شـــاپیرو ویلک برآورد شـــد و برای بررســـی همگنی واریانس‌ها از آزمون لوین اســـتفاده

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-15]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1401.29.2.2.5]

گردید. از آزمون t مستقل و همچنین تغییرات دلتا (تغییرات پیش آزمون و پس آزمون) جهت بررسی تفاوت بین گروه ها در پیش و پس آزمون استفاده شد. جهت مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون آنالیز واریانس دو طرفه با اندازه‌گیری‌های تکراری استفاده شد. محاسبه‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۲۱ انجام و سطح معنی‌داری آزمون‌ها $p \leq ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

نتایج آنالیز داده‌های تحقیق از طریق آزمون t مستقل در پیش‌آزمون نشان داد که تفاوت معناداری بین مقادیر وزن، BMI، WHR، درصد چربی بدن و RM۱ در هر دو حرکت جلو پا با ماشین و پرس سینه در هر دو گروه مشاهده نشد ($P >۰/۰۵$).

همچنین نتایج آزمون آنوای دوراهه با اندازه گیری مکرر نشان داد که در مقایسه (گروه × زمان) غیر از متغیر BMI در متغیرهای وزن، WHR، درصد چربی بدن و یک تکرار بیشینه (جلو پا با ماشین و پرس سینه(تفاوت معناداری بین گروه ها مشاهده شد ($P <۰/۰۵$) (جدول ۲). تغییرات شاخص‌های ترکیب بدنی و آمادگی آزمودنی‌های دو گروه در جدول ۲ نشان داده شده است.

از طرفی نتایج تحقیق در مقایسه پیش آزمون در متغیرهای گلوکز و انسولین و با استفاده از آزمون t مستقل نتایج نشان داد که بین گروه‌های تحقیق تفاوت معنادری وجود ندارد ($P >۰/۰۵$) (جدول ۲). همچنین نتایج آزمون آنوای دو راهه با اندازه های تکراری در پیش آزمون و پس آزمون) و در متغیرهای وزن، BMI، WHR، درصد چربی بدن و یک تکرار بیشینه (جلو پا با ماشین و پرس سینه(تفاوت معناداری در گروه کنترل مشاهده نشد ($P >۰/۰۵$) اما در گروه تمرین این تفاوت ها معنادار بودند ($P <۰/۰۵$) (جدول ۲).

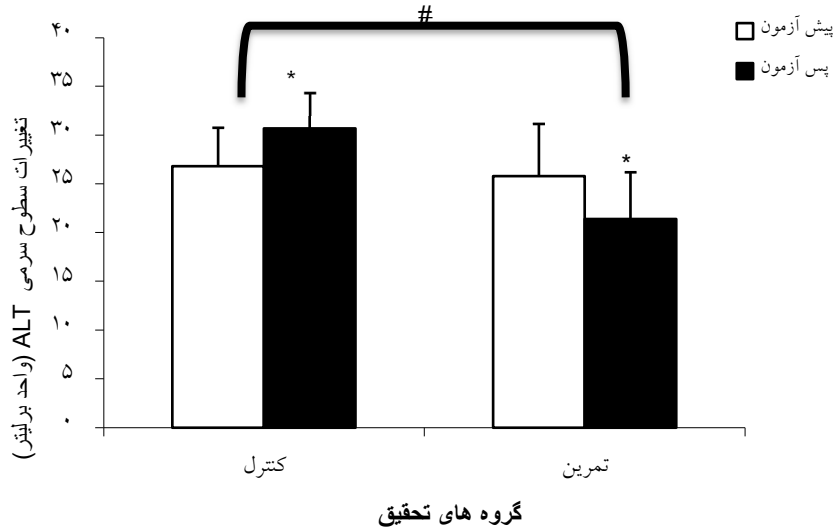
جدول ۲- تغییرات شاخص‌های ترکیب بدنی و آمادگی گروه‌های مورد مطالعه

متغیرها	کنترل		تمرین	
	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون
وزن (کیلوگرم)	۷۴/۹±۸	۷۵±۸	۷۷/۴±۹	۷۶/۶±۹ #*
چربی کل بدن (درصد)	۳۲/۴±۱	۳۲/۴±۱	۳۳/۹±۳	۳۳/۲±۳ #*
BMI (کیلوگرم بر متر مربع)	۳۰/۲±۳	۳۰±۳	۳۰/۹±۳	۳۰/۲±۳ #*
WHR (متر)	۰/۹۸±۰/۰۴	۰/۹۹±۰/۰۶	۰/۹۹±۰/۰۵	۰/۹۵±۰/۰۴ #*
یک تکرار بیشینه در حرکت جلو پا با ماشین (کیلوگرم)	۳۸±۷	۳۸±۶	۴۰±۷	۵۷±۱۱ #
یک تکرار بیشینه در حرکت پرس سینه (کیلوگرم)	۳۸±۶	۳۸±۵	۴۰±۶	۵۵±۹ #*
انسولین (میکرو واحد بر میلی لیتر)	۱۵/۸±۲	۱۷/۹±۲	۱۶/۹±۴	۱۳/۷±۳ #*
گلوکز (میلی گرم بر دسی لیتر)	۱۳۵±۱۲	۱۳۶±۱۲	۱۳۵±۷	۱۲۲±۶ #*
HOMA-IR (واحد)	۵/۴±۰/۶	۶±۰/۸	۵/۶±۲	۴/۲±۲ #*
HDL (میلی گرم بر دسی‌لیتر)	۴۳±۷	۴۰±۷*	۴۲±۷	۴۲±۶ #
LDL (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	۹۲±۱۱	۹۴±۱۰	۸۹±۸	۷۲±۹ #*
TG (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	۱۷۳±۶	۱۷۵±۸	۱۷۵±۷	۱۵۸±۶ #*
TC (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	۱۶۳±۹	۱۶۷±۱۰	۱۶۷±۵	۱۶۸±۶ #*
ALT (واحد بر لیتر)	۲۶±۳	۳۰±۳ *	۲۵±۵	۲۱±۴ #*
AST (واحد بر لیتر)	۲۴±۷	۲۹±۵ *	۲۳±۵	۲۰±۴ #*

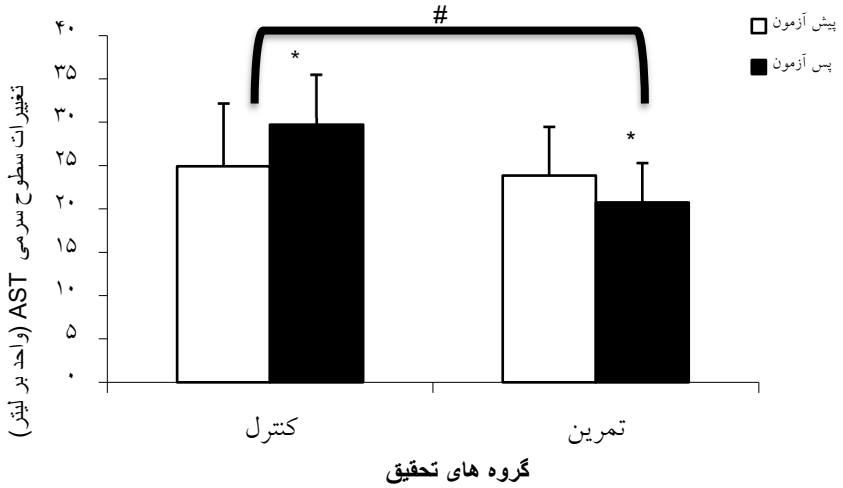
*تفاوت معنادار با پیش‌آزمون. # تفاوت معنادار با تغییرات (Δ) گروه کنترل.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-15]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1401.29.2.2.5]



شکل ۱- تغییرات شاخص ALT سرمی گروه‌های مورد مطالعه قبـل و بعد از تمرینات.
* تفاوت معنادار با پیش‌آزمون (p <۰/۰۵). # تفاوت معنادار با تغییرات (Δ) گروه کنترل(p <۰/۰۵).



شکل ۲- تغییرات شاخص AST گروه‌های مورد مطالعه قبـل و بعد از تمرینات.
* تفاوت معنادار با پیش‌آزمون (p <۰/۰۵). # تفاوت معنادار با تغییرات (Δ) گروه کنترل (p <۰/۰۵).

مقایسه درون گروهی (تفاوت پیش آزمون و پس آزمون) و در متغیر انسـولین نشـان داد که تفاوت معناداری در گروه کنترل وجود دارد (P <۰/۰۵) اما در متغیر گلوکز این تفاوت معنادار نبود (P >۰/۰۵) همچنین این تفاوت در گروه تمرین و در هر دو متغیر گلوکز و انسـولین معنادر بود (P <۰/۰۵) (جدول ۲). علاوه بر این نتایج آنووای دوراهه با اندازه گیری مکرر نشـان داد که در مقایسـه تعامل (گروه × زمان) و در متغیرهای گلوکز و انسـولین تفاوت معناداری بین گروه‌ها مشـاهده شـد (P <۰/۰۵). همچنین در مقایسه تغییرات دلتا (تغییرات پیش آزمون و پس آزمون) با استفاده از آزمون t مستقل نتایج نشـان داد که در متغیرهای گلوکز و انسـولین تفاوت معناداری بین گروه‌های کنترل و تمرین مشاهده شد (P<۰/۰۵) (جدول ۲).

همچنین نتایج آنالیز داده ها در مقایسه پیش آزمون به پس آزمون در متغیرهای نیمرخ چربی نشـان داد که

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-15]
[DOR: 20.1001.1.22287043.1401.29.2.2.5]

به غیر از متغیر HDL بقیه متغیرها ی LDL، TG، TC در گروه کنترل نسبت به پیش آزمون معنادار نبودند (P >۰/۰۵) اما کلیه متغیرهای نیمرخ چربی در گروه تمرین نسبت به پیش آزمون تفاوت معناداری را گزارش کردند (P <۰/۰۵). همچنین در مقایسه تغییرات دلتا (تغییرات پیش آزمون و پس آزمون) با استفاده از آزمون t مستقل نتایج نشان داد که در متغیرهای HDL، LDL، TG، TC تفاوت معناداری بین گروه های کنترل و تمرین مشاهده شد (P <۰/۰۵) (جدول ۲).

همچنین نتایج آزمون آنوای دوراهه با اندازه گیری مکرر نشان داد که در مقایسه درون گروهی (تفاوت پیش آزمون و پس آزمون) و در متغیرهای ALT و AST تفاوت معناداری در هر دو گروه کنترل و تمرین مشاهده شد (P <۰/۰۵) (شکل ۱ و ۲). همچنین در مقایسه تغییرات دلتا (تغییرات پیش آزمون و پس آزمون) با استفاده از آزمون t مستقل نتایج نشان داد که در متغیرهای ALT و AST تفاوت معناداری بین گروه های کنترل و تمرین وجود دارد (P <۰/۰۵) (شکل ۱ و ۲). تغییرات شاخص‌های ترکیب بدنی، نیمرخ چربی، کبد چرب و آمادگی آزمودنی‌های دو گروه در جدول ۲ نشان داده شده است.

بحث

مطالعه حاضر از نوع نیمه تجربی و با هدف اثر یک دوره تمرین مقاومتی بر آنزیم‌های کبدی، پروفایل چربی، قدرت عضلانی و همچنین برخی از پارامترهای متابولیک و ترکیب بدنی در زنان مبتلا به دیابت نوع دو و NAFLD بود. مهمترین نتایج حاصل از این پژوهش این بود که انجام هشت هفته تمرین مقاومتی، موجب بهبود پارامترهای متابولیک از جمله شاخص‌های گلیسمیک، مقاومت به انسولین، آنزیم‌های کبدی، پروفایل چربی، 1RM و شاخص‌های ترکیب بدنی (وزن، BMI، WHR و درصد چربی بدن) در گروه مورد مطالعه شده است.

یکی از نتایج مطالعه حاضر، بهبود شاخص‌های ترکیب بدنی (وزن، BMI، WHR و درصد چربی بدن) و نیمرخ چربی (HDL، LDL، TG و TC) پس از هشت هفته تمرینات مقاومتی در گروه تمرین در مقایسه با گروه کنترل بود.

همسو با نتایج ما، Bacchi و همکاران (۲۰۱۳)، کاهش قابل توجه در BMI و BFP را پس از چهار ماه تمرین مقاومتی گزارش کردند (۱۱). نیک سرشت و همکاران (۲۰۱۵) نیز کاهش قابل توجه BMI و BFP مردان چاق سالم را پس از ۱۲ هفته تمرین مقاومتی گزارش کردند (۱۶). برخلاف نتایج ما، Lee و همکاران (۲۰۱۲) که اثر تمرین هوازی در مقابل تمرین مقاومتی را بررسی کرده بودند؛ هیچ کاهش وزنی را پس از هر هر دو روش تمرینی، در مردان چاق مشاهده نکردند (۱۷). اخیراً، یک مطالعه‌ی متاآنالیز در افراد مبتلا به T2DM، اثرات تمرین با شدت‌های مختلف (HIIT و MCT) را بر روی چندین بیومارکر مربوط به نیمرخ چربی بررسی کرده است. تجزیه و تحلیل نتایج نشان داده است که تفاوتی در مقادیر کلسترول تام، کلسترول HDL و LDL و تری‌گلیسرید بین دو روش تمرین وجود ندارد. با این حال، نتایج بین مطالعات متناقض بود. در این متاآنالیز، دو گزارش هیچ اثری از شدت‌های مختلف تمرینی بر LDL-C، HDL-C، کلسترول تام و تری‌گلیسرید نیافتند و تنها یک مطالعه تغییر در HDL-C و LDL-C و کاهش در کلسترول تام را در اثر تمرینات با شدت‌های مختلف بیان نموده است (۱۸). تفاوت بین این نتایج متناقض و نتایج گزارش شده در تحقیق حاضر را می توان ناشی از پروتکل‌های تمرینی متفاوت و همچنین تفاوت در ویژگی‌های افراد مورد مطالعه دانست.

دیابت نوع ۲ به شدت با چاقی مرکزی مرتبط است که این امر به نوبه خود موجب افزایش سختی سرخرگی می‌شود. در واقع، بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ در مقایسه با گروه کنترل همسان، سختی سرخرگی بیشتری را تجربه می‌کنند. از آنجا که تمرینات ورزشی موجب بهبود در عملکرد عروق می‌شوند، بنابراین بهبود دیده شده در نیمرخ چربی ممکن است ناشی از بهبود عملکرد عروق باشد (۱۹). از طرفی، حساسیت به انسولین نقش مهمی در هموستاز چربی‌های درون کبدی دارد. سطوح بالای انسولین موجود در گردش

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-15]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1401.29.2.2.5]

خون موجب افزایش بیان SREBP-1c و ChREBP در کبد شده که لیپوژنز de novo را تحریک کرده و محتوای چربی درون کبدی را افزایش می‌دهند. در انسان‌های سالم با سطح قند خون نرمال، لیپوژنز کبدی de novo مسئول تقریباً ۵٪ و ۲۶-۱۸٪ از محتوای چربی کبدی، به ترتیب در حالت روزه‌داری و بعد از غذا است. در حالی که لیپوژنز de novo در افراد مبتلا به NAFLD بدون در نظر گرفتن وضعیت تغذیه‌ای به طور مداوم افزایش می‌یابد و حدوداً ۲۶٪ از محتوای چربی کبدی را تشکیل می‌دهد. تری‌آسیل‌گلیسرول‌های در گردش خون با ممانعت از جذب گلوکز تحریک شده توسط انسولین، این مشکل را تشدید می‌کنند. این یک چرخه معیوب را ایجاد می‌کند که در آن سطح بالای چربی درون کبدی مانع از عمل انسولین کبدی شده و باعث افزایش سطح انسولین پورتال و افزایش بیشتر چربی درون کبدی می‌شود (۱۵).

یکی از مهمترین عوامل مؤثر بر هموستاز کبد میزان فعالیت بدنی است. تحقیقات طولی نشان می‌دهند کسانی که مستعد ابتلا به کبد چرب هستند، مانند افراد چاق یا بیماران دیابتی، در صورت فعالیت بدنی کم، از اختلالات آنزیم‌های کبدی رنج می‌برند؛ بنابراین، فعالیت بدنی می‌تواند یکی از عوامل مؤثر بر بهبود عملکرد کبد و آنزیم‌های کبدی باشد. به طور کلی، یافته‌های تحقیقات طولی و سیستماتیک نشان می‌دهد که تمرینات در بهبود استئاتوز کبدی و اختلالات متابولیکی همراه با NAFLD مؤثر است. نتایج مطالعه حاضر نیز نشان دهنده نقش تمرین مقاومتی به عنوان یک روش مؤثر برای بهبود آنزیم‌های AST و ALT سرمی به عنوان مارکرهای عملکرد کبد، در زنان مبتلا به دیابت نوع دو و NAFLD، در مقایسه با گروه کنترل است. این نتایج با نتایج تحقیق محمدی و همکاران (۲۰۱۹) که اثر ۱۲ هفته تمرینات مقاومتی همراه با مکمل ال-کارنتین را مورد ارزیابی قرار داده بودند، همسو است. این محققان نشان دادند که ترکیب تمرین مقاومتی و مکمل ال- کارنتین موجب کاهش بارز آنزیم‌های کبدی ALT و AST در مردان مبتلا به NAFLD می‌شود (۸). همچنین، مرادی کلارده و همکاران (۲۰۱۶)، کاهش قابل توجهی در آنزیم‌های ALT و AST سرم بیماران NAFLD پس از ۱۲ هفته تمرین مقاومتی نشان دادند (۲۰)؛ اما، چندین مطالعه نتایج متناقضی را گزارش کرده‌اند. محمد رحیمی و عطارزاده حسینی (۲۰۱۴)، تفاوت معنی‌داری را در آنزیم های ALT و AST سرم در زنان مبتلا به دیابت نوع دو گزارش نکردند (۲۱). Bacchi و همکاران (۲۰۱۳)، نیز تفاوت معنی داری در آنزیم های ALT و AST سرم در زنان مبتلا به دیابت نوع دو متعاقب چهار ماه تمرین مقاومتی نیافتند (۱۱). دلیل احتمالی تفاوت در نتایج این محققان با نتایج تحقیق حاضر، ممکن است تفاوت در خصوصیات افراد از جمله سن و وضعیت دیابت و NAFLD باشد. تفاوت در پروتکل‌های تمرینی مطالعه حاضر با مطالعات این محققین نیز می‌تواند علت تفاوت در نتایج حاصله باشد. باتوجه به اینکه در پژوهش حاضر، در گروه کنترل نیز افزایش معنادار مقادیر آنزیم‌های کبدی دیده شده است، می‌توان به پیشرونده بودن شرایط بیماری و ضرورت کنترل این اختلال، در بیماران اشاره کرد که در صورت عدم کنترل آن به تدریج می‌تواند به سیروز کبدی و مرگ ختم شود. افزایش سطح AST و ALT به عنوان یکی از نشانگرهای مهم NAFLD است و یکی از عوامل توسعه سندرم متابولیک و دیابت است (۲۲).

کاهش آنزیم‌های کبدی می‌تواند مربوط به حذف و یا تضعیف عوامل افزایش دهنده این آنزیم‌ها باشد. فعالیت بدنی ممکن است چربی کبد را مستقیماً از طریق تغییر در اکسیداسیون چربی کبد و سنتز چربی کاهش دهد. از طریق تمرینات مقاومتی و یک رژیم غذایی مناسب می‌توان به کاهش وزن رسید که این کاهش می تواند منجر به بهبود قابل توجهی در ALT سرم و بافت شناسی کبد در بیماران مبتلا به NAFLD شود. کاهش متوسط وزن می تواند BMI و سطح ALT سرم را بهبود بخشد و موجب کاهش التهابات نکروزی و چربی کبد شود (۲۲).

ثابت شده است که ورزش منظم باعث بهبود کنترل بهتر قند خون و حساسیت به انسولین در افراد مبتلا به T2DM می‌شود. در پژوهش حاضر نیز، بهبود بارزی در شاخص‌های گلیسمیک (گلوکز خون و شاخص مقاومت

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-15]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1401.29.2.2.5]

به انسولین (HOMA-IR)) در گروه تمرین در مقایسه با گروه کنترل مشاهده شد. همسو با نتایج ما، Hallsworth و همکاران (۲۰۱۱) نیز پس از هشت هفته تمرین مقاومتی در بیماران کبد چرب، کاهش نسبی چربی کبدی، کنترل قند خون و بهبود قابل توجه در حساسیت به انسولین را گزارش کرده‌اند (۱۵). Slentz و همکارانش (۲۰۱۱) نشان دادند که تمرینات ورزشی موجب بهبود شاخص HOMA در زنان دارای اضافه وزن می‌شود (۲۳)؛ اما برخلاف یافته‌های ما، شعبانی و همکاران (۲۰۱۷) تغییری را در شاخص‌های گلیسمیک زنان مبتلا به دیابت نوع دو پس از ۴ هفته تمرین متداوم هوازی مشاهده نکردند (۲۲). Karstoft و همکاران (۲۰۱۴) نیز نشان دادند که تمرینات ورزشی مداوم تغییری در سطح گلوکز، انسولین و مقاومت به انسولین ایجاد نمی کنند (۲۴).

تغییرات مرتبط با ورزش در کنترل قند خون بیشتر مربوط به بهبود حساسیت به انسولین است که ناشی از سازگاری های محیطی در عضلات و بافت چربی می‌باشد (۲۵). تمرینات ورزشی از طریق افزایش انتقال دهنده‌های گلوکز به درون سلول‌های عضلانی و سوبستراهای گیرنده انسولین و همچنین افزایش توده عضلانی (بیش از ۷۵ درصد برداشت گلوکز ناشی از تحریک انسولین مربوط به بافت عضلانی است)، سبب افزایش پاسخدهی بدن به انسولین شده، حساسیت به انسولین را افزایش داده و در پیشگیری از چاقی و عوارض بعدی آن می‌تواند مفید باشد (۱). همچنین، تنظیم افزایشی فاکتور رشد فیبروبلاست ۲۱ (FGF21) (Fibroblast growth factor 21) بر اساس فعال‌سازی مسیر سیگنالینگ PI3K / Akt در عضله اسکلتی و توسط انسولین اتفاق می‌افتد؛ بنابراین، بهبود حساسیت به انسولین با تمرین مقاومتی می‌تواند به کاهش سطح FGF21 سرمی در حالت استراحت نیز مربوط باشد (۲۵).

تصور می‌شود که بافت عضلانی با دانسیته کم حاوی مقادیر بیشتری لیپید بین و داخل سلولی است که با مقاومت به انسولین ارتباط دارد. مشخص نیست که چگونه تمرین ورزشی بر این جنبه از ترکیب عضلات تأثیر می‌گذارد اما تمرین مقاومتی می‌تولند رشد توده عضلانی و احتمالاً کاهش چربی را تحریک کند. Cuff و همکاران (۲۰۰۳)، نشان دادند که تمرین مقاومتی موجب کاهش نواحی عضلانی با دانسیته کم و افزایش نواحی عضلانی با دانسیته نرمال می‌شود. تغییراتی که تصور می شود منعکس کننده تغییر در محتوای چربی بین عضلانی است. این ویژگی‌های ترکیب عضلانی مرتبط با مقاومت به انسولین هستند که می‌توامد پس از یک دوره تمرین مقاومتی بهبود یابند (۲۶).

از محدودیت‌های پژوهش می‌توان به نبودن شرایط لازم برای تحلیل درصد چربی کبد از طریق بیوپسی یا روش‌های دقیق‌تر اشاره کرد. کنترل تغذیه، خواب و وضعیت روانی آزمودنی‌های حاضر در پژوهش ممکن نبود. پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده فاکتورهای بیشتری از جمله میوکاین‌ها، فاکتورهای التهابی و آدیپوکاین‌ها بررسی شود. همچنین تفاوت‌های جنسی مورد توجه قرار گیرد و پروتکل‌های تمرینی دیگر با این روش تمرینی مقایسه و ارزیابی شود (۲۷-۲۹).

نتیجه‌گیری

طبق نتایج حاصل از این پژوهش می‌توان گفت که انجام هشت هفته تمرینات مقاومتی با شدت متوسط می‌تواند موجب بهبود پارامترهای متابولیک از جمله شاخص‌های گلیسمیک، مقاومت به انسولین، 1RM و شاخص‌های ترکیب بدنی (وزن، BMI، WHR و درصد چربی بدن) در زنان مبتلا به T2DM و NAFLD شود.

این نتایج پیشنهاد می‌کنند که تمرینات قدرتی می‌تواند از طریق جبران اثرات تخریبی دیابت نوع دو و کبد چرب غیر الکلی نقش مهمی را در بهبود این گروه از بیماران ایفا کند.

References

1. Moosavi-Sohroforouzani A, Ganbarzadeh M. Reviewing the physiological effects of aerobic and resistance training on insulin resistance and some biomarkers in non-alcoholic fatty liver disease. Feyz. 2016;20(3):282-296.

2. Naga Chalasani N, Younossi Z, Lavine JE, Charlton M, Cusi K, Rinella M, et al. The Diagnosis

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-15]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1401.29.2.2.5]

and Management of Nonalcoholic Fatty Liver Disease: Practice Guidance From the American Association for the Study of Liver Diseases. Hepatology. 2018; 67(1): 328-357.

3. Hamasaki H. Perspectives on Interval Exercise Interventions for Non-Alcoholic Fatty Liver Disease. Medicines. 2019;6(83): 1-5.

4. Ibrahim AA, Abdelbasset WK. The role of physical exercise in treating people with nonalcoholic fatty liver disease. J Adv Pharm Res. 2020; 10(2): 64-70.

5. Takahashi A, Abe K, Usami K, Imaizumi H, Hayashi M, Okai K, et l. Simple resistance exercise helps patients with non-alcoholic fatty liver disease. Int J Sports Med. 2015; 36:848–52.

6. Magalhães JP, Santos DA, Correia IR, Hetherington-Rauth M, Ribeiro R, Raposo JF, et al. Impact of combined training with different exercise intensities on inflammatory and lipid markers in type 2 diabetes: a secondary analysis from a 1-year randomized controlled trial. Cardiovasc Diabetol. 2020;19(169): 1-11.

7. Banitalebi E, Faramarzi M, Nasiri S, Mardaniyan M, Rabiee V. Effects of different exercise modalities on novel hepatic steatosis indices in overweight women with type 2 diabetes. Clin Mol Hepatol. 2019; 25:294-304.

8. Mohammadi F, Ghalavand A, Delaramnasab M. Effect of Circuit Resistance Training and L-Carnitine Supplementation on Body Composition and Liver Function in Men with Non-Alcoholic Fatty Liver Disease. Jundishapur J Chronic Dis Care. 2019;8(4): 1-8.

9. Hosseinian M, Banitalebi E, Amirhosseini SE. Effect of 12 Weeks of Intensive Interval and Combined Training on Apolipoprotein A and B, Visfatin and Insulin Resistance in Overweight Middle-Aged Women with Type 2 Diabetes. HMS. 2016; 22(3):237-245.

10. Shamsoddini A, Sobhani V, Ghamar Chehreh ME, Alavian SM, Zaree A. Effect of Aerobic and Resistance Exercise Training on Liver Enzymes and Hepatic Fat in Iranian Men With Nonalcoholic Fatty Liver Disease. Hepat Mon. 2015; 15(10): 1-7.

11. 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- 1295.

12. Tibana RA, Navalta J, Bottaro M, Vieira D, Tajra V, de Oliveira Silva A, et al. Effects of eight weeks of resistance training on the risk factors of metabolic syndrome in overweight /obese women - "A Pilot Study". Diabetol Metab Syndr. 2013; 5(11) :1-8.

13. Housh TJ, Johnson GO, Housh DJ, Eckerson JM, Stout JR. Validity of skinfold estimates of percent fat in high school female gymnasts. Med Sci Sports Exerc 1996;28(10):1331-1335.

14. Yokoyama H, Emoto M, Fujiwara S, Motoyama K, Morioka T, Komatsu M, et al. Quantitative Insulin Sensitivity Check Index and the Reciprocal Index of Homeostasis Model Assessment in Normal Range Weight and Moderately Obese Type 2 Diabetic Patients. Diabetes Care. 2003;26(8):2426-32.

15. Hallsworth K, Fattakhova G, Hollingsworth KG, Thoma C, Moore S, Taylor R, et al. Resistance exercise reduces liver fat and its mediators in non-alcoholic fatty liver disease independent of weight loss. Gut. 2011; 60:1278-1283.

16. Nikseresht M, Rajabi H, Nikseresht A. The effects of nonlinear resistance and aerobic interval training on serum levels of apelin and insulin resistance in middle-aged obese men. Tehran Univ Med J. 2015;73(5):375–83.

17. Lee S, Bacha F, Hannon T, Kuk JL, Boesch C, Arslanian S. Effects of Aerobic Versus Resistance Exercise Without Caloric Restriction on Abdominal Fat, Intrahepatic Lipid, and Insulin Sensitivity in Obese Adolescent Boys. Diabetes. 2012;61:2787-2795.

18. De Nardi AT, Tolves T, Lenzi TL, Signori LU, Silva A. High-intensity interval training versus continuous training on physiological and metabolic variables in prediabetes and type 2 diabetes: A meta-analysis. Diabetes Res Clin Pract. 2018; 137:149–59.

19. Magalhães JP, Melo X, Correia IR, Ribeiro RT, Raposo J, Dores H, et al. Effects of combined training with different intensities on vascular health in patients with type 2 diabetes: a 1-year randomized controlled trial .Cardiovasc. Diabetol. 2019; 18(34): 1-13.

20. Moradi Kolardeh B, Azarbayjani M, Piri M, Matin M. Effect of curcumin supplementation and resistance training in patients with nonalcoholic fatty liver disease. J Med Plants. 2016;4(60):161–72. Persian.

21. Mohammad-Rahimi GR, Attarzadeh-Hosseini SR. The effect of aerobic training and diet on lipid profile and liver enzymes in obese women with type II diabetes. Daneshvar Med. 2014;21(108):41–50. Persian.

22. Shaabani M, Abolfathi F, Alizadeh AA. The Effect of Four Weeks Continuous Aerobic Training on Liver Transaminases and Glycemic Markers in Women with Type II Diabetes. IJDO.2017;9(4):148-54.

23. Slentz CA, Bateman LA, Willis LH, Shields AT, Tanner CJ, Piner LW, et al. Effects of aerobic vs. resistance training on visceral and liver fat stores, liver enzymes, and insulin resistance by HOMA in overweight adults from STRRIDE AT/RT. Am J Physiol Endocrinol Metab. 2011;301(5): 1033–1039.

24. Karstoft K, Winding K, Knudsen SH, James NG, Scheel MM, Olesen J, et al. Mechanisms behind the superior effects of interval vs continuous training on glycaemic control in individuals with type 2

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-15]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1401.29.2.2.5]

diabetes: a randomised controlled trial. Diabetologia. 2014; 57:2081–2093.

25. Takahashi A, Abe K, Fujita, M, Hayashi M, Okai K, Ohira H. Simple resistance exercise decreases cytokeratin 18 and fibroblast growth factor 21 levels in patients with nonalcoholic fatty liver disease. Medicine. 2020; 99(22): 1-4.

26. Cuff DJ, Meneilly GS, Martin A, Ignaszewski A, Tildesley HD, Frohlich JJ. Effective Exercise Modality to Reduce Insulin Resistance in Women With Type 2 Diabetes. Diabetes Care. 2003;26(11):2977-82.

27. Monazzami, A., Momenpur, R., Alipour, E., Yari, K.,Payandeh, M. Effects of Eight-Week Combined Resistance and Endurance Training on Salivary Interleukin-12, Tumor Necrosis Factor, Cortisol, and Testosterone Levels in Patients with Breast Cancer. Int J Cancer Manag. 2021;14(2), e109039.

28. Sharifi S, Monazzami A, Nikousefat Z, Heyrani A,Yari K. The acute and chronic effects of resistance training with blood flow restriction on hormonal responses in untrained young men: A comparison of frequency. Cell Mol Biol (Noisy-le-grand). 2020; 66(1):1–8.

29. Astinchap A, Monazzami A, Fereidoonfara K, Rahimi Z, Rahimi M. Modulation of Fibroblast Growth Factor-21 and βklotho Proteins Expression in Type 2 Diabetic Women with Non-alcoholic Fatty Liver Disease Following Endurance and Strength Training. Hepat Mon. 2021; 21(7):e116513.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-15]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1401.29.2.2.5]